TESIS
IID 97
R5

CRITERIO Y EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA POR GASES, EN LA ZONA INDUS-- TRIAL DE LA YAGUARA

El resultado del examen del Trabajo Especial puede ser:

- Diferido
- Aplazado
- Aprobado, meritorio o sobresaliente.

Este jurado, una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con - el resultado: MERITORIO

Realizado por:

Ignacio Rodríguez
Fernando Montuenga

Profesor Guía

Nelson Acosta

Jurado Examinador

Firma: Firma: Firma:

Nombre: Francisco Morandi Nombre: Hibjan Geza Nombre: Nelson Acosta

Fecha 30.7.1975

19 Autor Venezolano

03502

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
BIBLIOTECA
Caracas

I N D I C E G E N E R A L

SINOPSIS

INTRODUCCION

CAPITULO 1 GENERALIDADES SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL. LA SITUACION EN AMERICA LATINA Y VENEZUELA

1.1 Introducción Pág. 9

1.2 Concepción moderna de la contaminación ambiental 9

1.3 Naturaleza y alcance de los problemas derivados de la contaminación 10

1.4 La situación en América Latina 11

1.5 Situación en Venezuela 14

1.6 Fuentes Principales de contaminación 15

CAPITULO 2 ACCION TOXICA DE LOS CONTAMINANTES

2.1 Reseña histórica 24

2.2 Mecanismo de acción de las toxinas en el cuerpo humano 27

2.2.1 Influencia sobre las enzimas que estan envueltas en la actividad de un órgano 28

2.2.2 Combinación de los contaminantes con los constituyentes de la célula 29

2.2.3 Acción secundaria de los contaminantes 29

2.3 Interacción de las mezclas de los contaminates del aire 29

2.4 Factores que gobiernan la toxicidad 30

2.4.1 Edad de la persona 30

../..

		Pág
	2.4.2 Actividad y esfuerzo que realiza	
	2.4.3 Estado de salud	
	2.4.4 Concentración de los agentes tóxicos y el tiempo de exposición	
2.5	Acción tóxica del benceno, tolueno y tricloroetano	
	2.5.1 Acción tóxica del benceno y tolueno	
	2.5.2 Acción tóxica del tricloroetano	
CAPITULO 3	ASPECTOS METEOROLOGICOS	
3.1	Generalidades	
3.2	Factores meteorológicos	
	3.2.1. Vientos	
	3.2.2 Turbulencia	
	3.2.3 Gradiente vertical de temperatura	
	3.2.4 Precipitación	
	3.2.5 Humedad	
	3.2.6 Resumen de factores que afectan la difusión de contaminantes	
3.3.	Parámetros meteorológicos	
3.4	Ubicación específica de los puntos de observación meteorológicas	
3.5	Equipos utilizados en las mediciones de las variables meteorológicas	
CAPITULO 4	ECUACIONES DE DISPERSION DE CONTAMINANTES EN LA ATMOSFERA	

../..

4.1 Introducción Pág

4.2 Consideraciones generales

4.3 Estimación de la dispersión atmósferica

4.3.1 Efecto de estabilidad

4.3.2 Estimación de la dispersión vertical y horizontal

4.4 Gráficos de isoconcentración a nivel del suelo

4.5 Cálculo de las concentraciones máximas a nivel del suelo

4.6 Altura efectiva de emisión

CAPITULO 5 MEDICIONES DE CAMPO

5.1 Introducción

5.2 Análisis e interpretación de los resultados meteorológicos

5.2.1 Líneas de corriente isotaxas

5.2.2 Líneas isotermas

5.2.3 Cortes verticales de temperatura

5.2.4 Tablas y curvas de temperatura y humedad relativa

5.2.5 Radiación solar

5.3 Consideraciones de muestreo 1

5.4 Instrumentos utilizados para la recolección y análisis de muestras de gases en el aire 1

5.5 Tablas de medición de toluol en p.p.m. 1

5.5.1 Utilizando tubos DRAGER 1

../..

5.5.2 Utilizando cromatógrafo de gases Pág 10

5.6 Cálculo teórico de las concentraciones de los contaminantes expelidos por una chimenea 10

5.7 Conclusiones parciales 11

CAPITULO 6 METODOS GENERALES DE CONTROL DE CONTAMINACION DE LOS GASES ESTUDIADOS

6.1 Introduccción 11

6.2 Reglas para controlar la emisión de gases orgánicos a la atmósfera 11

6.3 Limitaciones en el uso de los solventes 12

6.4 Método de control de contaminación por solventes para una empresa de litografía sobre metal 12

6.5 Aplicación de la regla 66 a la chimenea estudiada 12

6.6 Conclusiones parciales 12

CONCLUSIONES

Conclusiones 13

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía 13

ANEXOS

S I N O P S I S

El presente trabajo es un estudio de la contaminación atmósferica por los gases benceno, tolueno, y tricloroetano en una zona de alta densidad industrial, Para tal fin, se escogió la Urbanización La Yaguara, que presenta a su alrededor núcleos poblados.

El primer Capítulo versa sobre los aspectos generales de la contaminación ambiental, y describe a grosso modo el problema en la América Latina y Venezuela.

En el Capítulo 2, nos abocamos a un estudio somero sobre los efectos de los contaminantes en el cuerpo humano.

Los Capítulos 3 y 4, estan dirigidos a explicar como la meteorología afecta a la dispersión de los contaminates en la atmósfera.

En el Capítulo 5 reunimos nuestras mediciones de campo, elaboramos los gráficos y exponemos las primeras conclusiones paraciales.

En el Capítulo 6, indicamos algunos métodos generales para evaluar y controlar la contaminación atmósferica por los gases estudiados y los comparamos con lo permitido en la ciudad de Los Angeles. Por último, damos a conocer nuestras conclusiones.

S I G L A S

A.P.A.D.:	Air pollution and atmospheric diffusion.
B.:	Introducción a la higiene industrial.
C.A.D.A.F.E.:	Meteorología, informe 2c, Planta Centro, CADAFE
C.O.N.F.:	Conference on air pollution meteorology of the American Meteorological Society.
CP.EC. I.V.P.:	Criterio y programa de evalucaión de la contaminación atmósferica en I.V.P. - Morón.
DRAGER:	Manual de los tubitos de Control DRAGER.
E.C.G.:	Elementos de climatología general.
E.P.A.:	Air pollution engineering manual.
H.E.:	Health effects of enviromental pollution.
INDEX:	Index (trade names)
FINAL:	Estudio preliminar para añadir unidades de generación en la Planta de TACOA.
M.A.A.P.:	Meteorological aspects of air pollution.
M.S.A.S. -AAS.:	Contaminación del aire, agua y suelo.
N.S.C.:	Fundamentals of industrial hygiene.
R.P.M.:	Red Panamericana de muestreo, revista N°10.
SELLERS:	Physical climatology.
T.D.A.:	Turbulent diffusion in the atmosphere.

CAPITULO 1

GENERALIDADES SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL. LA SITUACION EN AMERICA LATINA Y VENEZUELA

1.1 INTRODUCCION:

Comenzaremos el Capítulo 1 definiendo el concepto moderno de la contaminación ambiental, para luego pasar a calibrar el alcance del problema derivado de la polución, con la finalidad de hacer ver su trascendencia.

Una visión posterior de cómo afecta en la América Latina y Venezuela, el problema será objeto de dos parágrafos. Por último incluimos una lista de fuentes de contaminación atmosférica con el objeto de ofrecer el enfoque general que nos hemos propuesto.

1.2 CONCEPCION MODERNA DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL:

En primer término, la ecología en sí, a través de su dinámica, contribuye a determinar los resultados de sistemas a biocenosis complejas, en donde se considera al ecosistema como un todo, incluyendo al hombre y su actividad como elementos destacados.

Así, el concepto de conservación contrapuesto al de polución, puede ser analizado mediante un enfoque ecológico, de allí surge la comunidad como conjunto de especies que interactuan en muchos de los procesos, con una capacidad de equilibrio y de recuperación de aquellas perturbaciones que les afectan.

La contaminación debe ser considerada como afectadora del complejo de elementos bióticos que constituyen una comunidad. Esta afec

ción incluye los aspectos más determinantes, como aquellos relativos a los efectos acumulativos por la incorporación de los contaminantes dentro de los organismos del sistema, y aquellos que tienden a modificar el medio ambiente [1].

1.3 NATURALEZA Y ALCANCE DE LOS PROBLEMAS DERIVADOS DE LA CONTAMINACION:

La aparición del hombre y de los animales sobre la tierra, marca ya un indicio de lo que hemos convenido en llamar en este siglo XX, el deterioro del medio ambiente [2]; además la evolución del hombre ha traido consigo un incremento de este problema, debido a la inclinación humana de mejorar su "modus vivendi", modificando al mismo tiempo el medio natural.

La revolución tecnológica y la tendencia mundial hacia el crecimiento urbano e industrial, han significado un incremento de la contaminación atmosférica, debido al vaciamiento en ella de cantidades cada vez mayores de desechos gaseosos o en forma de aerosoles y otras partículas. Esto se hizo especialmente notorio, durante el segundo cuarto del presente siglo, cuando se produjeron los ya bien conocidos episodios del Valle del Meuse, Bélgica (1930) Donora, Pennsylvania (1948) y Londres (1952) [3].

Los efectos negativos de la contaminación afectan principalmente

a la biósfera. La acelerada degradación de ésta, está llegando a límites, los cuales ya se conviene en calificar de irreversibles en muchos casos, estas modificaciones debido al intenso desarrollo, no podrán aún con grandes esfuerzos hacer regresar la naturaleza a las condiciones de su intrínseca fisonomía (4).

Es cierto que la situación actual se debe sobre todo a la aplicación sin restricciones de la tecnología en los paises industrializados, sin embargo, paises en vías de desarrollo ya se hallan afectados por esta situación (5).

1.4 LA SITUACION EN LA AMERICA LATINA:

Entre 1950 y 1960 algunos paises latinoamericanos comenzaron a preocuparse, realizaron mediciones esporádicas y trataron de controlar algunas fuentes contaminantes. Este proceso comenzó ha acelerarse en los años más recientes, cuando muchas ciudades empezaron a darse cuenta de la seriedad del problema y ha analizar su futuro desarrollo, mediante proyecciones del crecimiento demográfico, industrial, urbano y de los medios de transporte. El evidente, y en algunos casos, muy rápido deterioro de la calidad de la atmósfera, y el conocimiento de lo que estaba ocurriendo en los EE. UU. y Europa, dió mayor urgencia a estas actividades.

El problema más grave que afecta en forma general a todos los

../..

paises Latinoamericanos , es la falta de personal y la ausencia de una estructura administrativa apropiada, que permita realmente subsanar el daño causado por la contaminación. El personal que para 1970 trabajaba a tiempo completo en Latinoamérica no alcanzaba a 20 personas, con otras 70 a tiempo parcial (6), algunas de las cuales dedicaban sólo unos pocos minutos diarios a esas actividades. Las cifras incluyen tanto a los profesionales como a sus colaboradores, además el personal profesional con algún tiempo de entrenamiento formal, tampoco llegaba a más de 20 personas, y menos de la mitad se desempeñaba en organismos gubernamentales. Es probable que en la América Latina hubiese sido difícil seleccionar un total de 50 personas con un conocimiento adecuado en esta materia, aún incluyendo aquellos que hubiesen aprendido esta disciplina a través de cursos cortos, lecturas personales, experiencia práctica y entrenamiento en el terreno (7).

En pocos paises de América Latina existía una organización de control realmente adecuada, y aún existiendo ésta no tenían asignado un presupuesto específico que pudiera considerarse suficiente.

A partir de la década del 70, se nota una preocupación en la América Latina, viéndose obligados los paises a actualizar sus legislaciones existentes y exigir el cumplimiento de ellas.

../..

1.5 SITUACION EN VENEZUELA:

En nuestro país, cuando los fenómenos del urbanismo y de la industrialización toman ya un ritmo acelerado en áreas donde la concentración poblacional es ya notoria, aparecen una serie de problemas que lamentablemente hay que calificar de graves y amenazadores.

La región centro-norte de Venezuela en particular, y otras áreas en el noreste y noroeste del país, acusan al inicio de esta década una serie de fenómenos que de no controlarse a través de medidas preventivas, podrían condenar a muchas de las fuentes naturales de abastecimiento de agua, así como empobrecer a límites inconvenientes, el aire de muchos núcleos poblacionales de esas regiones (8).

Con el conocimiento aportado por la identificación de los problemas de la contaminación, y los avances de la tecnología, se pueden definir toda una serie de medidas, en primer lugar, de tipo preventivo, en donde el esfuerzo basicamente del Estado esté dirigido a implementar una legislación proteccionista adecuada al medio ambiente, y en segundo lugar, a velar por el estricto cumplimiento de las normas.

../..

1.6 FUENTES PRINCIPALES DE CONTAMINACION ATMOSFERICA:

Existen dos tipos de fuentes principales de contaminación:

Fuentes fijas

Fuentes móviles

Se consideran fuentes fijas, aquellas que no trasladan su localización, éste es el caso típico de las fábricas.

Se consideran fuentes móviles, aquellas que sí se trasladan (automóviles) (9).

Lista de las principales fuentes fijas de contaminación:

I. Combustión

A. Carbón, madera

1. Generación de potencia

a. Partículas (polvo)

(1) Carbón
(2) Silicio
(3) Aluminio
(4) Oxidos de hierro

b. Gases

(1) Carbonato de níquel
(2) Aldehidos
(3) Monóxido de carbono
(4) Hidrocarburos
(5) Oxidos de nitrógeno
(6) Oxidos de azufre
(7) Fluoruros

../..

(8) Dióxido de carbono

B. Gas natural

1. Monóxido de carbono
2. Oxidos de nitrógeno
3. Aldehidos

C. Aceites combustibles

1. Oxidos de nitrógeno
2. Monóxido de carbono
3. Oxidos de azufre
4. Hidrocarburos
5. Polvo

D. Incineradores

1. Acido clorhídrico
2. Oxidos de nitrógeno
3. Fluoruros
4. Oxidos de azufre
5. Aldehidos
6. Hidrocarburos
7. Acidos orgánicos

II. Industria metalúrgica

A. Plantas de reducción de aluminio

1. Fluoruros hidrogenados
2. Fluoruros en polvo
3. Carbón, aluminio

B. Fundición de cobre

1. Monóxido de carbono
2. Oxidos de azufre

../..

3. Oxidos de nitrógeno
4. Cadmio

C. Acerías

1. Monóxido de carbono
2. Oxidos de azufre
3. Oxidos de hierro
4. Fluoruros
5. Carbonato de níquel, silicatos, grafito

D. Fundición de Plomo y Zinc

1. Dióxidos de azufre
2. Fluoruros
3. Cadmio

E. Fundición de magnesio

1. Fluoruros, cloro
2. Oxidos de Bario

F. Industrias secundarias del metal

1. Oxidos de nitrógeno
2. Oxidos metálicos
3. Acido clorhídrico

G. Fundición de bronce

1. Oxidos de Zinc
2. Oxidos de plomo

H. Fundición secundaria de aluminio

1. Fluoruros, cloro, ozono
2. Numerosos metales

../..

III Industria química

A. Fábrica de fibras sintéticas

1. Oxidos de nitrógeno

B. Plantas de amoníaco

1. Monóxido de carbono
2. Amoníaco

C. Plantas de cloro

1. Gas de cloro
2. Mercurio

D. Acido fluorhídrico

1. Fluoruros hidrogenados
2. Silicatos de tetrafluoruro
3. Dióxido de azufre

E. Manufactura de ácido nítrico

1. Oxidos de nitrógeno

F. Pintura, barnices

1. Aldehidos
2. Cetonas
3. Fenoles
4. Terpeno
5. Glicerinas

G. Refinerías de petroleo

1. Sulfito hidrogenado
2. Selenio
3. Fluoruros
4. Hidrocarburos

H. Acido fosfórico

1. Silicatos de tetrafluoruro
2. Fluoruros hidrogenados

I. Anhídrido ftalico

1. Hexano
2. Anhídrido maleico

J. Tintas

1. Acroleina
2. Acidos grasosos
3. Fenoles
4. Terpenos

K. Acido sulfúrico

1. Dióxido de azufre
2. Oxido de azufre
3. Oxido de nitrógeno

L. Goma sintética

1. Alcanos
2. Alquenos
3. Etanomitrilo
4. Carbonilo

IV. Industria de la construcción

A. Asfaltado

1. Aceites
2. Benzopireno
3. Asbestos
4. Monóxido de carbono

B. Ladrillos

1. Fluoruros
2. Dióxido de azufre

C. Carburo de calcio

1. Monóxido de carbono
2. Acetileno
3. Oxido de azufre

D. Cemento

1. Varios tipos de polvo
2. Cromo

E. Cerámica

1. Fluoruros
2. Silicatos
3. Amonio

F. Vidriería

1. Fluoruros
2. Silicato
3. Boro
4. Cloruros
5. Oxidos de azufre
6. Monóxido de carbono

V. Alimentación, agricultura, del hogar

A. Tostado de café

1. Humo
2. Olores

B. Algodón

1. Paja

../..

2. Polvo
3. Hilachas

C. Tintorerias

1. Solventes de petroleo
2. Solventes sintéticos

D. Molinos

1. Silicatos
2. Desperdicios
3. Polvo
4. Mercurio

E. Procesamiento de pescado

1. Sulfuro hidrogenado
2. Trimetilamina

F. Almidón

1. Polvo de almidón

(10)

NOTAS AL CAPITULO 1

(1)	M. S. A. S. - A. A. S.	pág. 929
(2)	M. S. A. S. - A. A. S.	pág. 930
(3)	R. P. M.	pág. 1
(4)	M. S. A. S. - A. A. S.	pág. 929
(5)	C. P. E. - I. V. P.	pág. 5
(6)	R. P. M.	pág. 2
(7)	R. P. M.	pág. 3
(8)	M. S. A. S. - A. A. S.	pág. 931
(9)	H. E.	pág. 16
(10)	H. E.	págs. 17 - 19

CAPITULO 2

ACCION TOXICA DE LOS CONTAMINANTES

2.1 RESEÑA HISTORICA:

Del 3 al 5 de Diciembre de 1930, el altamente poblado Valle del río Meuse, al oeste de Lieja en Bélgica, fué el escenario del primer desastre imprevisto y aciago originado por la contaminación del aire. Varios miles de personas se declararon violentamente enfermas, sesenta perecieron durante aquellas trágicas horas.

La atmósfera que cubrió a Bélgica en los tres días, se concentró particularmente a lo largo del estrecho Valle, cuyas dimensiones son: 20 Kms. de largo, de 1 a 2 Kms de ancho y de 60 a 80 mts. de profundidad.

El ambiente también registró cambios. La presión barométrica fué considerable, por otra parte, los termómetros registraron una temperatura bajo cero. A excepción de una ligera brisa del este, no hubo viento. Finalmente, el humo de las fábricas combinado con la niebla se asentó sobre la tierra, incrementando paulatinamente su intensidad.

El 3 de Diciembre llegó la niebla a su máxima condensación, reflejándose trágica y simultáneamente en los habitantes del Valle. La salud de los afectados fué agravándose hasta el punto de hacer

seles dificil la respiración. Una persistente tos acompañada de flemas espumosas que semejaban masas purulentas apareció. Muchas de las personas sufrieron de vómitos y náuseas, pero por lo más grave fué el fallecimiento por causa de infarto de sesenta personas. El 5 de Diciembre félizmente, la densa neblina comenzó a despejarse.

Obviamente, las personas de más avanzada edad, o las que por el contrario, por una u otra causa, tenían debilitados el corazón y los pulmones, fueron las más perjudicadas. Las más jóvenes y en perfecto estado de salud, enfermaron igualmente, Con mucha curiosidad pudo detectarse los mismos síntomas en el ganado, éste, muy rápidamente comenzó a tener respiración débil y agudos efisemas. Algunos eventualmente murieron. El mal se extendió exterminando de igual manera a pájaros y ratas.

El desastre anteriormente descrito, se convirtió en un impulso para que se estudiaran y se tomaran las primeras previsiones ante el amenazante problema. A partir de ese momento, y aún en nuestros días prevalece el mismo interés que motivó a desarrollar dichas precauciones.

No obstante estos estudios, la mayor tragedia acaeció en los

../..

EE.UU. dieciocho años más tarde, en los últimos días de Octubre de 1948 en Donora, Pennsylvania.

Nefastamente en esos días de Octubre todo favoreció a la toxicidad; primero, la conformación geográfica del Valle de Monongahela en forma de herradura, que no permite corrientes de aire. Segundo, la existencia en la zona de grandes fundiciones de Zinc, de plantas productoras de acero, ácido sulfúrico, alambre y otras; tercero, grandes trenes de carga que operaban día y noche a lo largo de la rivera, iban emitiéndo nubes de humo (producto del desecho de carbón, fuente de energía de las locomotoras) que eran atrapadas por las colinas que rodeaban al río. Se iniciaron una serie de cambios ambientales: se presentó una zona de alta presión (sobre Pennsylvania, Ohio, Virginia, Maryland), las lluvias adicionaron humedad y niebla, hubo inversión, temperatura fria y la velocidad del viento se acercó a cero. Todas estas variantes atmosféricas, unidas a las toxinas producidas por las fábricas y maquinarias, crearon una niebla espesa y oscura que se mantuvo por más de cinco días, durante los cuales se percibía un fuerte olor a sulfuro.

Veinte personas, diecisiete de ellas en Donora y tres cerca de Webster, perecieron durante esos días, y unas cinco mil novecientas diez que representaban el 42% de la población del área se vieron afectadas

../..

con irritaciones oculares, nariz y garganta, dolores y constricción del tórax, tos, respiración forzosa, naúseas y vómitos.

Igual que en Bélgica, los síntomas se extendieron afectando hasta los animales.

Otras tragedias similares ocurrieron en Londres (1952), Los Angeles (1955), Piscataway (1971) [1].

2.2 MECANISMOS DE ACCION DE LAS TOXINAS EN EL CUERPO HUMANO:

Un contaminante puede ejercer grandes efectos sobre determinado órgano del cuerpo humano, bién anulando o estimulando su función metabólica [2]. De hecho, por ínfima que parezca la cantidad de X agente tóxico, la resonancia de su efecto se hará presente excitando la función del órgano (en consecuencia aumentando su trabajo) o destruyendo su actividad.

Estudios de esta materia han concluido que la acción tóxica de los contaminantes, está determinada por tres mecanismos principales [2]:

1. Influencia sobre las enzimas que están envueltas en la actividad de un órgano.
2. La combinación química en forma directa con los constituyentes de la célula.

3. Acciones secundarias como una consecuencia de su prescencia en el sistema.

2.2.1 INFLUENCIA SOBRE LAS ENZIMAS QUE ESTAN ENVUELTAS EN LA ACTIVIDAD DE UN ORGANO:

La enzima, como proteina compleja cuyo objetivo es catalizar la actividad del metabolismo, está impulsada en su funcionamiento por cofactores (que pueden ser un metal, una vitamina, o simplemente ambos). Dentro de las actividades se han señalado al Magnesio y al Manganeso como imprescindibles. De manera que si se diera el caso de que un contaminante tóxico inactive al cofactor metálico, producirá infaliblemente la inactividad de la enzima. Identicamente el cianuro provocará la acinesia enzimática, cuando su activador sea de naturaleza ferrosa.

Otra acción por la cual una toxina puede convertirse en agente paralizador de una función enzimática, es su combinación con un grupo activo e integrante de la estructura de la enzima. Tenemos por ejemplo al mercurio, al arsénico y a los pesticidas.

Finalmente, la interferencia del contaminante con la actividad enzimática, puede suscitar una síntesis de nuevos agentes venenosos[2].

../..

2.2.2 COMBINACION DE CONTAMINANTES CON CONSTITUYENTES DE LA CELULA:

Ciertos agentes contaminantes afectan directamente a la célula de un organismo por acción química, más frecuentemente, que por interferencia en el funcionamiento de las enzimas.

El proceso químico de afección, a "grosso modo" se explicaría de la siguiente forma: bajo la influencia de ciertos contaminantes, la célula libera ineludiblemente sustancias importantes para ella[2].

2.2.3 ACCIONES SECUNDARIAS DE LOS CONTAMINANTES:

Otro proceso que afecta al cuerpo humano es la combinación de una estructura orgánica con un metal, este último es absorbido y retenido pudiendo llegar a niveles peligrosos.

Eventualmente puede darse la reacción del cuerpo humano ante los agentes tóxicos a través de los procesos de oxidación, reducción, ó síntesis, produciéndo con el elemento contaminante una nueva sustancia[3].

2.3 INTERACCION DE LAS MEZCLAS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE:

Dos agentes contaminantes diferentes en conjunción pueden producir una acción antagónica. Pero la reacción que se producirá no siempre arrojará los mismos resultados, porque puede darse que bajo con

../..

diciones especiales, la presencia de un contaminante haga disminuir la acción tóxica del otro elemento, incrementando de esta manera, la tolerancia a niveles no permisibles para uno de los dos contaminantes puros.

Por otra parte, puede suceder que la interacción de los dos contaminantes, los transformen en doblemente tóxicos, más de lo que eran individualmente. Como ejemplo ilustrativo tenemos el caso específico del NO_2 y del CO, presentes en los gases de escape de automóviles. Estos gases al ser inhalados en combinación duplican su potencial envenenador.

2.4 FACTORES QUE GOBIERNAN LA TOXICIDAD:

Según estudios realizados y análisis hechos regurosamente, los factores que rigen o mejor dicho, que favorecen la toxicidad en el organismo son (3):

1. Edad de la persona
2. Actividades y esfuerzos que realiza
3. Estado de salud
4. Concentración del agente tóxico y tiempo a su exposición.

2.4.1 EDAD DE LA PERSONA:

La edad varía la tolerancia de los agentes tóxicos. Se ha podido constatar en animales jóvenes mayor susceptibilidad a los efectos ad

../..

versos producidos por los contaminantes, que en los adultos. Pero también depende la efectividad tóxica, de las condiciones particulares de salud, ejemplo: un adulto que presente problemas cardiovasculares ó respiratorios es más afectado por los contaminantes que el órgano de un indivíduo jóven sano.

2.4.2 ACTIVIDADES Y ESFUERZOS QUE REALIZA

Los efectos tóxicos especialmente los que actúan en el aparato respiratorio, pueden ser incrementados con la actividad física. Por ejemplo: cuando una rata es expuesta a 1 ppm. de ozono, estando prácticamente inactiva no se producen efectos graves o de mayores consecuencias en el animal. Pero este nivel que es casi inofensivo, puede convertirse en fatal cuando el animal es obligado a correr en una rueda, donde se suministra la misma cantidad de contaminante.

2.4.3 ESTADO DE SALUD

La salud del individuo es un factor determinante a la hora de calibrar el daño que puede producir un contaminante. Es obvio que una persona con un estado de salud satisfactorio podrá tolerar más los efectos de los contaminantes, que aquella que carece de salubridad. Aquellas personas que padecen de problemas alérgicos o deficiencias respiratorias, les es más propensa la acción de un contaminante.

../..

2.4.4 CONCENTRACION DEL AGENTE TOXICO Y TIEMPO DE EXPOSICION

Los daños producidos por un contaminante pueden fluctuar desde una simple irritación ocular, hasta incluso el fallecimiento de una persona. Indiscutiblemente el daño producido dependerá de la concentración del contaminante y del tiempo de exposición. Seria adecuado precaver que una exposición de un tiempo considerable en una atmósfera poco contaminada, lleva consigo las mismas consecuencias tóxicas que una exposición breve en un sitio donde el nivel de concentración de toxinas es alto.

2.5 ACCION TOXICA DEL BENCENO, TOLUENO, TRICLOROETANO

2.5.1 ACCION TOXICA DEL BENCENO Y TOLUENO

Tanto el benceno como el tolueno estan presentes en la mayoria de los solventes orgánicos que se conocen (4), ha de ser un solvente muy especializado el que no los contenga.

Las propiedades contaminantes y dañinas del benceno, son semejantes a las del tolueno (5), ambos muy peligrosos pues son de naturaleza cancerígena (6).

Dado que el benceno en su estado más puro no se encuentra con frecuencia en la atmósfera, el objetivo específico de un análisis de ella sería

../..

el benzol 9redestilado de una serie de productos aromáticos extraídos de la hulla o del petróleo), el cual tiene un alto porcentaje de pureza en benceno, y el resto es conformado por hidrocarburos aromáticos (7). Procedimiento similar se emplea con el tolueno.

Pero hablando exclusivamente de los vapores de benzol tenemos (8):

El benceno se usa habitualmente en la industria; en pinturas para aviones, como disolvente para gomas, resinas, grasas, hules y alcaloides; en las mezclas de combustibles para motores, en la manufactura de colores de anilinas, de cuero artificial y de cementos de hule; en la extracción de aceites y grasas; en el lavado en seco; en la electro-disposición de metales y en esmaltados, grabados y lacas; en la industria de pinturas y barnices, y para otros propósitos.

Muchos de los usos del benceno, incluyendo su manufactura, la oportunidad de escape como vapor sólo puede ser el resultado de un accidente, y en estos casos, cuando la exposición es prolongada acarrea intoxicaciones agudas.

Cuando el elemento en cuestión se emplea como disolvente de líquidos para lavado en seco, o bién como componente de pinturas, es usual que el hidrocarburo se expanda en forma de vapor en el local de trabajo;

../..

si es inadecuada la ventilación, la inhalación contínua de los vapores de benceno intoxicará crónicamente a la persona que haya estado a su exposición.

Bloomfield afirma que una observación clínica del envenenamiento por benceno ofrece tres grados, pero indistintamente predomina en cada uno de ellos la acción anestésica.

Respuesta fisiológica aguda a distintas concentraciones de benceno

	PARTE DE VAPOR DE BENCENO POR MILLON DE PARTES DE AIRE
Síntomas ligeros, después de varias horas	1.500 a 3.000
Concentración máxima inhalable por una hora, sin trastornos serios	3.000 a 4.700
Peligros para la vida, con exposición de media a una hora	7.500
Rapidamente mortal	19.000 a 20.000

La inhalación prolongada de benceno o de sus homólogos en concentraciones demasiado bajas, puede conducir a intoxicaciones sub-agudas o crónicas que se dirigen en forma particular contra el sistema

../..

hematopoyético.

Después de absorverse en el cuerpo el benceno se elimina principalmente por los pulmones al respirarse aire fresco. Sin embargo durante el tiempo que permanece en el organismo se oxida una porción de benceno y *los productos de oxidación combinados con los ácidos sulfúricos* y glicurónico se eliminan por la orina.

Al producir intoxicación crónica, la acción del benceno o de sus productos de oxidación, se concentra principalmente en la médula de los huesos, que es el tejido generador de los elementos sanguíneos más importantes: glóbulos rojos (eritrocitos) glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas(trombocitos), esta últimas esenciales para la cuagulación de la sange.

Inicialmente, el benceno estimula a la médula por lo que hay un aumento de leucocitos pero debido a la exposición continua esta estimulación da lugar a una depresión, y se reducen estos elementos en la sangre. La disminución más notoria se da en los eritrocitos, produciendo *los síntomas típicos de la anemia: debilidad, vahidos, pulso acelerado*, cardialgias y disnea.

A pesar de las discrepancias sobre las exposiciones crónicas al bence

../..

no, se tienen dos hechos claros: que invariablemente la anemia es el resultado de la exposición y que la leucopemia no es un síntoma incipiente común.

Otro estudio de la materia [9], indica que los vapores de hidrocarburos aromáticos, (los cuales incluyen benceno, tolueno, estireno y exileno) son más irritantes en las membranas mucosas que en concentraciones equivalentes de hidrocarburos alifáticos y acíclicos. Siguiendo una prolongada inhalación, anormalidades en la sangre tales como anemia, leucopemia y leucemia, han sido asociadas con la exposición a los hidrocarburos aromáticos. No se han observado efectos agudos cuando el nivel reportado ha sido inferior a 25 p.p.m.

2.5.2 ACCION TOXICA DEL TRICLOROETANO

El tricloroetano produce efectos depresivos en el sistema nervioso, dermatitis y daños a la salud en general. Además, produce cambios en la personalidad [10].

NOTAS AL CAPITULO 2

(1)	H. E.	págs. 1 - 3
(2)	H. E.	págs. 55 - 56
(3)	H. E.	págs. 56 - 57
(4)	H. E.	págs. 57 - 59
(5)	B.	pág. 104
(6)	H. E.	pág. 235
(7)	B.	pág. 104
(8)	B.	págs. 105 - 107
(9)	H. E.	pág. 235
(10)	N. S. C.	pág. 57

CAPITULO 3

ASPECTOS METEOROLOGICOS

3.1 GENERALIDADES

La constitución física y química de la atmósfera sufre constantes alteraciones que son fundamentalmente producto de las actividades del hombre y acciones fotoquímicas (1).

Las sustancias extrañas arrojadas al aire se ven amortiguadas por los mecanismos naturales, pero cuando la rata de emisión de los contaminantes es superior a los mecanismos eliminatorios, su labor como dispersadores se ve interrumpida. De la proporción en que las sustancias contaminantes se encuentren en el aire, surge el concepto de contaminación atmosférica (2).

Desde el punto de vista de la meteorología, se estima que la atmósfera está contaminada cuando la concentración gaseosa o de partículas sólidas de dimensiones microscópicas, altera la transmisión de energía radiante. Mientras que desde el punto de vista de la ingeniería sanitaria, el aire se considera contaminado cuando la concentración de toxinas es tal, que provoca malestar a la salud humana, daños a los terrenos de la zona y contamina las aguas, en pocas palabras, crea modificaciones o cambios ecológicos (3).

3.2 FACTORES METEOROLOGICOS

Tan pronto como la pluma del humo sale por la chimenea, las condiciones

.../...

3.1 GENERALIDADES

La constitución física y química de la atmósfera sufre constantes alteraciones que son fundamentalmente producto de las actividades del hombre y acciones fotoquímicas (1).

Las sustancias extrañas arrojadas al aire se ven anonadadas por mecanismos naturales, pero cuando la rata de emisión de los contaminantes es superior a los mecanismos eliminatorios, su labor como dispersadores se ve interrumpida. De la proporción en que las sustancias contaminantes se mantengan en el aire, surge el concepto de contaminación atmosférica (2).

Desde el punto de vista de la meteorología, se estima que la atmósfera está contaminada cuando la concentración gaseosa o de partículas sólidas de dimensiones microscópicas, altera la transmisión de enrgía radiante. Mientras que desde el punto de vista de la ingeniería sanitaria, el aire se considera contaminado cuando la concentración de toxinas es tal, que provoca malestar a la salud humana, deteriora los terrenos de la zona y contamina las aguas, en pocas palabras, crea modificaciones o cambios ecológicos (3).

3.2 FACTORES METEOROLOGICOS

Tan pronto como la pluma del humo sale por la chimenea, las condicones

meteorológicas existentes, regirán su futuro comportamiento.

La difusión de contaminantes está afectada principalmente por el viento, la turbulencia y el gradiante vertical de temperatura, mientras que la eliminación de las partículas puede darse mediante el proceso de formación de nubes que actuarán como núcleos de condensación, si son lo suficientemente higroscópicas. El otro mecanismo de eliminación es la precipitación [4], aspecto que más adelante analizaremos.

3.2.1 VIENTOS

En el transporte y difusión de los agentes contaminantes, el viento y la turbulencia juegan un papel muy importante, salvo en situaciones muy particulares, donde la difusión molecular es despreciable.

Cuando la velocidad del viento se mantiene estacionaria por un cierto período, el humo efectua una distribución geométrica, mientras que los cambios de velocidad del viento, ocasionan una dispersión radial.

La dirección del viento por otra parte, debe ser tomada en consideración, puesto que es el parámetro que indicará las fluctuaciones direccionales del contaminante [5].

3.2.2 TURBULENCIA

La turbulencia atmosférica puede ser de origen mecánico o de origen térmico. En el primer caso la turbulencia es ocasionada por la superfice de fricción, la cual aumenta con la rugosidad del terreno. La capa influenciada por la fricción se denomina capa planetaria límite, cuya profundiad aumenta en condiciones inestables, predomina en las horas nocturnas de fuerte viento. La turbulencia convectiva se encuentra bien definida durante las horas diurnas de cielo despejado y de viento suave. Este tipo de turbulencia es generado por la diferencia de temperatura entre la superficie y el aire. El gradiente vertical de temperatura, en las capas donde, ésta es baja, se relaciona directamente con la diferencia de potencial térmico, siendo en conlusión, el mejor índice de la turbulencia convectiva.

Como la turbulencia convectiva es función del efecto de radiación será modificada por todos aquellos factores que alteran la intensidad de la radicación solar (la hora del día, nubosidad, niebla, capas de contaminantes atmosféricos, etc.). Afectada además, por las condiciones de estabilidad del aire. El máximo de turbulencia convectiva se presenta alrededor de las 18:00 horas local, en días despejados con viento suave o calma [6].

../..

3.2.3 GRADIENTE VERTICAL DE TEMPERATURA

En la tropósfera la temperatura normalmente decrece con la altura, a una rata que varía según las condiciones que imperen en la atmósfera. Si el aire está controlado por una condición adiabática, la disminución de la temperatura con la altura es de aproximadamente 1° C por cada 100 mts. (7).

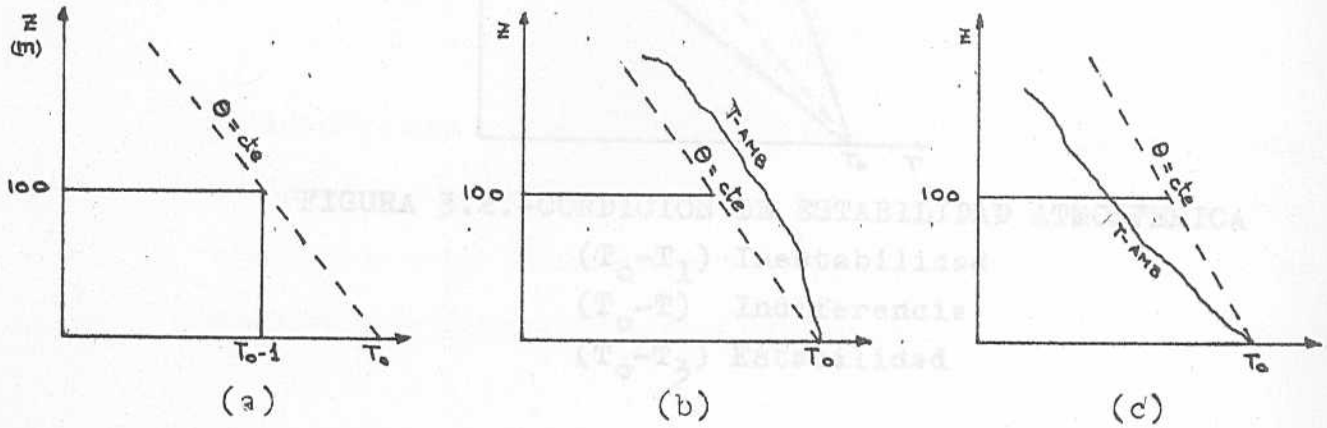


FIGURA 3.1.-CASOS DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA

Cuando la estructura térmica de la atmósfera se aparta de las condiciones adiabáticas, pueden ocurrir dos casos: primero, que el ambiente esté más caliente que las partículas sujetas al proceso adiabático, y segundo, que el ambiente esté más frio. El primer caso corresponde a una atmósfera estratificadamente estable, en la cual el humo va a sufrir una limitación fuerte en su difusión vertical. La turbulencia que reina en estas condiciones es mayormente mecánica (fig. 3.1 (b)).

../..

En el segundo caso, observando la figura 3.1 (c), es clásico de una atmósfera inestable con predominio de turbulencia térmica y fuerte difusión vertical [8].

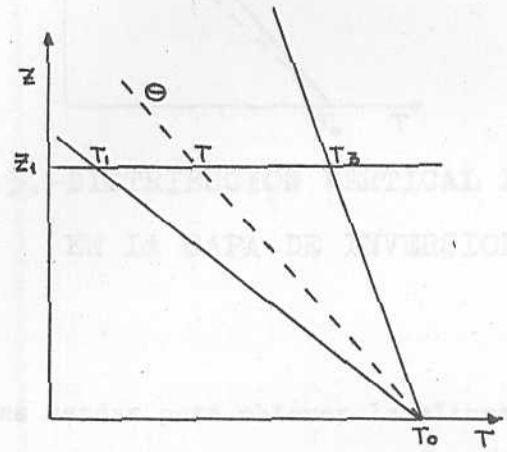


FIGURA 3.2.-CONDICION DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA

(T_o-T_1) Inestabilidad
(T_o-T) Indiferencia
(T_o-T_3) Estabilidad

Un caso de extrema estabilidad se observa cuando la temperatura en lugar de decrecer con la altura, presenta un incremento. A esta situación, se le denomina inversión de la temperatura, la cual constituye un obstáculo para la dispersión vertical cuando la boca de la chimenea queda entre los puntos extremos de la temperatura.

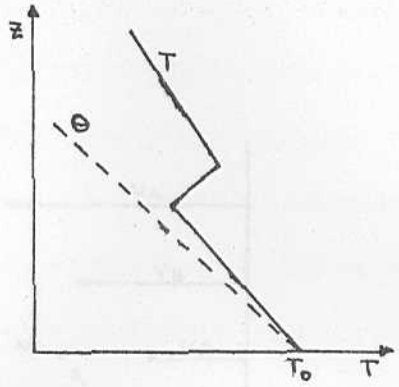


FIGURA 3.3.-DISTRIBUCION VERTICAL DE LA TEMPERATURA EN LA CAPA DE INVERSION

De las fórmulas usadas para obtener la altura alcanzada por el humo, se deduce que si la temperatura del humo no llega a la capa de inversión con un valor suficientemente alto, éste quedará atrapado en dicha capa y su dispersión se dará sólo en sentido horizontal.

Generalmente las inversiones están asociadas a la calma o a vientos suaves, condición que agrava aún más el problema de la concentración del humo, de tal manera, que a lo largo de la línea de la pluma se observará una mayor extensión con alta concentración durante el período de inversión.

El viento fuerte mezcla en forma turbulenta el aire de la capa, con lo cual la inversión se levanta a la vez que se debilita (fig. 3.4).

../..

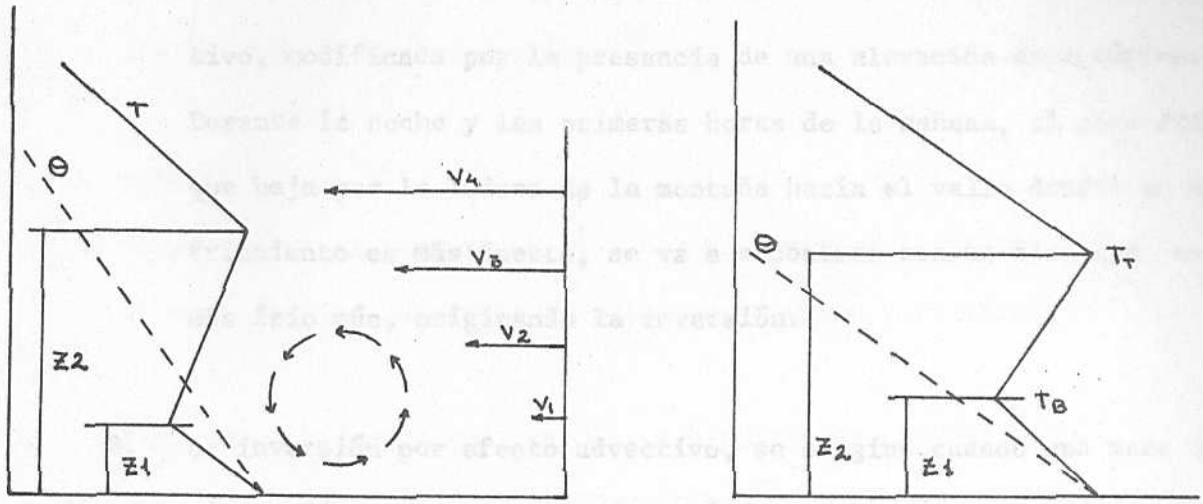


FIGURA 3.4.-EFECTO DE LA TURBULENCIA EN LA MODIFICACION DE LA INVERSION

La formación y mantenimiento de la inversión se debe a:

a) Efecto radiactivo
b) Efecto advectivo
c) Efecto de subsidencia

A. La inversión por efecto radiactivo, tiene lugar normalmente durante la noche, cuando el suelo y su capa adyacente se enfrían rapidamente por emisión de radiación. En estas circumstancias, la capa de aire que está por encima acusa mayor temperatura que la capa inferior (fig. 3.3). Dentro de la inversión por efecto radiactivo, se puede considerar la inversión orográfica.

La inversión orográfica es una inversión por enfriamiento radiac

../..

tivo, modificada por la presencia de una elevación topográfica. Durante la noche y las primeras horas de la mañana, el aire frio que baja por la ladera de la montaña hacia el valle dondel en enfriamiento es más fuerte, se va a encontrar con un aire que es más frio aún, originando la inversión.

B. La inversión por efecto advectivo, se origina cuando una masa de aire caliente se mueve horizontalmente sobre una superficie más fria. La parte inferior de la masa de aire caliente cede parte de su calor a la superficie terrestre, enfriándose más rapidamente que la parte inferior que la superior.

C. La inversión por efecto de subsidencia, también llamada anticiclónica ocurre en las zonas de altas presiones. En la tropósfera media, una masa de aire desciende creándose un flujo desde el centro hacia la periferia de la tropósfera más baja (8).

3.2.4 PRECIPITACION

Uno de los mejores limpiadores de la atmósfera es la precipitación en su estado líquido o sólido. Sin embargo, la eliminación de un contaminante por precipitación provoca la contaminación del agua y la tierra. Como ejemplo tenemos que en granjas cercanas a fábricas de fertilizantes en el Canadá, se encontraron hasta 39 p.p.m. de residuos de fósforo en

../..

los tanques de dichas granjas [9].

3.2.5 HUMEDAD

La presencia de humedad en el ambiente, provoca la aceleración o retardo de las reacciones químicas entre gases y partículas [10].

3.2.6 RESUMEN DE FACTORES QUE AFECTAN LA DIFUSION DE CONTAMINANTES [11]

INCREMENTO EN	CONTAMINACION MAYOR (+) MENOR (-)	EFECTO TIPICO
PRECIPITACION	-	Limpia el aire
HUMEDAD	+	Disuelve muchos contaminantes; hace más visible la contaminación
NIEBLA	+	Igual al anterior
LUZ SOLAR	+	Inicia la oxidación
VELOCIDAD DEL VIENTO	+ -	Menos polución cerca de la fuente, pero lo distribuye
DIRECCION DEL VIENTO DE UNA FUENTE CONTAMINANTE	+	Aumenta la contaminación de otras zonas
INVERSION	+	Menos dispersión
PRESION BAROMETRICA	+	Vientos suaves, menor dispersión
ALTURA DE CHIMENEA	-	Ayuda a la dispersión y dilución
MONTAÑAS, COLINAS	+	Provoca vientos suaves
VALLES	+	Atrapan a los contaminantes
LLANOS	-	Ayudan a la dispersión
DISTANCIA DE LA FUENTE CONTAMINANTE	-	Igual al anterior

../..

3.3 PARAMETROS METEOROLOGICOS ESTUDIADOS

La zona propósito de nuestras mediciones y estudios es la conocida como Urbanización Industrial La Yaguara (fig. 3.5).

Los parámetros meteorológicos observados fueron:

a. Temperatura del aire
b. Humedad relativa
c. Viento de superficie
d. Radiación solar
e. Precipitación
f. Presión barométrica.

3.4 UBICACION ESPECIFICA DE LOS PUNTOS DE OBSERVACION METEOROLOGICA

El área de observaciones y los puntos específicos donde se realizaron las mediciones de los parámetros mencionados, se distinguen en la figura 3.6, los puntos señalados en ella son:

M1. Azotea del Edificio de La Electricidad de Venezuela

M2. Calle 11, Edificio Aragón

1. Cruce de calle 6 con calle G, Colinas de Vista Alegre

2. Cruce Avenida Intercomunal de Antímano con Avenida Garcí González de Silva

3. Puente N° 1, Avenida Garcí González de Silva

4. Puente N° 2, Avenida Garcí González de Silva

5. Cruce de calle 3 con calle 4

6. Puente N° 3, Avenida Garcí González de Silva

../..

7. Puente N° 4, Avenida Garcí González de Silva

8. Avenida El Junquito, frente a los Laboratorios Protex Amer

9. Cruce de Avenida N° 1 con calle 13

10. Cruce de Avenida N° 1 con calle 6

11. Cruce de Avenida N° 2 con calle 5.

Los que corresponden a las siglas M1 y M2, son las estaciones fijas, en cada una de las cuales se registraba con un meteorógrafo.

Los numerados del 1 al 11 son las estaciones móviles, donde se medía además de la temperatura del aire, la velocidad y dirección del viento en superficie.

3.5 EQUIPOS UTILIZADOS EN LA MEDICION DE LAS VARIABLES METEOROLOGICAS

a. Dos (2) anemómetros de mano de principio mecánico.
Utilizadas con el objeto de medir la dirección y velocidad del viento.

b. Dos (2) psicrómetros portátiles de principio mecánico.
Utilizados con el objeto de medir las temperaturas del bulbo húmedo y bulbo seco, tanto en superficie como en altura.

c. Un (1) altímetro portátil de principio mecánico.
Utilizado con el objeto de medir la altura en los cortes verticales de temperatura.

d. Un (1) actinógrafo de principio mecánico.
Utilizado con el objeto de medir la radiación solar en la zona. De registro semanal.

../..

e. Dos (2) meteorógrafos de principio mecánico.

Utilizados con el objeto de medir temperatura, humedad relativa y presión atmosférica. De registro semanal.

(ver apéndice)

PLANO DE LA ZONA ESTUDIADA

FIGURA 3.5

UBICACION DE LOS PUNTOS DONDE SE MIDIERON LAS VARIABLES METEOROLOGICAS

FIGURA 3.6

NOTAS AL CAPITULO 3

(1)	M. A. A. P.	Pág. 3
(2)	A. P. A. D.	Pág. 130
(3)	C A D A F E	Sec. 7.12
(4)	H. E.	Cap. 3
(5)	CONF	Pág. 30
(6)	T. D. A.	Cap. 1
(7)	SELLERS	Pág. 195
(8)	E. C. G.	Pág. 53
(9)	H. E.	Pág. 30
(10)	H. E.	Pág. 32
(11)	H. E.	Pág. 33

CAPITULO 4

ECUACIONES DE DISPERSION DE CONTAMINANTES EN LA ATMOSFERA

4.1 INTRODUCCION

El fin de este capítulo es explicar como los contaminantes se dispersan en la atmósfera, cuando provienen de una fuente fija de polución. Se desarrollan las diferentes teorias y métodos empleados por investigadores de este problema, así como las varia les que lo afectan.

4.2. CONSIDERACIONES GENERALES

La concentración del humo y su dirección de transporte, tiene una variación diaria y estacional que es consecuencia de esa misma variación en los elementos meteorológicos que la afectan; por esa razón las situaciones sinópticas deben ser tomadas en cuenta cuando se quiera hacer un pronóstico de la contaminación potencial del aire [1].

El humo lanzado a la atmósfera se comportará de acuerdo con el grado de estabilidad que presente el medio en las cercanías de la boca de la chimenea. Son dos los tipos de condiciones: [2]

A. Si la chimenea queda dentro de la capa de inversión.

B. Si la chimenea esta por encima del tope de la inversión.

En la chimenea (A) del diagrama 4.1, el humo sube hasta la

base de la inversión de la cual actua como una tapa que bloquea todo tipo de intercambio de masa con el nivel superior. En la base de la inversión el material contaminante se acumula creando algunas veces una capa muy densa de impurezas atmósfericas que disminuye la visibilidad. La difusión es esencialmente horizontal (3).

En la chimenea (B), todo el humo desprendido queda inicialmente confinado a la capa de inversión, por lo que el flujo de masa es hacia abajo, pero el efecto de la velocidad de escape lo lleva hacia arriba. Este caso da origen a una difusión en la atmósfera libre. La contribución del viento es más marcada porque a esos niveles ΔT es muy pequeño y el efecto de la flotabilidad es despreciable. En todos los niveles el aumento de la velocidad del viento modifica el cuadro de la inversión.

A. Cuando la base de la inversión queda por debajo de la salida del humo, tal como se observa en el diagrama 4.2 se tiene el caso típico del humo con movimiento vertical dentro de una capa de inversión. La velocidad de salida del humo y su temperatura, permiten que la nube de humo cruce el tope de la inversión.

../..

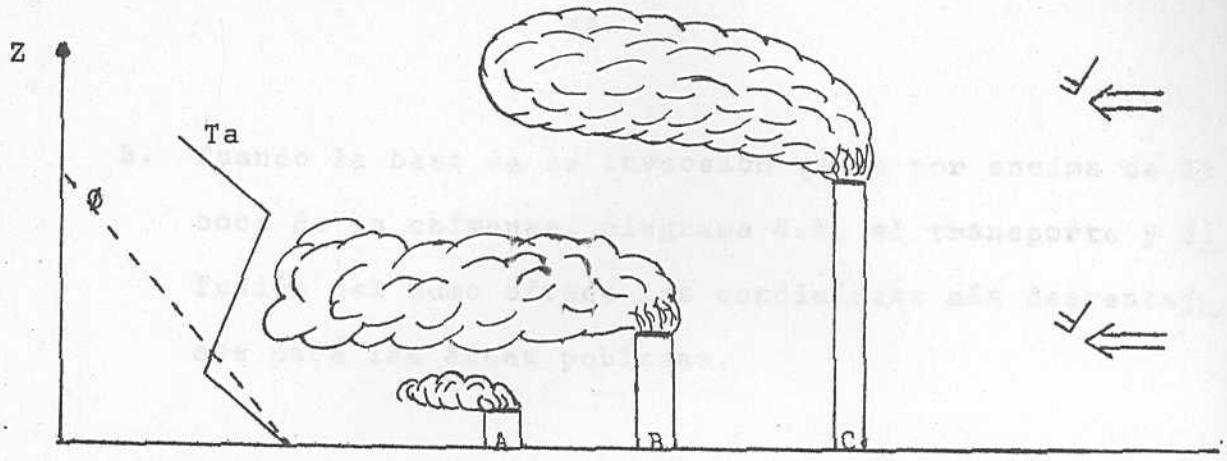


Diagrama 4.1 Comportamiento de una inversión según la altura de la Chimenea.

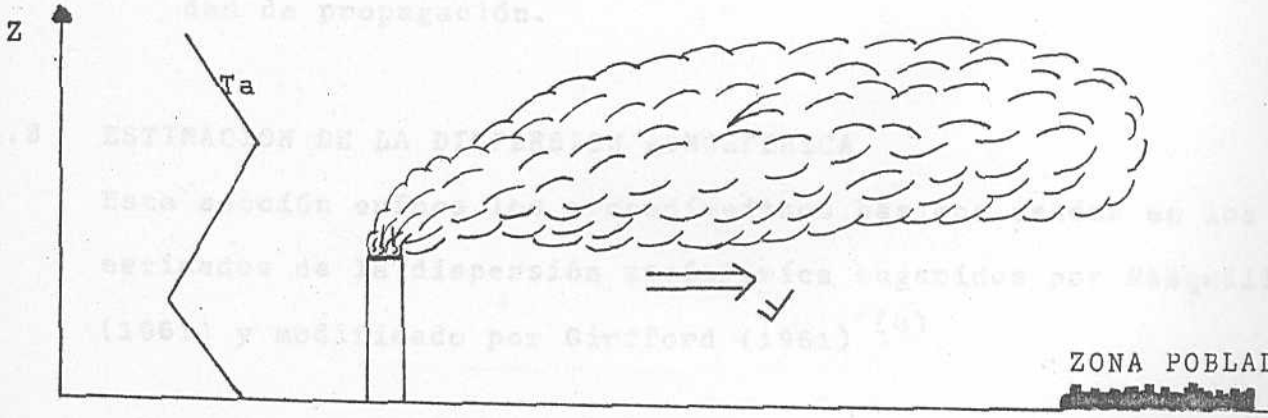


Diagrama 4.2 Caso de la boca de la Chimenea en la capa de inver sión.

B. Cuando la base de la inversión queda por encima de la boca de la chimenea, diagrama 4.3, el transporte y difusión del humo ofrece las condiciones más desventajosas para las áreas pobladas.

Cuando la base de la inversión añcanza la altura de la boca de la chimenea, se inicia la difusión hacia el suelo, mientras euq la difusión hacia arriba es escasa. El resultado es una repentina concentración en superficie, corriente abajo del viento.

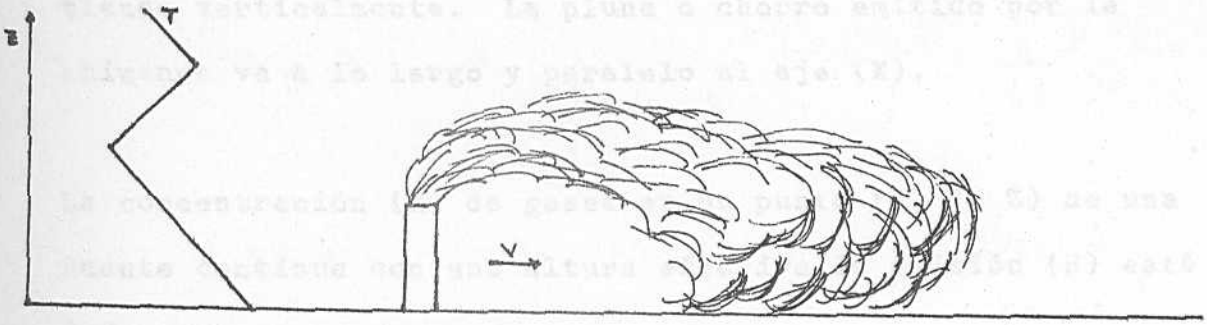
Cuando la inversión continúa levantándose, diagrama 4.3 la concentración disminuye en vista de la mayor profundidad de propagación.

4.3 ESTIMACION DE LA DISPERSION ATMOSFERICA

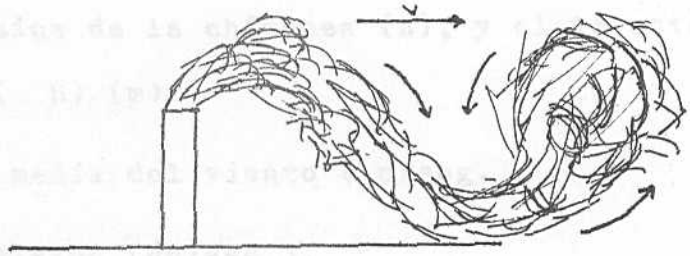
Esta sección enfoca los procedimeitnos básicos usados en los estimados de la dispersión atmósferica sugeridos por Pasquill (1961) y modificado por Girfford (1961) [4].

El sistema de coordenadas considerado, tiene el origen a nivel de la tierra, en la intersección de ésta con la dirección del punto de emisión; el eje (X) se extiende horizontalmente en la

../..



DIFUSION DE TIPO FUMIGACION



DIFUSION EN UNA ATMOSFERA INESTABLE

DIAGRAMA 4.3

dirección media del viento; el eje (Y) está en el plano horizontal perpendicular al eje (X); y el eje (Z) se extiende verticalmente. La pluna o chorro emitido por la chimenea va à lo largo y paralelo al eje (X).

La concentración (K) de gases en un punto (X, Y, Z) de una fuente continua con una altura efectiva de emisión (H) está dada por:

$$K(X, Y, Z; H) = \frac{Q}{2\,\sigma y\,\sigma z\,u} \exp\left[-1/2\left(\frac{Y}{\sigma y}\right)^2\right] \exp\left[-1/2\left(\frac{Z-H}{\sigma z}\right)^2\right] + \exp\left[-1/2\left(\frac{Z+H}{\sigma z}\right)^2\right] \qquad 4.1$$

Donde:

H: Altura de la línea central de la pluma, es la suma de la altura física de la chimenea (h), y el levantamiento de la pluma (H) (m).

u: Velocidad media del viento (m/seg.).

Q: Rata de emisión (gr/seg.).

K: Concentración (gr/m^3).

σy, σz: Desviación promedio de la distribución normal en el sentido (Y) y (Z). (m).

../..

Para concentraciones calculadas a nivel de la tierra (Z=0) la ecuación 4.1 se simplifica a [5]:

$$K(X,Y,0;H) = \frac{Q}{\sigma y \sigma z\ u} \exp\left[-1/2\left(\frac{Y}{y}\right)^2\right] \exp\left[-1/2\left(\frac{H}{\sigma z}\right)^2\right] \quad 4.2$$

Cuando la concentración ha sido calculada a lo largo de la línea central de la pluma (Y=0), se simplifica aún más:

$$K(X,0,0;H) = \frac{Q}{\sigma y\ \sigma z\ u} \exp\left[-1/2\left(\frac{H}{\sigma z}\right)^2\right] \quad 4.3$$

Para una fuente al nivel de suelo, con levantamiento de la pluma no efectivo:

$$K(X,0,0;0) = \frac{Q}{\sigma y\ \sigma z\ u} \quad 4.4$$

4.3.1 EFECTO DE LA ESTABILIDAD

Los valores de σy y σz varían con la estructura de la turbulencia de la atmósfera, alturas sobre la superficie, rugosidad de la superficie, tiempo de muestreo en que la concentración ha sido estimada, velocidad del viento y distancia de la fuente. Con todas esta variables, se catalogaron los tipos de estabilidad en el siguiente cuadro.

../..

TABLA 4-1

CATEGORIAS DE ESTABILIDAD

VELOCIDAD DEL VIENTO (a 10 m) m/seg.	DIA (RADIACION SOLAR) Fuerte	Moderado	Ligera	NOCHE Nubosidad 4/8	- 3/8
2	A	A-B	B	-	-
2 - 3	A-B	B	C	E	F
3 - 5	B	B-C	C	D	E
5 - 6	C	C-D	D	D	D
6	C	D	D	D	D

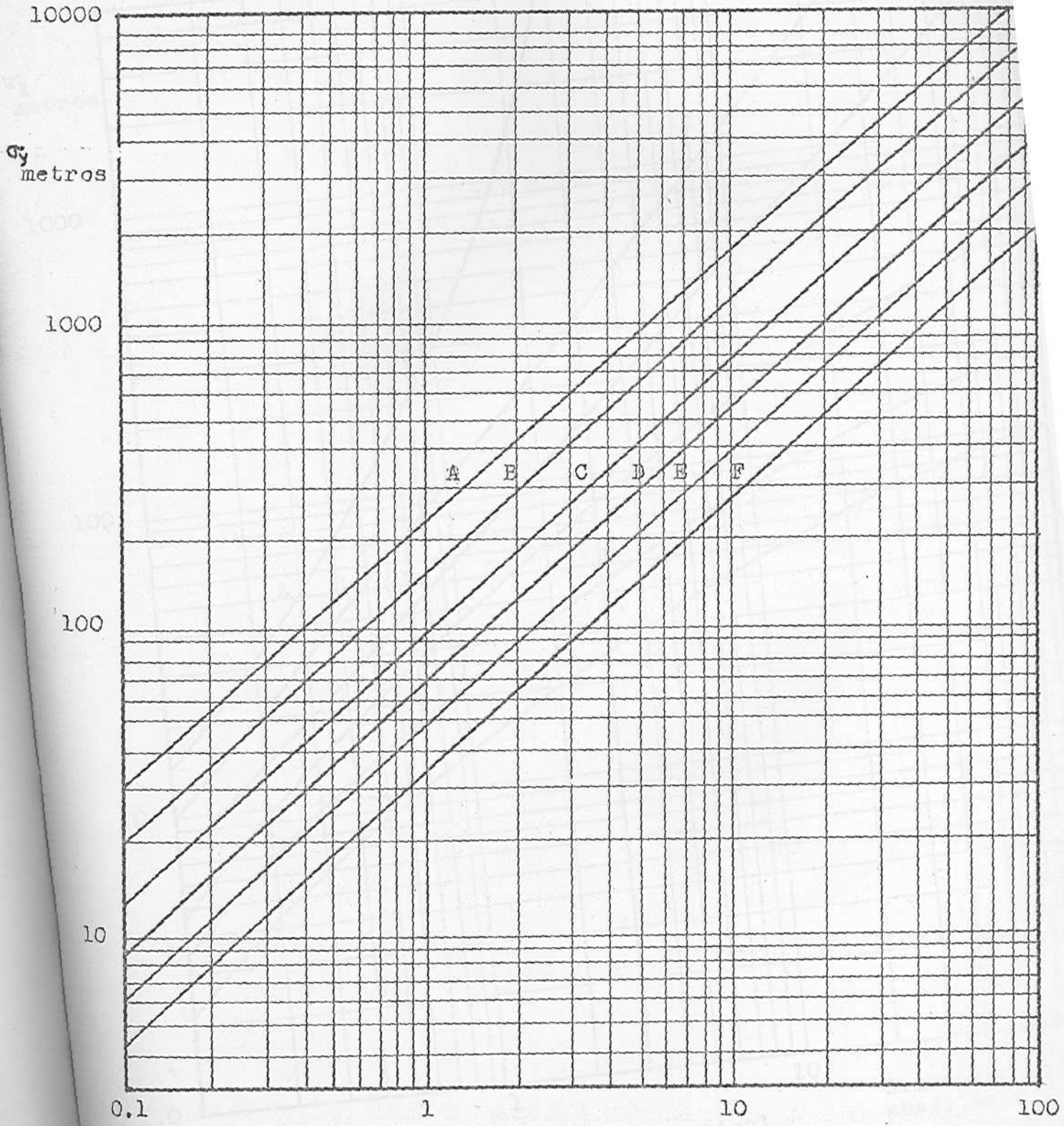
(6)

La radiación solar se determina con un actinógrafo

4.3.2 ESTIMACION DE LA DISPERSION VERTICAL Y HORIZONTAL

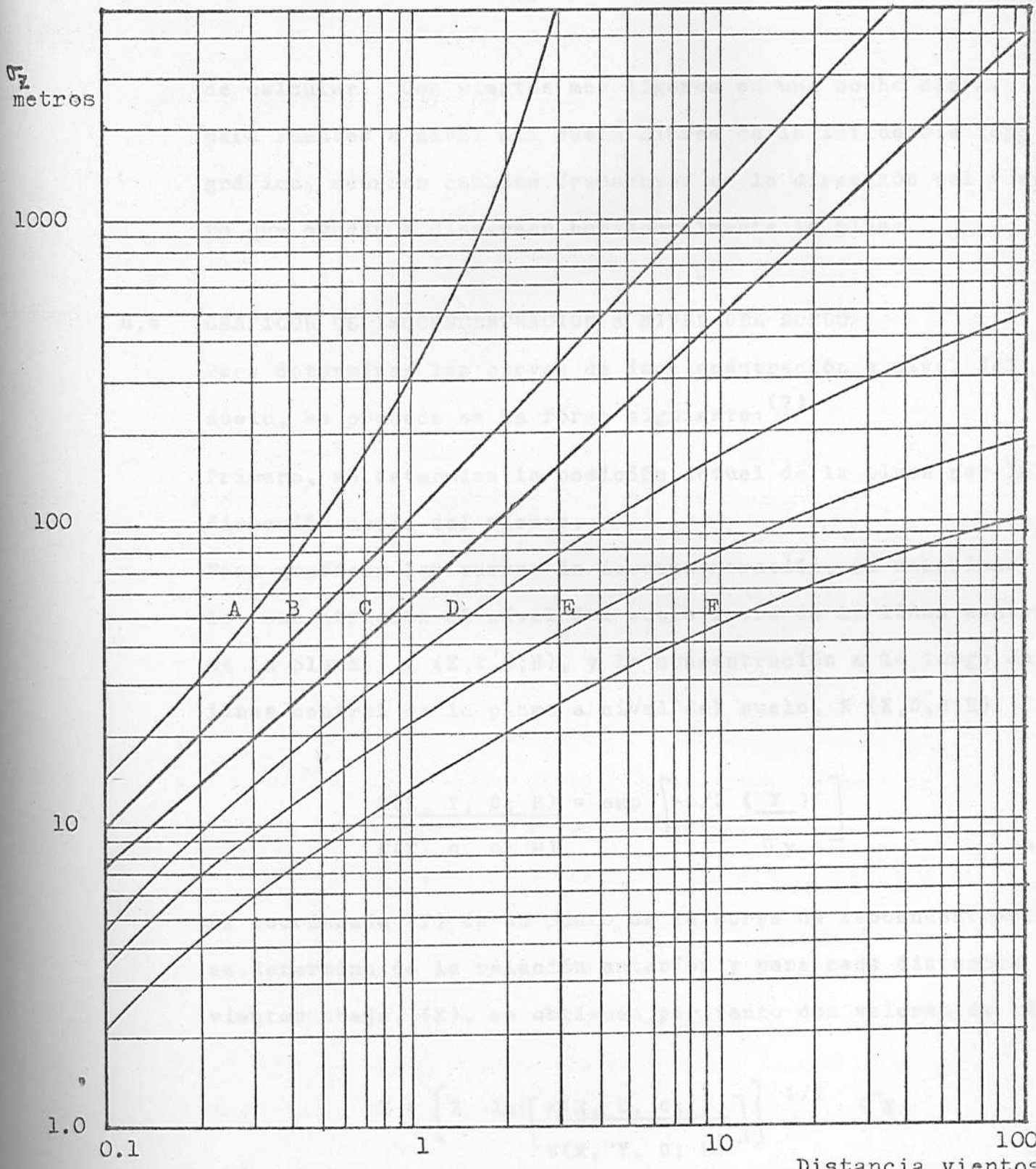
Una vez determinada la clase de estabilidad de la tabla (4-1) se pueden evaluar los estimados de σy y σz como una función de la distancia vientos abajo sobre la superficie, (X), usando las figuras 4.1 y 4.2. Los valores σy , σz son representativos para un tiempo de muestreo de diez minutos. Las figuras 4.1 y 4.2 se aplican estrictamente en superficies a campo abierto. Si la propagación vertical es menor que los valores en la clase (F) con vientos muy ligeros y una noche clara, las estimaciones cuantitativas de las concentraciones son casi imposible

../..



Coeficiente de dispersión horizontal como una función de la distancia vientos abajo,a partir de la fuente

FIGURA 4.1



Coeficiente de dispersión vertical como una función de la distancia vientos abajo,a partir de la fuente

FIGURA 4.2

de calcular. Con vientos muy ligeros en una noche clara, para fuentes a nivel del suelo libres de la influencia topo gráfica, ocurren cambios frecuentes en la dirección del vie to que ayudan a dispersar horizontalmente la pluma.

4.4 GRAFICOS DE ISOCONCENTRACION A NIVEL DEL SUELO

Para determinar las curvas de isoconcentración a nivel del suelo, se procede en la forma siguiente:[7]

Primero, se determina la posición actual de la pluma por la dirección media del viento.

Para graficar las curvas de isoconcentración, se relaciona la concentración al nivel del suelo fuera de la línea centr de la pluma, K (X,Y,0;H), y la concentración a lo largo de línea central de la pluma a nivel del suelo, K (X,0,0;H).

$$\frac{K(X,\ Y,\ 0;\ H)}{K(X,\ 0,\ 0;\ H)} = \exp\left[-1/2\ \left(\frac{Y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

La coordenada (Y) de un punto de la curva de isoconcentraci se determina de la relación anterior y para cada distancia vientos abajo, (X), se obtienen por tanto dos valores de (

$$Y = \left\{2\ \ln\left[\frac{K(X,\ 0,\ 0;\ H)}{K(X,\ Y,\ 0;\ H)}\right]\right\}^{1/2}\ \sigma_y$$

../..

En conclusión al calcular la relación para varios valores de (X) se obtiene los respectivos valores de (Y); quedando así determinados los puntos de la curva de isoconcentración.

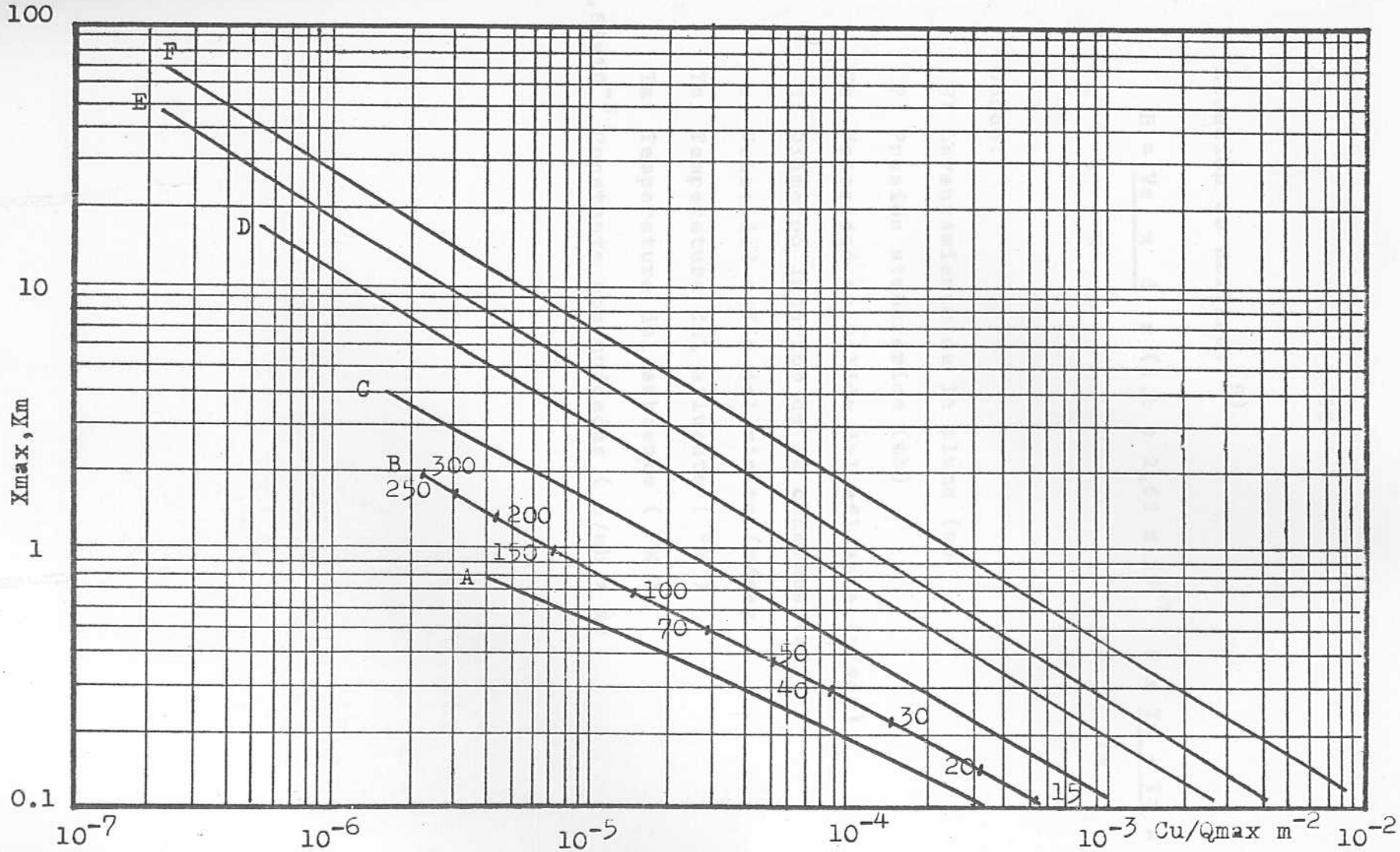
4.5 CALCULO DE LAS CONCENTRACIONES MAXIMAS A NIVEL DEL SUELO

La figura 4.3, da la distancia al punto de máxima concentración, X max, y la concentración máxima relativa K max, (u/Q) como una función de la altura efectiva de emisión y de los tipos de estabilidad. La concentración máxima K max, se puede determinar al encontrarse K(u/Q) como una función de (H) y del tipo de estabilidad. La figura 4.3 fué preparada a partir de las curvas de concentración contra distancias vientos abajo.

4.6 ALTURA EFECTIVA DE EMISION (H)

Los factores que afectan la altura efectiva de emisión son[8] velocidad del efluente a la salida de la chimenea Vs; la temperatura del efluente a la salida de la misma, (Ts); y por último el diámetro, (d). Los factores meteorológicos que influyen en la mencionada altura efectiva, son: la velocidad del viento, (u); la temperatura del ambiente, (Ta); la variación de la velocidad del viento con la altura, (du/dz); y la variación vertical de la temperatura con la altura, (dt/dz).

../..



Distancia de concentración y máximo Cu/Q como función de estabilidad y altura efectiva de emisión

FIGURA 4.3

Ecuación de Holland:[9]

$$H = \frac{Vs \times d}{u} \times \left(1{,}5 + 2{,}68 \times 10^{-3} \; P \times \frac{Ts - Ta}{Ts} \times d\right) \qquad 4.7$$

Donde:

H: Levantamiento de la pluma (m)

P: Presión atmósferica (mb)

Vs: Velocidad de salida del efluente (m/seg)

d: Diámetro interior de la chimenea (m)

u: Velocidad media del viento (m/seg)

Ts: Temperatura del efluente (°K)

Ta: Temperatura del ambiente (°K)

$2{,}68 \times 10^{-3}$ Constante con unidades (1/mb x m)

NOTAS AL CAPITULO 4

(1)	T. D. A.	Pág. 1
(2)	FINAL	Sec.2.4
(3)	M. A. A. P.	Pág.33
(4)	C. P. EC. - IVP.	Pág.79
(5)	SELLERS	Pág.183
(6)	SELLERS	Pág.190
(7)	C. P. EC. - IVP.	Pág.77
(8)	C. A. D. A. F. E.	Sec.7.1.3.1
(9)	SELLERS	Pág.195

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
BIBLIOTECA
Caracas

CAPITULO 5

MEDICIONES DE CAMPO

5.1 INTRODUCCION

El presente capítulo versa sobre el trabajo de campo efectuado en la zona escogida para el estudio. En él se incluyen la recolección de los datos meteorológicos, concentración de contaminantes y los equipos utilizados para medir estas concentraciones.

5.2 ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS METEOROLOGICOS

Los resultados de las observaciones meteorológicas se graficaron en las figuras que a continuación se anexan.

5.2.1 LINEAS DE CORRIENTE E ISOTAXAS

Estan trazadas en las figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, ellas representan las líneas de corriente de viento predominantes en las horas de medición.

Las líneas isotaxas nos indican los distintos puntos que tienen igual velocidad de viento en un instante.

5.2.2 LINEAS ISOTERMAS

Las figuras 5.5 a 5.16, muestran las curvas mensuales para las distintas horas de medición, en los once (11) puntos fijados. Señalan los puntos de la zona que tienen una mis

ma temperatura a una hora determinada.

5.2.3 CORTES VERTICALES DE TEMPERATURA

Las figuras 5.17, 5.18 y 1.19 muestran como varía la temperatura con la altura.

Fueron realizadas en la vía al Junquito, en los días y horas de medición fijados. El equipo de medición utilizado para tal fin fue un altímetro y un psicrómetro.

Se tomó como punto de referencia el señalado con el Nº 2 en la figura 3.6, el cual se encuentra en una cota de 910 metros sobre el nivel del mar.

5.2.4 TABLAS Y CURVAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

Las figuras 5.20 a 5.31 nos indican la variación horaria promedio de la temperatura y humedad a lo largo del mes.

Fueron hechas ploteándo los valores de estas variables durante todo el período de observación.

5.2.5 RADIACION SOLAR

La radiación solar, fue determinada para los días en los

../..

cuales se hicieron los cortes verticales de temperatura.

MEDIAS ENTRE LAS 08:00 Y 18:00 HLV

MARZO	ABRIL	MAYO
5 cal/cm^2/min	5.5cal/cm^2/min	5,3 cal/cm^2/min

../..

FIGURA 5.1

LINEAS DE CORRIENTE ——

ISOTAXAS EN m/seg ---

08.00 HR.

FIGURA 5.2
LINEAS DE CORRIENTE ——
ISOTAXAS EN m/seg ---
14.00 HR.

FIGURA 5.3

LINEAS DE CORRIENTE ——

ISOTAXAS EN m/seg ---

19.00 HR.

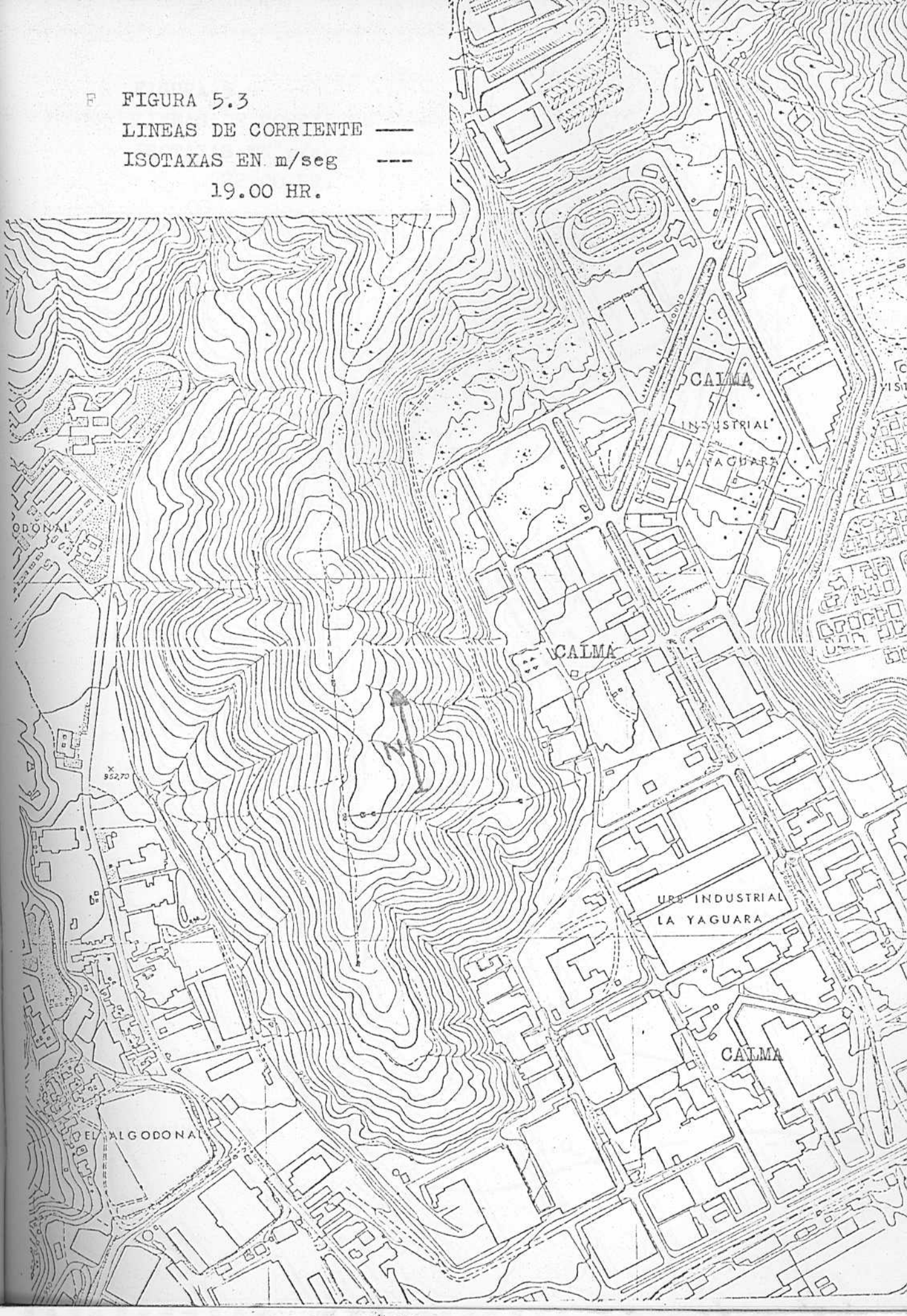


FIGURA 5.4

LINEAS DE CORRIENTE ——

ISOTAXAS EN m/seg ----

22.00 HR.

FIGURA 5.5
ISOTERMAS EN °C
08.00 HR.
MARZO

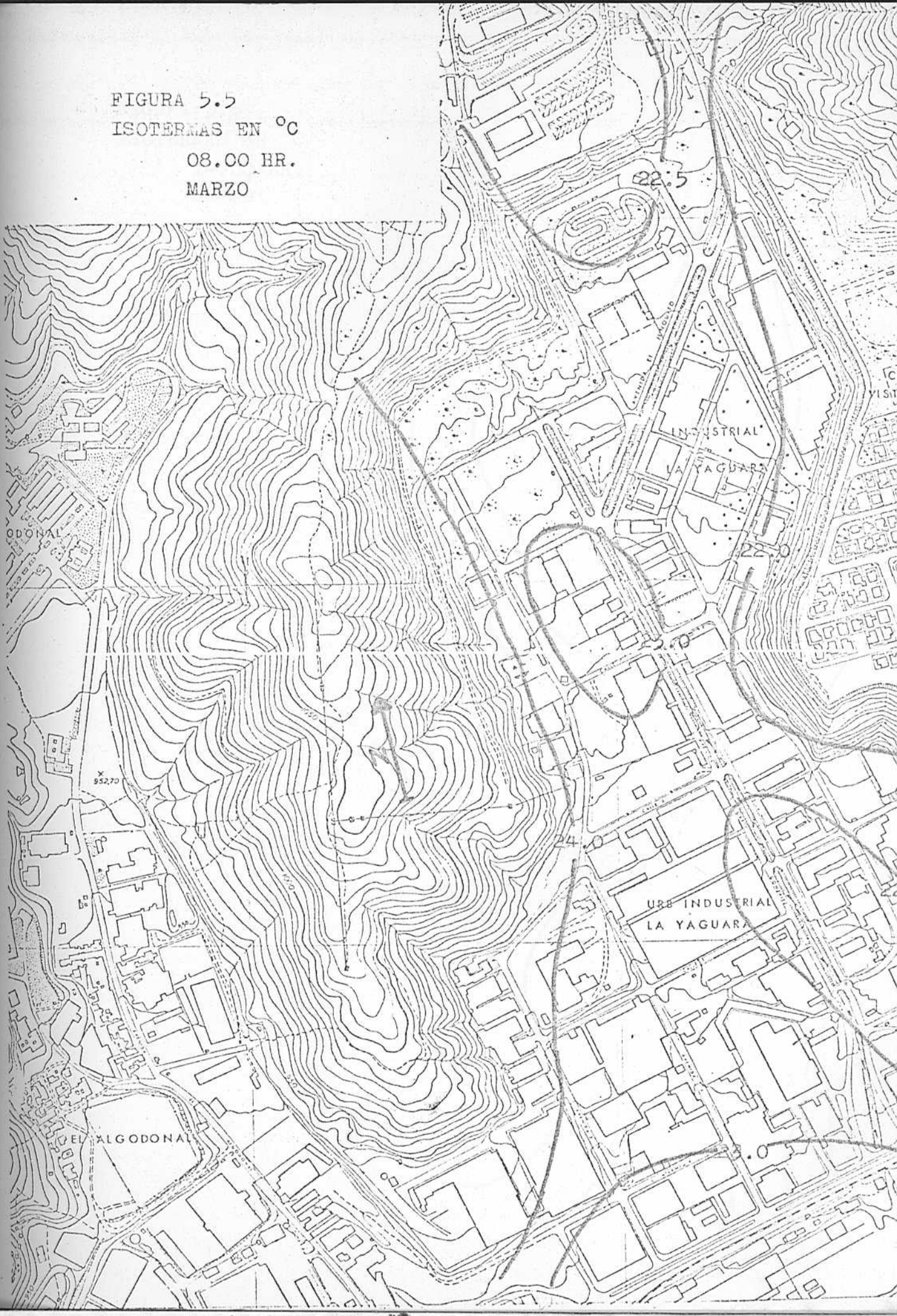


FIGURA 5.6
ISOTERMAS EN °C
14.00-HR.
MARZO

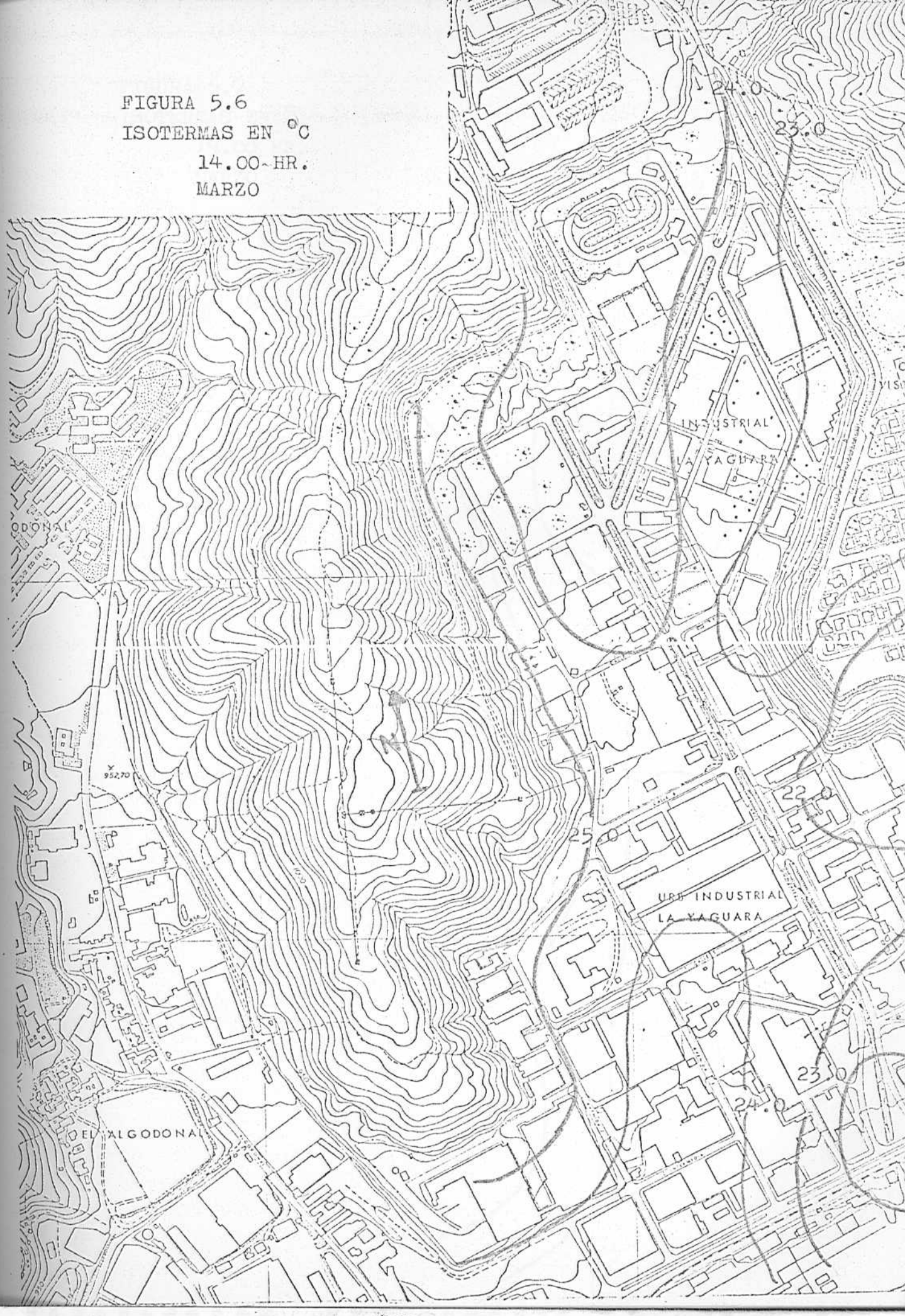


FIGURA 5.7
ISOTERMAS EN °C
19.00 HR.
MARZO

FIGURA 5.8
ISOTERMAS EN °C
22.00 HR.
MARZO

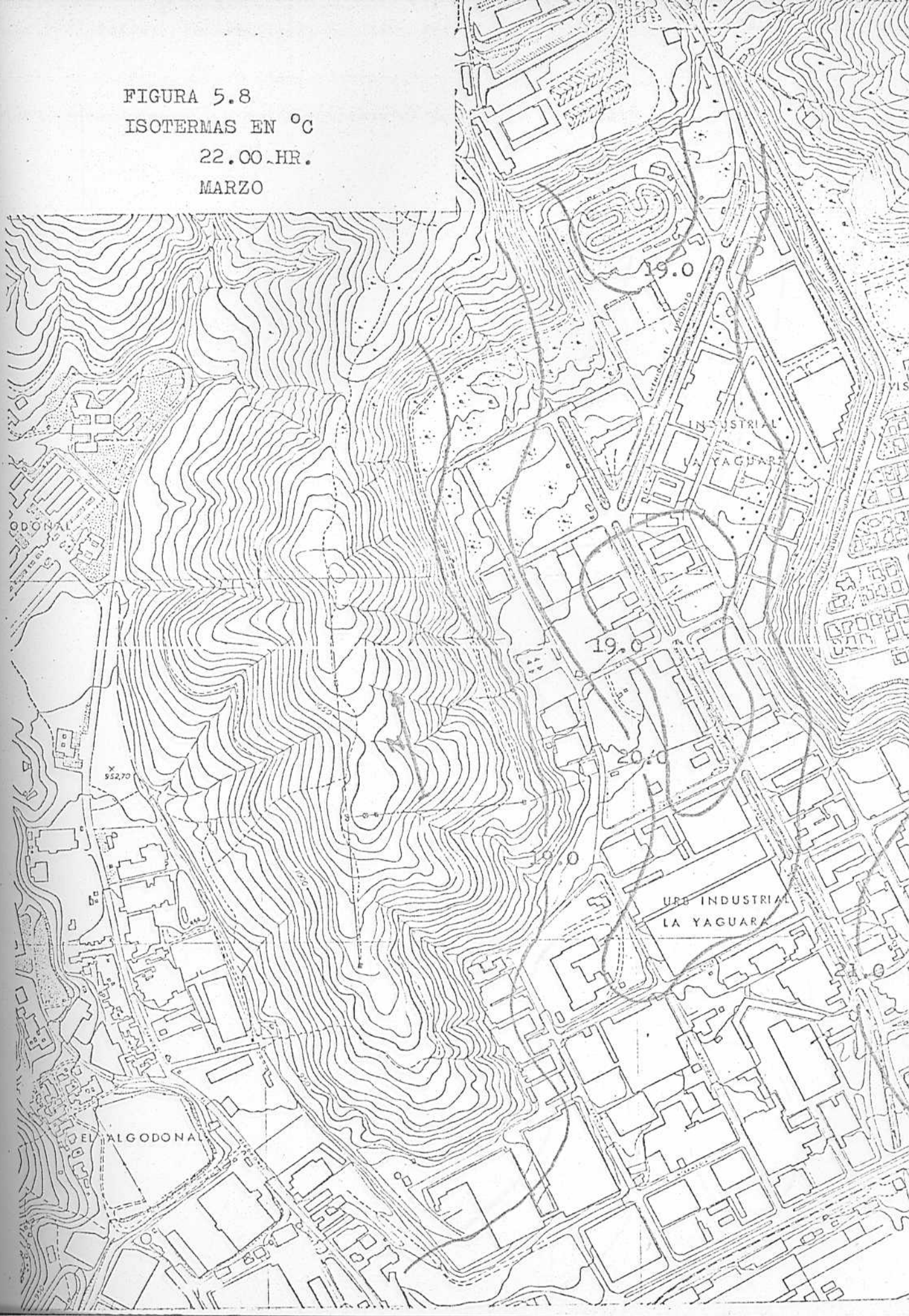


FIGURA 5.9
ISOTERMAS EN °C
08.00
ABRIL

FIGURA 5.10
ISOTERMAS EN °C
14.00 HR.
ABRIL

FIGURA 5.11
ISOTERMAS EN °C
19.00 HR.
ABRIL

FIGURA 5.12
ISOTERMAS EN °C
22.00 HR.
ABRIL

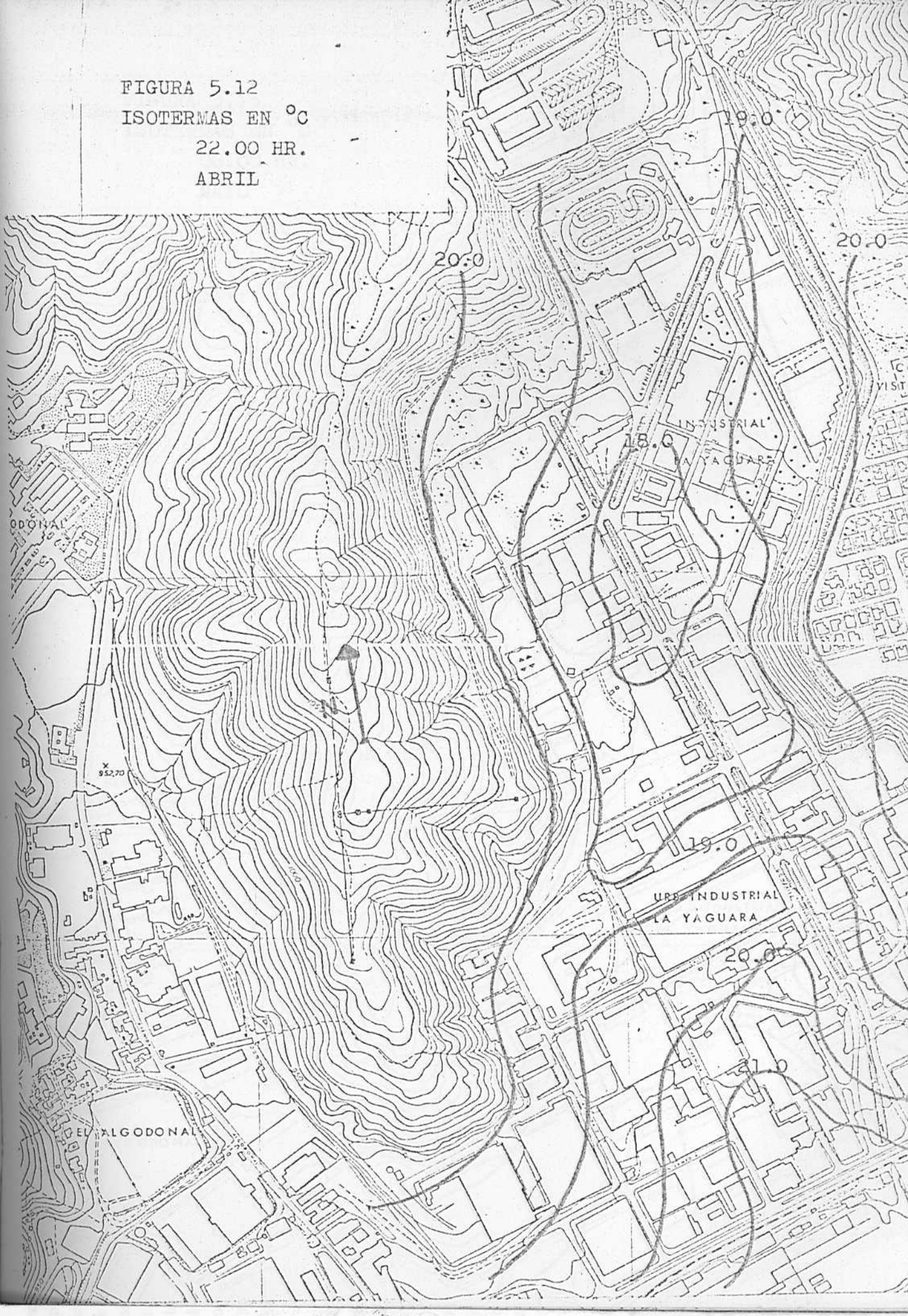
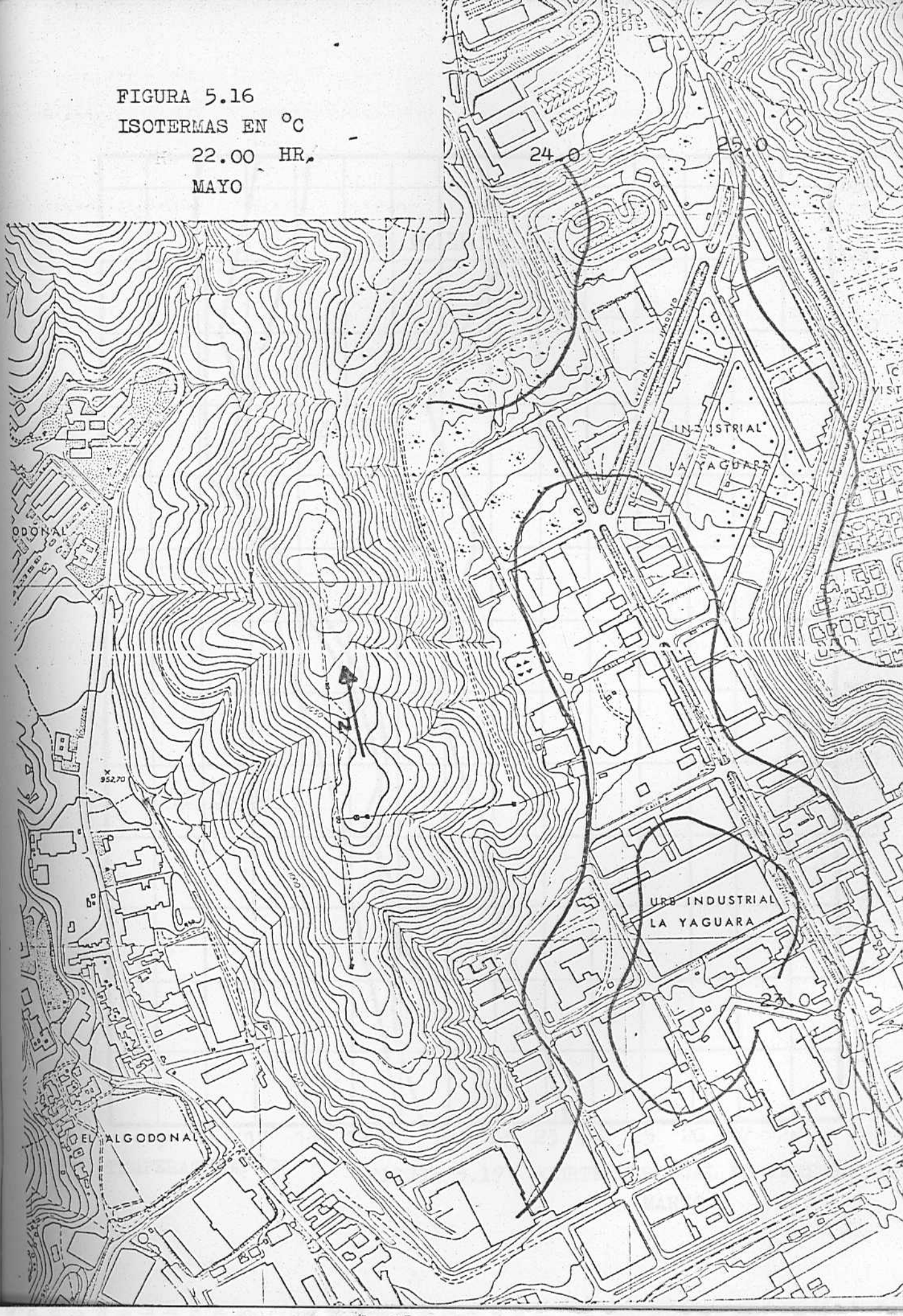


FIGURA 5.13
ISOTERMAS EN °C
08.00 HR.
MAYO

FIGURA 5.14
ISOTERMAS EN °C
14.00 HR.
MAYO

FIGURA 5.15
ISOTERMAS EN °C
19.00 HR.
MAYO

FIGURA 5.16
ISOTERMAS EN °C
22.00 HR.
MAYO



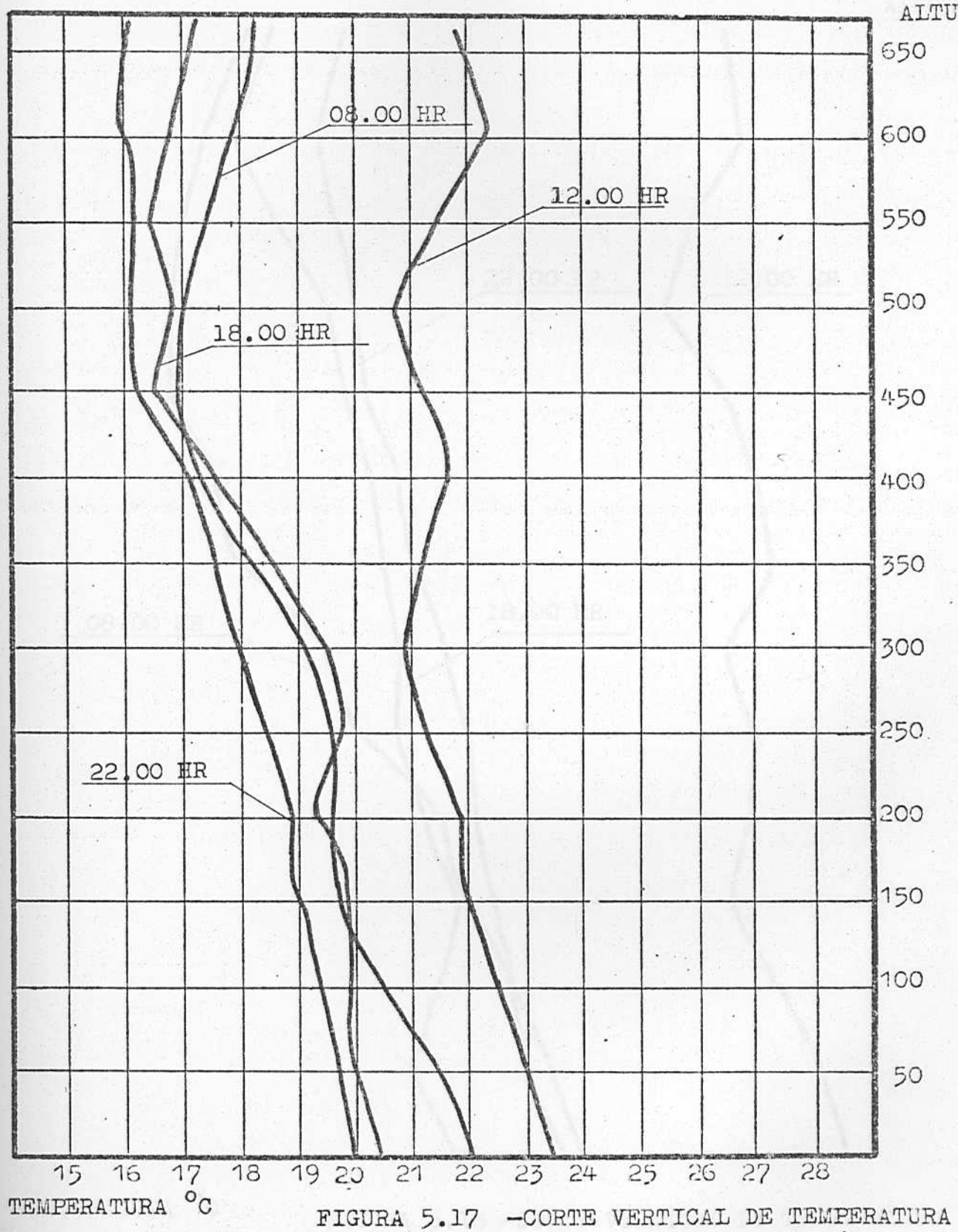


FIGURA 5.17 -CORTE VERTICAL DE TEMPERATURA MARZO

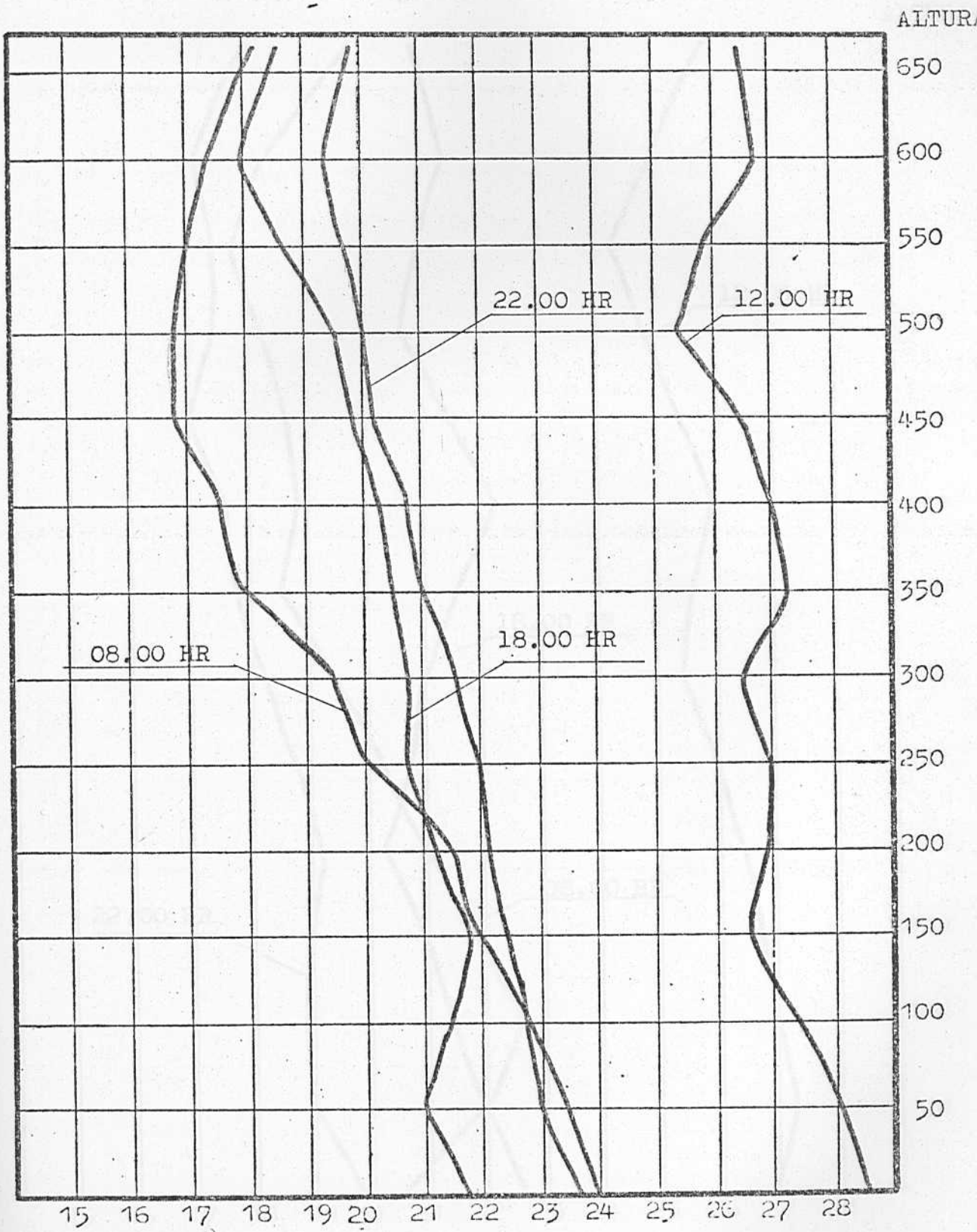


FIGURA 5.18 -CORTE VERTICAL DE TEMPERATURA
ABRIL

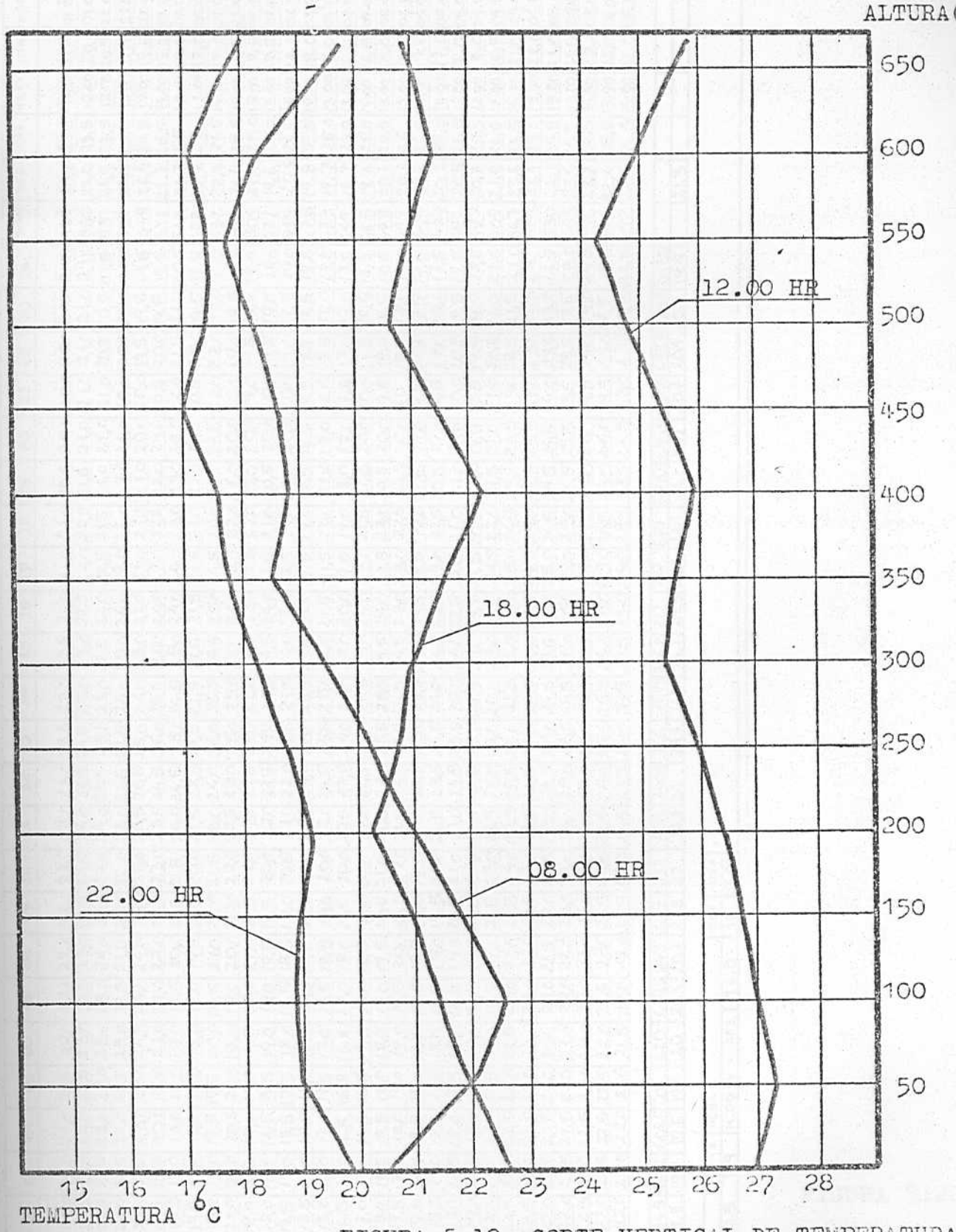


FIGURA 5.19 —CORTE VERTICAL DE TEMPERATURA

MAYO

MES: MARZO AÑO 1975 ELEMENTO: TEMPERATURA °C LUGAR: LA YAGUARA

DIAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SUMA	MED	MAX.	HORA	MIN	HORA	AMP
1	20,0	20,0	21,0	21,0	21,5	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	23,0	23,0	23,5	23,0	22,5	21,0	21,0	21,0	20,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	489	20,3	23,5	13.00	20,0	01.00	3,5
2	20,0	20,5	21,0	22,0	22,5	23,0	23,5	23,0	23,5	24,0	24,0	24,5	24,5	23,0	23,0	22,5	22,0	22,0	21,5	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	530	22,0	23,5	12.00	20,0	01.00	3,5
3	21,0	21,0	21,5	22,0	22,0	23,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,5	23,0	23,0	22,5	22,0	22,5	21,5	21,0	21,0	21,0	20,5	20,5	20,5	551	22,9	23,5	12.00	20,5	22.00	3,0
4	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	22,5	22,0	22,0	22,0	22,5	22,5	24,0	25,0	24,0	23,0	22,0	22,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	527	22,0	25,0	15.00	20,0	22.00	5,0
5	20,5	21,0	22,0	23,0	23,0	24,5	24,0	24,0	25,0	25,0	26,5	26,5	25,0	24,0	23,0	23,0	21,0	21,0	21,0	20,0	20,0	19,5	19,5	19,5	538	22,4	25,5	12.00	19,5	22.00	6,0
6	19,5	19,5	19,0	20,0	20,0	21,0	21,0	22,0	22,5	23,0	23,0	24,5	26,0	25,5	26,0	24,0	23,0	22,5	22,0	21,0	20,5	20,0	19,5	19,5	521	21,7	25,5	14.00	19,0	03.00	6,5
7	19,0	18,5	18,0	18,0	18,0	19,0	19,5	20,0	21,5	21,5	24,0	24,5	25,0	24,5	25,0	24,0	24,0	23,0	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0	20,5	512	21,3	25	13.00	18,0	03.00	7,0
8	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	18,0	19,0	19,0	19,5	20,0	21,5	22,0	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,0	21,0	20,5	20,5	20,0	19,5	19,5	483	20,2	22	12.00	18,0	05.00	4,0
9	19,5	19,0	19,0	19,5	19,5	20,0	20,5	21,0	21,0	21,5	23,0	24,0	26,0	26,5	26,5	25,0	24,5	24,0	23,0	23,5	22,0	22,0	22,0	22,0	532	22,2	26,5	14.00	19,0	03.00	7,5
10	21,5	21,0	21,0	20,5	20,0	19,0	19,0	20,0	20,0	22,0	22,5	23,0	25,0	25,5	23,0	22,0	22,5	22,0	21,0	20,0	20,0	19,0	18,5	18,5	504	21,0	25,5	14.00	18,5	23.00	7,0
11	18,5	19,0	18,5	19,0	19,0	19,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	24,5	25,0	25,0	24,0	23,0	22,5	22,0	21,0	20,0	19,0	19,5	18,5	18,5	504	21,0	25,0	13.00	18,5	01.00	6,5
12	18,5	18,0	18,0	18,5	18,5	19,0	19,0	19,5	19,5	20,0	22,0	23,5	25,0	25,0	24,5	24,0	21,5	21,0	20,5	20,0	20,0	19,5	19,0	19,0	471	19,6	25,0	13.00	18,5	01.00	6,5
13	19,0	19,5	19,0	18,5	18,5	18,0	18,5	18,5	19,0	20,5	21,0	22,0	23,5	24,5	24,0	23,5	22,5	21,0	21,0	20,0	20,0	19,0	19,5	19,0	489	20,4	24,5	14.00	18,0	06.00	6,5
14	18,5	18,5	18,0	18,0	18,0	18,5	18,5	18,5	19,0	20,0	22,0	24,0	25,0	25,5	23,0	20,5	19,5	19,0	18,5	18,5	18,5	18,8	18,5	18,5	475	19,8	25,5	14.00	18,0	03.00	7,5
15	18,0	18,0	18,0	17,5	17,5	17,0	17,5	18,5	19,0	20,0	22,0	24,5	25,0	25,0	22,0	21,5	21,5	20,0	20,0	19,0	18,5	18,5	18,0	17,5	473	19,7	25,0	13.00	17,0	06.00	8,5
16	16,5	16,5	16,0	16,5	16,8	16,8	17,0	18,0	19,5	20,0	20,5	22,0	24,0	24,0	22,0	20,0	19,0	19,0	18,0	18,0	17,5	17,0	17,0	17,5	449	18,7	24,0	13.00	16,0	03.00	8,0
17	17,0	17,0	17,0	16,5	16,5	17,5	18,0	18,5	20,0	20,5	22,0	22,5	25,0	25,5	25,0	24,0	23,0	21,5	21,5	20,0	20,0	19,5	18,5	18,5	465	19,3	25,5	14.00	16,5	04.00	9,0
18	18,0	18,0	18,5	18,5	18,0	18,0	19,0	19,5	20,5	21,0	22,5	23,0	25,5	25,0	24,5	24,0	22,5	22,0	20,5	20,0	19,5	19,5	18,0	18,5	493	20,6	25,5	13.00	18,0	05.00	7,5
19	18,5	17,5	17,5	18,0	19,0	19,0	19,5	20,0	20,5	22,0	22,5	24,0	26,0	25,5	24,5	23,0	23,0	22,5	22,5	20,0	20	18,5	18,0	18,0	499	20,8	26	13.00	17,5	02.00	8,5
20	19,0	19,5	19,0	17,5	18,0	17,5	18,5	18,5	19,0	19,5	20,0	22,5	25,0	26,5	25,0	23,5	23,5	22,0	21,5	21,0	19,5	20,0	19,5	19,0	494	20,6	26,5	14.00	17,5	04.00	9,0
21	19,0	18,5	19,0	18,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	21,5	23,5	24,5	24,0	24,0	23,5	23,0	22,5	20,5	19,0	18,5	18,0	18,0	17,5	484	20,2	24,5	13.00	17,5	05.00	7,0
22	18,0	18,0	17,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	20,5	21,0	21,0	24,5	25,5	25,5	24,0	22,5	22,5	21,0	21,0	20,5	20,0	20,5	19,5	19,5	492	20,5	25,5	13.00	17,0	04.00	8,5
23	19,0	19,0	18,5	18,0	18,5	19,0	18,5	19,5	21,5	22,0	22,5	25,5	25,0	24,5	24,0	23,5	21,5	20,5	21,0	19,5	19,5	19,0	19,0	18,5	497	20,7	25,5	12.00	18,0	04.00	7,5
24	18,5	18,0	18,0	17,0	16,5	17,0	18,5	19,0	21,5	23,0	23,5	26,0	25,5	25,0	23,0	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0	21,0	20,5	21,0	21,0	504	21,0	26,0	12.00	16,5	04.00	9,5
25	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	23,0	23,0	23,5	24,0	25,5	25,5	26,0	26,5	26,0	25,0	25,0	24,5	23,0	23,5	23,0	22,5	21,5	21,0	567	23,6	26,5	14.00	21,0	24.00	5,5
26	23,8	23,5	22,2	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,5	23,0	23,5	23,5	24,0	24,5	25,0	24,5	24,5	24,0	23,5	23,5	23,0	23,0	22,5	22	556	23,1	25,0	15.00	22,0	04.00	3,0
27	22,0	22,0	22,0	21,5	21,0	21,0	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,5	25,0	25,0	24,5	24,5	24,5	24,0	23,5	23,0	22,5	530	22,1	25,5	15.00	21,0	05.00	4,5
28	22,0	22,0	21,5	21,5	21,0	21,0	22,0	22,5	23,0	24,0	24,0	25,0	25,5	25,5	25,0	25,0	25,0	25,0	24,5	25,5	23,5	23,5	23,5	23,0	563	23,4	25,5	13.00	21,0	05.00	4,5
29	22,0	22,5	22,0	22,5	23,0	23,0	23,0	23,0	24,0	24,0	26,5	25,0	25,5	26,5	26,5	26,0	26,0	25,0	25,5	26	24,5	24,0	24,0	24,0	556	23,2	26,5	14.00	22,0	03.00	4,5
30	23,5	23,0	22,5	22,5	22,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	25,5	25,0	25,0	25,0	24,5	24,0	24,0	23,5	23,0	22,5	22,5	562	23,4	25,5	13.00	22,0	06.00	3,5
31	22,0	22,0	22,0	22,0	21,0	21,5	22,0	22,0	21,5	22,0	22,5	23,5	24,0	24,5	24,5	24,0	24,0	23,5	23,5	23,5	23,0	23,0	22,5	22,5	542	22,6	24,5	14.00	21,0	05.00	3,5
SUMA	615,8	614,5	610,2	608,5	609	620	629,5	643	677	682	704	740,5	766	769,5	746,5	722	727	687	673,5	655,5	642,5	633,3	623,8	617,5							
MEDIA	19,8	19,8	19,7	19,6	19,6	20	20,3	20,7	21,8	22	22,7	24	24,7	24,8	24,1	23,3	23,4	22,1	21,7	21,1	20,7	20,4	20,1	19,9		21,3					

		DIA	HORA			DIA	HORA
MAX ABS	26,5	9	14.00	MIN ABS	16,0	16	03.00

FIGURA 5.20

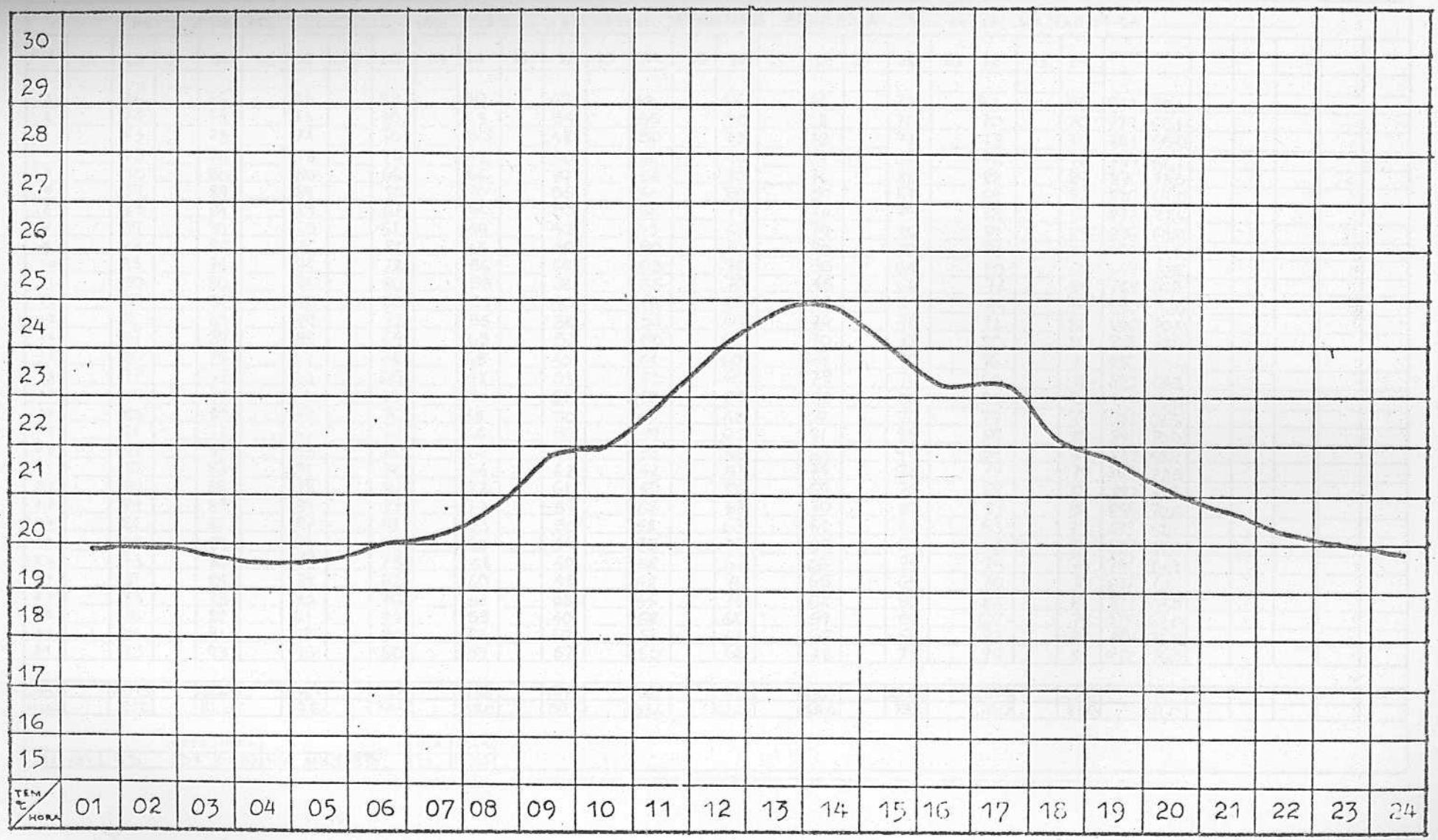


FIGURA 5.21

VARIACION HORARIA DE LA TEMPERATURA PROMEDIO

MARZO

MES: MARZO AÑO 1975 ELEMENTO: HUMEDAD RELATIVA % LUGAR: LA YAGUARA

DIAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SUMA	MED	MAX.	HORA	MIN	HORA	AMP.
1		76		74		85		82		50		43		48		64		74		78		82		86	842	70,1					
2		74		74		74		70		63		54		55		50		68		70		70		70	722	60,1					
3		73		73		74		70		60		48		50		73		72		72		73		73	781	65,0					
4		75		76		76		75		42		40		38		40		69		66		76		76	747	62,2					
5		80		80		80		66		66		39		56		70		76		86		88		89	876	73,0					
6		89		89		89		70		70		55		40		50		59		67		69		82	829	69,0					
7		83		84		84		67		60		50		58		72		74		75		88		88	872	72,6					
8		89		90		65		61		49		42		43		63		74		86		89		85	836	69,0					
9		88		86		86		81		45		40		50		70		80		75		82		76	837	71,6					
10		83		76		84		78		66		68		63		70		56		68		80		86	847	70,6					
11		80		80		84		80		55		38		35		70		45		66		72		84	759	65,7					
12		86		84		80		80		53		40		58		63		62		64		89		86	840	70,0					
13		86		83		79		72		55		38		53		69		74		76		72		82	840	70,0					
14		87		89		86		64		63		52		50		61		70		78		80		80	858	71,5					
15		80		75		82		78		68		40		61		60		69		70		76		77	836	69,6					
16		77		77		60		65		42		53		83		65		78		76		69		70	820	68,3					
17		70		70		70		70		70		61		68		88		88		88		85		85	913	76,0					
18		80		80		78		70		48		60		61		62		69		76		79		79	832	69,3					
19		81		72		66		62		66		66		39		62		71		88		89		89	841	70,0					
20		89		85		83		80		52		51		38		46		63		91		84		87	839	69,9					
21		82		83		84		75		74		62		42		51		74		78		79		79	863	72,0					
22		82		85		78		82		72		61		60		56		69		78		89		89	892	74,3					
23		89		89		89		87		72		57		63		68		70		80		87		86	848	70,6					
24		86		86		87		81		53		50		48		63		62		62		63		75	813	67,1					
25		88		89		84		82		45		44		75		70		65		59		63		73	837	69,7					
26		73		83		73		73		52		40		58		62		65		74		74		74	741	61,7					
27		81		84		84		82		60		43		48		70		65		64		70		70	821	68,4					
28		73		73		73		70		52		38		45		75		68		80		82		82	811	67,5					
29		86		86		81		74		53		40		58		60		59		69		69		79	804	67,0					
30		84		91		78		80		83		69		57		43		65		59		88		89	886	73,8					
31		93		93		93		80		59		57		65		68		72		75		79		84	912	76,0					
SUMA		2543		2528		2467		2307		1798		1571		1661		1892		2104		2283		2360		2510							
MEDIA		82,0		81,5		79,5		74,4		58,0		50,6		53,6		61,0		68,0		73,6		78,0		81,0		69,0					

		DIA	HORA			DIA	HORA
MAX ABS	93	31	02.00	MIN ABS	36	11	14.00

FIGURA 5.22

FIGURA 5.23

VARIACION HORARIA DE LA HUMEDAD RELATIVA

MARZO

MES: ABRIL AÑO 1975 ELEMENTO: TEMPERATURA °C LUGAR: LA YAGUARA

DIAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SUMA	MED.	MAX.	HORA	MIN	HORA	AMP.
1	22,5	22,5	22,0	21,5	21,5	21,5	21,0	21,5	24,0	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	27,5	26,5	26,0	25,5	25,5	24,0	23,5	23,2	23,2	558	23,2	27,5	15.00	21,0	0700	6.5
2	22,0	21,8	21,5	21,5	21,3	21,0	20,9	20,9	22,0	22,0	22,5	23,0	23,0	23,0	24,0	24,0	23,5	23,0	22,8	22,5	21,5	21,0	21,0	21,0	509	21,2	24,0	15.00	20,9	0700	3,1
3	21,0	20,5	20,5	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	20,0	22,0	22,5	23,0	23,0	24,0	22,0	24,0	22,0	20,0	18,0	19,0	18,5	18,0	17,5	16,5	491	20.4	24,0	14.00	16,5	2400	7.5
4	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	13,0	15,0	18,5,0	20,2	25,0	27,5	29,5	25,0	24,0	23,0	22,5	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	458	19,1	29,5	13.00	12,0	0600	17.5
5	17,0	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	15,0	15,5	18,0	21,5	24,0	25,0	23,0	23,5	22,5	22,5	22,0	21,5	20,0	20,0	20,0	19,0	19,5	18,5	468	19,5	25,0	12.00	16,0	0400	9.0
6	17,5	16,5	16,0	15,5	15,5	15,0	15,5	17,0	22,5	21,5	22,5	21,5	23,0	22,5	21,5	21,5	20,0	19,0	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0	17,5	453	18,9	23,0	13.00	15,0	0600	8.0
7	17,0	17,0	16,0	16,0	16,0	15,5	16,5	18,0	21,5	23,5	25,5	27,0	28,0	27,0	26,0	26,0	25,0	24,0	23,5	23,0	22,0	21,0	20,0	19,0	530	22,1	28,0	13.00	15,5	0600	12,5
8	18,5	18,0	18,0	18,0	18,7	17,8	18,0	19,0	22,5	25,0	27,0	29,0	29,8	29,0	25,5	26,8	23,0	22,0	20,3	20,5	20,5	20,0	20,0	20,0	527	22,0	29,8	13.00	17,8	0600	12.0
9	20,0	20,0	19,5	18,5	18,5	18,0	18,0	19,5	23,5	23,0	25,5	27,0	28,0	23,0	23,0	23,5	22,5	20,0	19,5	19,0	19,5	20,0	20,0	20,0	509	21,2	28,0	13.00	18,0	0600	10.0
10	19,5	19,0	18,5	18,0	18,0	18,0	18,5	18,5	20,5	23,0	25,0	26,0	28,0	26,0	25,5	24,5	22,5	20,0	18,5	18,0	18,5	18,0	18,0	16,5	496	20,7	28,0	13.00	16,5	2400	11,5
11	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	12,5	15,0	19,0	22,0	26,0	27,5	28,0	25,5	25,0	24,5	23,0	22,0	21,0	21,0	20,0	18,5	18,0	17,0	466	19,4	28,0	15.00	12,0	0600	16,0
12	17,0	17,0	16,0	15,5	16,5	16,0	16,5	18,0	22,0	23,5	25,5	27,5	28,5	29,0	30,5	28,5	25,0	23,0	22,0	22,0	21,5	20,0	19,5	19,0	519	21,6	30,5	15.00	16,0	0600	14,5
13	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	19,0	22,0	24,0	27,0	28,0	28,0	24,5	23,5	22,0	19,0	19,0	19,0	19,0	18,0	18,0	17,5	17,5	473	19,7	28,0	12.00	17,5	23.00	11,5
14	17,5	16,5	16,0	15,5	14,5	14,5	16,0	17,0	21,0	22,0	23,0	25,0	27,0	23,0	24,0	23,5	20,5	19,5	19,0	19,5	19,3	19,0	19,3	18,8	471	19,6	27,2	12.00	19,5	0500	12,7
15	17,0	17,0	16,0	15,8	15,5	16,0	16,0	18,0	21,5	23,5	25,0	25,0	25,5	27,0	24,0	22,5	20,0	18,0	18,0	18,0	19,0	19,0	18,5	18,0	474	19,7	27,0	14.00	15,5	0500	11,5
16	17,5	18,0	17,5	17,0	17,0	16,5	16,5	17,5	18,5	22,0	23,5	23,0	26,5	23,0	23,0	23,0	22,0	21,0	21,0	23,0	22,0	21,0	19,5	19,0	488	20,3	26,5	13.00	16,5	0600	10.0
17	18,5	18,0	17,5	17,5	17,5	17,5	18,0	18,5	20,0	20,0	21,0	26,0	27,0	30,0	27,0	26,5	26,5	23,5	23,0	23,0	22,0	21,0	19,5	19,0	518	21,6	30.0	14.00	17,5	0300	12,5
18	18,0	18,0	17,0	17,5	16,0	15,0	15,0	17,0	16,0	20,0	23,0	26,5	27,0	24,0	23,5	23,0	21,5	20,5	20,5	20,0	20,5	20,0	19,5	19,0	481	20.0	27.0	13.00	15.0	0600	12.0
19	18,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	19,0	20,0	22,0	23,5	26,5	26,0	26,5	22,5	22,5	23,0	23,5	22,0	21,0	20,0	19,0	19,0	19,0	495	20.6	26,5	12.00	17.0	0200	9.5
20	19,0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	19,0	20,0	21,0	21,5	23,0	23,0	23,0	21,0	21,5	22,5	22,0	21,5	20,5	20,0	20,0	19,5	19,0	488	20.3	23,0	12.00	18,5	0200	4.5
21	19,5	19,5	19,0	19,0	19,0	18,5	18,5	18,5	20,0	21,0	22,0	23,0	27,0	23,0	22,5	21,5	21,0	20,0	18,0	18,0	18,0	17,5	16,5	15,0	475	19,8	27.0	13.00	15.0	2400	12.0
22	14,0	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	21,0	23,0	25,0	26,0	27,5	23,0	21,5	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	17,5	454	19,0	27.5	14.00	19,0	01.00	13.5
23	16,0	15,5	15,0	15,5	15,5	16,0	19,0	22,0	23,0	24,0	24,0	26,0	23,0	20,0	20,0	19,5	19,5	19,0	18,5	18,0	18,0	18,0	18,5	18,0	462	19,2	26.0	12.00	15.0	03.00	11.0
24	18,0	18,0	18,0	18,5	18,5	18,5	18,5	19,0	20,0	21,0	22,0	22,5	23,0	24,0	26,0	25,0	24,0	23,0	23,0	22,0	21,0	20,8	20,5	20,0	505	21.0	26.0	15.00	18.0	01.00	8.0
25	20,0	20,0	19,5	19,5	19,3	19,2	19,0	19,5	21,0	21,5	23,0	23,5	25,0	25,0	25,0	24,5	24,5	24,0	20,0	20,0	20,5	20,0	20,0	19,5	513	21,4	25.0	13.00	19.0	0700	6.0
26	19,5	19,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	19,0	20,0	22,0	24,0	25,0	24,0	21,0	20,5	19,5	19,0	19,0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0	477	20.0	26.0	13.00	18.0	2400	8.0
27	18,0	18,0	18,0	17,5	17,5	17,5	16,5	18,0	20,0	21,0	22,0	24,0	25,0	25,0	21,5	20,0	18,0	18,0	18,0	18,3	18,5	18,0	18,3	18,3	465	19,4	25.0	13.00	16,5	0700	8,5
28	18,0	18,0	18,0	18,0	17,0	16,5	16,5	18,0	19,5	20,0	22,5	24,0	23,5	22,5	20,0	20,0	21,0	19,5	19,0	19,0	19,3	19,5	19,5	19,5	468	19,5	24,0	12.00	16,5	0600	7,5
29	19,5	19,0	19,0	19,5	20,0	21,0	22,0	22,0	23,0	23,5	26,0	23,0	23,0	22,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	18,5	18,5	18,5	19,0	19,0	497	20,7	26.0	11.00	19,0	0200	7.0
30	18,5	18,0	19,0	19,0	19,0	18,5	18,5	20,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	25,0	26,0	25,0	23,0	22,5	21,0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0	494	20.6	26.0	13.00	18,5	0100	7,5
31																															
SUMA	546,5	638,8	528	522,8	529,8	514,5	523,5	556,4	622,5	662,7	714,5	785	775	745	712,5	700	663	639,5	606,1	602	594	581	573,6	559,3							
MEDIA	18,2	18	17,6	17,4	17,3	17,1	17,5	18,5	20,7	22,5	23,8	26,0	25,8	24,8	23,8	23,4	22,1	21,0	20,2	20,1	19,8	19,4	19,1	18,6		20.4					

		DIA	HORA			DIA	HORA
MAX ABS	30,5	12	15.00	MIN ABS	12.0	4	0600

FIGURA 5.24

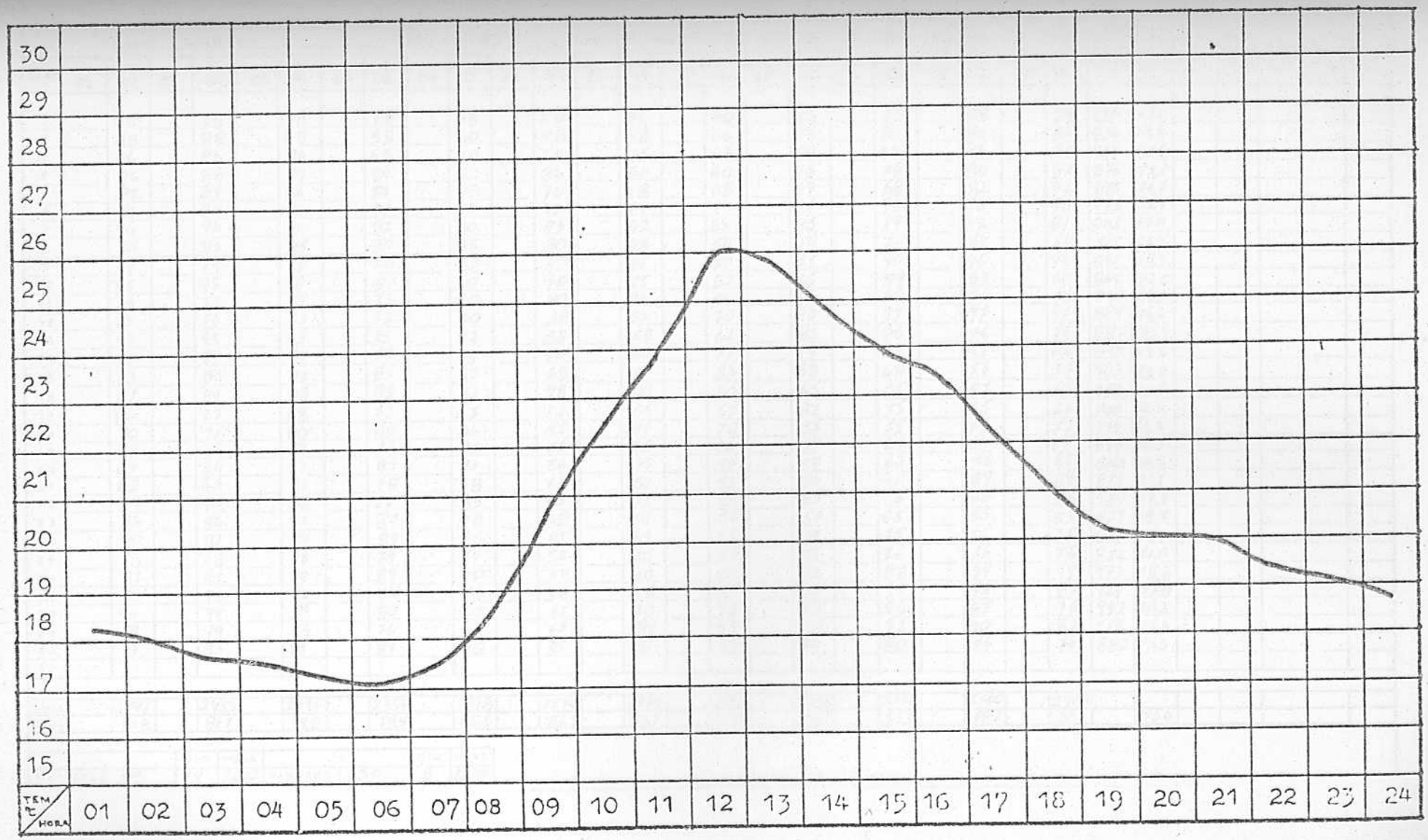


FIGURA 5.25

VARIACION HORARIA DE LA TEMPERATURA PROMEDIO

ABRIL

MES: ABRIL AÑO 1975 ELEMENTO: HUMEDAD RELATIVA % LUGAR: LA YAGUARA

DIAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SUMA	MED	MAX.	HORA	MIN.	HORA	AMP.
1		88		78		78		78		68		58		55		60		75		75		88		88	889	74.0					
2		88		88		68		58		50		48		48		66		76		80		80		86	836	69,6					
3		86		86		86		68		70		75		75		67		84		93		93		84	967	80.6					
4		86		88		89		89		52		36		60		60		78		78		80		82	878	73,1					
5		82		84		86		87		49		70		68		68		69		68		72		82	885	76,7					
6		84		84		84		81		60		73		74		74		91		96		96		96	993	82,7					
7		96		96		96		82		50		43		62		64		45		44		46		81	805	67.0					
8		76		85		85		80		45		30		48		50		74		74		74		74	795	66,2					
9		74		74		74		70		83		44		75		70		75		90		96		96	891	74,2					
10		95		95		90		84		70		70		75		52		65		59		63		66	864	72.0					
11		73		73		74		73		60		40		33		45		66		66		70		73	820	68,3					
12		73		73		73		73		50		38		53		70		90		97		97		97	884	76,6					
13		93		93		93		75		52		38		58		62		85		86		76		76	887	78,9					
14		84		84		84		70		44		40		50		73		94		99		94		82	898	79,2					
15		83		83		83		83		55		68		75		83		68		68		77		77	903	75,2					
16		81		84		88		83		73		48		40		60		65		55		57		65	799	66,6					
17		66		67		68		72		67		42		63		67		82		75		65		66	800	66,6					
18		70		71		80		80		56		42		47		70		55		75		76		77	799	66,6					
19		78		79		79		79		76		66		65		66		64		64		64		64	844	70,3					
20		64		64		84		83		73		56		45		54		54		62		76		85	800	66,6					
21		62		63		82		78		78		63		52		52		80		91		89		89	879	73,2					
22		89		87		85		77		53		45		75		82		83		86		86		86	934	77,8					
23		86		86		83		80		78		68		58		52		59		65		55		55	825	68,7					
24		80		81		84		84		75		45		49		65		59		75		75		75	847	70,6					
25		75		78		78		79		74		52		55		58		75		76		76		76	852	71,0					
26		87		87		88		89		70		54		50		60		82		88		94		94	943	78,6					
27		76		76		76		76		76		58		50		75		90		92		92		87	924	77,0					
28		94		94		89		80		60		46		70		73		85		86		87		78	942	78,5					
29		79		79		79		76		50		65		84		85		90		92		90		87	956	79,6					
30		93		93		89		87		60		49		51		49		76		80		76		76	880	73,3					
31																															
SUMA		2441		2453		2395		2354		1878		1570		1773		1942		2234		2335		2360		2408							
MEDIA		81.3		81.7		79.8		78.4		62,6		52,3		59,1		64,7		74,4		77.8		78,6		80,2		73.0					

		DIA	HORA			DIA	HORA
MAX ABS	99	14	20.00	MIN ABS	30	8	12.00

FIGURA 5.2

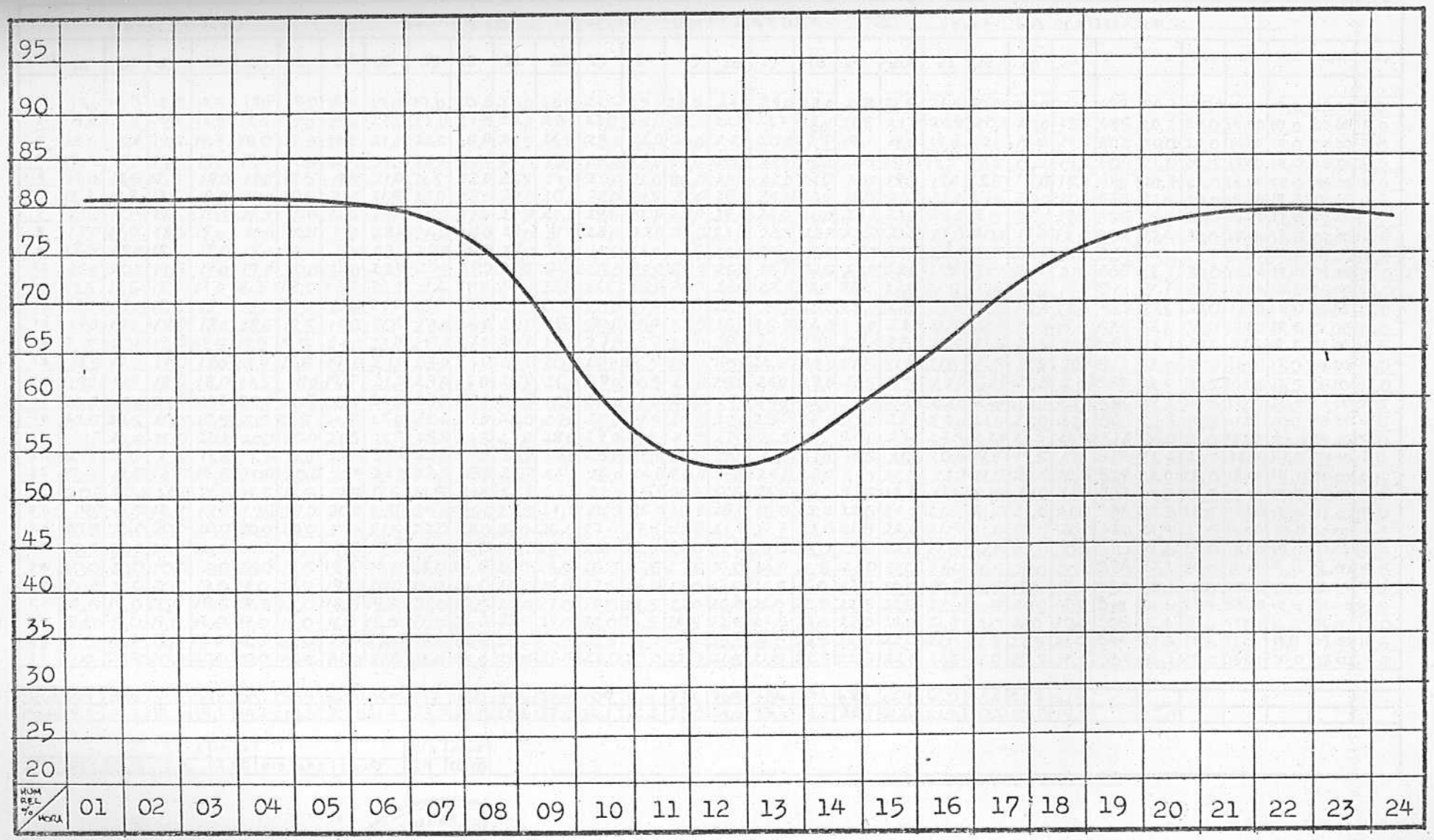


FIGURA 5.27
VARIACION HORARIA DE LA HUMEDAD RELATIVA
ABRIL

MES: MAYO AÑO 1975 ELEMENTO: TEMPERATURA °C LUGAR: LA YAGUARA

DIAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SUMA	MED	MAX.	HORA	MIN	HORA	AMP
1	19,0	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0	18,5	19,0	19,0	20,0	23,0	23,5	24,5	25,0	23,5	24,0	24,0	22,0	21,8	21,5	21,0	20,5	20,0	20	498	20,7	25,0	14.00	18,0	05.00	7,0
2	19,5	19,5	19,0	18,5	18,5	19,0	20,5	21,0	21,0	21,0	22,0	23	23,0	25,0	22,5	22,5	22,7	22,0	21,5	21,0	20,5	20,0	20,0	19,5	485	20,2	25,0	14.00	19,0	02.00	6,0
3	19,5	19,0	19,5	19,7	19,5	19,3	19,8	21,0	22,5	26,0	24,0	24,5	23,0	26,0	24,0	22,0	20,0	19,5	19,0	19,0	19,0	19,0	19,5	19,5	502	20,9	26,0	14.00	19,0	02.00	7,0
4	19,5	19,0	19,0	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	24,0	25,0	25,5	23,0	22,0	25,0	20,5	20,0	20,5	20,5	19,5	19,5	19,0	19,0	504	21,0	25,5	13.00	19,0	23.00	6,5
5	19,0	18,5	18,5	18,0	18,0	18,5	19,5	21,0	21,5	22,0	22,5	24,0	25,0	26,0	26,0	23,0	22,0	21,0	20,0	19,0	19,0	18,5	18,0	18,0	496	20,7	26,0	14.00	18,0	04.00	8,0
6	18,3	18,3	18,5	19,0	20,0	20,5	21,0	21,5	23,0	23,5	24,0	25,0	28,0	29,5	30,0	25,0	24,0	23,0	23,5	22,0	22,0	21,0	20,0	20,0	538	22,4	30,0	15.00	18,3	01.00	11,7
7	20,0	20,0	19,5	20,0	19,5	20,5	21,5	23,0	25,0	27,0	27,0	29,0	29,5	30,0	28,0	29,0	26,0	25,0	23,0	22,0	21,0	21,0	20,0	19,5	565	23,5	30,0	14.00	19,5	02.00	10,5
8	18,0	17,5	18,0	19,0	20,0	20,5	21,0	22,0	24,0	27,0	29,0	30,0	28,0	22,0	24,0	23,0	23,5	22,0	21,5	21,5	21,0	20,0	19,0	19,0	538	22,4	30,0	12.00	17,5	02.00	12,6
9	18,5	18,0	18,5	19,0	19,0	19,0	20,0	23,0	25,5	28,0	29,0	29,0	28,0	27,0	27,0	26,0	25,0	23,0	22,5	22,0	22,0	21,5	22,0	21,5	554	23,0	29,0	11.00	18,5	01.00	10,5
10	20,0	20,0	19,5	19,0	19,0	20,0	21,0	23,0	27,0	28,0	28,5	30,0	25,0	28,0	25,0	26,0	24,0	22,5	23,0	22,0	21,5	21,5	21,5	20	565	23,1	30,0	12.00	18,0	04.00	11,0
11	19,5	19,5	18,0	17,0	16,5	18,0	19,5	20,5	22,4	25,0	27,0	28,5	27,5	26,0	24,0	23,5	22,0	22,5	22,5	22,0	21,5	21,0	20,0	19,0	521	21,7	28,5	12.00	16,5	05.00	12,0
12	19,0	18,5	18,5	18,0	18,0	18,0	20,0	21,0	23,5	27,0	28,0	30,0	25,0	27,0	27,0	23,5	26,0	25,0	23,0	22,0	21,0	20,0	19,0	18,5	567	23,6	30,0	12.00	18,0	04.00	12,0
13	18,0	18,0	18,0	18,0	18,5	18,5	19,0	20,0	23,0	24,0	25,0	25,0	30,0	29,0	26,0	26,0	26,0	24,0	23,0	22,0	21,5	20,0	19,5	19,5	534	22,3	30,0	13.00	18,0	01.00	12,0
14	19,5	20,0	19,5	19,5	19,5	19,5	21,0	23,0	26,0	27,0	30,0	29,0	27,0	26,0	26,0	25,0	24,0	23,0	23,0	23,0	21,5	21,5	20,5	20,0	553	23,1	30,0	11.00	19,5	01.00	10,5
15	18,5	17,5	17,0	18,0	18,0	18,6	19,0	21,0	23,0	24,0	27,0	30,0	26,0	26,5	24,0	25,0	24,5	23,0	21,5	21,5	21,0	21,5	21,5	20,0	527	22,0	30,0	12.00	17,0	03.00	13,0
16	19,0	19,0	18,0	18,0	17,5	18,0	19,5	21,0	23,0	26,0	25,0	26,0	28,0	30,5	28,0	25,0	24,0	23,0	21,5	21,5	22,0	22,0	21,5	21,0	538	22,4	30,5	14.00	17,5	05.00	13,0
17	20,5	20,0	21,0	20,5	20,0	20,5	21,5	24,0	26,0	27,0	29,5	28,5	25,0	28,0	25,0	24,0	24,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	20,5	21,0	556	23,2	29,5	11.00	20,0	02.00	9,5
18	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	21,5	24,0	25,0	27,0	28,5	29,5	28,0	29,5	26,0	23,0	23,0	23,5	23,0	22,0	22,0	21,5	20,0	21,0	560	23,3	29,5	12.00	20,0	23.00	9,5
19	21,0	20,5	20,5	20,0	20,0	20,0	21,5	24,0	25,5	26,5	27,0	28,0	29,0	29,0	28,5	28,0	26,5	25,0	24,0	23,0	23,5	22,0	21,5	21,5	578	24,0	29,0	13.00	20,0	04.00	9,0
20	21,0	21,0	21,0	19,5	19,5	20,0	22,0	23,0	22,0	23,0	23,0	27,0	25,0	25,0	21,5	20,5	21,0	21,0	20,5	20,0	20,0	19,5	19,5	19,0	514	21,4	27,0	12.00	19,0	24.00	8,0
21	19,5	19,5	19,5	19,5	20,0	20,0	20,5	22,0	23,0	23,0	25,0	25,0	26,0	24,0	24,0	25,0	24,0	22,0	21,5	21,5	22,0	21,5	20,5	20,5	529	22,0	26,0	13.00	19,5	01.00	6,5
22	20,0	20,0	20,0	20,5	19,5	19,5	19,5	19,5	20,5	21,0	22,0	23,0	23,0	25,0	24,5	24,5	24,5	24,0	23,5	23,5	22,5	21,0	21,0	21,5	523	21,8	25,0	14.00	19,5	05.00	5,5
23	19,0	18,5	18,5	19,0	19,0	19,0	20,0	23,0	24,0	25,5	25,5	27,5	25,0	26,0	26,5	25,0	25,0	23,5	22,5	21,0	21,5	21,0	21,0	21,0	536	22,3	27,5	12.00	18,5	02.00	9,0
24	20,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,5	21,0	22,0	23,0	24,0	26,0	27,0	27,5	22,5	21,7	21,7	22,0	21,5	22,0	21,5	21,0	20,5	20,0	526	21,9	27,5	14.00	20,0	02.00	7,5
25	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	18,5	19,0	20,0	22,0	23,0	23,5	23,0	22,5	22,0	23,0	23,0	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0	20,5	20,0	510	21,2	23,0	13.00	18,5	07.00	4,5
26	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,5	20,0	23,0	24,5	26,0	26,0	26,0	26,5	27,5	29,0	24,0	21,5	21,0	21,0	21,0	20,5	20,0	20,0	536	22,3	29,0	16.00	19,5	06.00	9,5
27	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	18,5	19,0	20,0	21,0	24,0	25,0	26,5	27,0	26,0	28,0	27,0	26,5	24,0	22,0	20,0	20,5	19,5	19,5	18,8	530	22,1	28,0	15.00	18,5	06.00	9,5
28	18,5	19,0	18,0	18,5	18,5	18,0	18,5	19,5	21,0	22,5	25,0	27,0	28,5	23,5	22,0	26,0	26,0	22,5	22,5	22,5	22,0	20,5	20,0	18,5	518	21,6	28,5	13.00	18,0	03.00	10,5
29	18,0	17,0	17,0	16,5	17,0	16,0	16,0	18,0	21,0	24,0	27,0	29,0	22,0	24,5	24,5	23,5	22,5	23,0	22,0	22,0	21,8	22,0	21,0	20,0	506	21,0	29,0	12.00	16,0	06.00	13,0
30	19,5	18,7	18,0	19,0	19,5	21,0	22,0	23,0	25,0	26,5	25,0	28,5	23,5	25,5	24,0	25,5	24,5	23,5	22,5	22,0	22,0	21,8	21,5	21,0	544	22,6	28,5	12.00	18,0	03.00	10,5
31	21,0	20,5	20,0	20,0	20,0	20,5	21,0	22,0	23,0	24,0	25,5	27,5	28,0	25,0	22,5	21,5	21,5	22,5	22,5	22,0	21,5	21,0	20,5	20,5	534	22,2	28,0	13.00	20,0	03.00	8,0
SUMA	604	596	591	593	591	599	623	664	712	760	796	824	809	814	774	763	736	703	684	669	660	644	628	618							
MEDIA	19,4	19,2	19,1	19,1	19,1	19,3	20,1	21,4	23,0	24,5	25,6	27,0	26,1	26,2	25,5	24,6	23,7	22,7	22,1	21,6	21,3	20,8	20,3	19,9		22,1					

		DIA	HORA			DIA	HORA
MAX ABS	30,5	16	14.00	MIN ABS	16,0	29	06.00

FIGURA 5.28

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
BIBLIOTECA
CARACAS

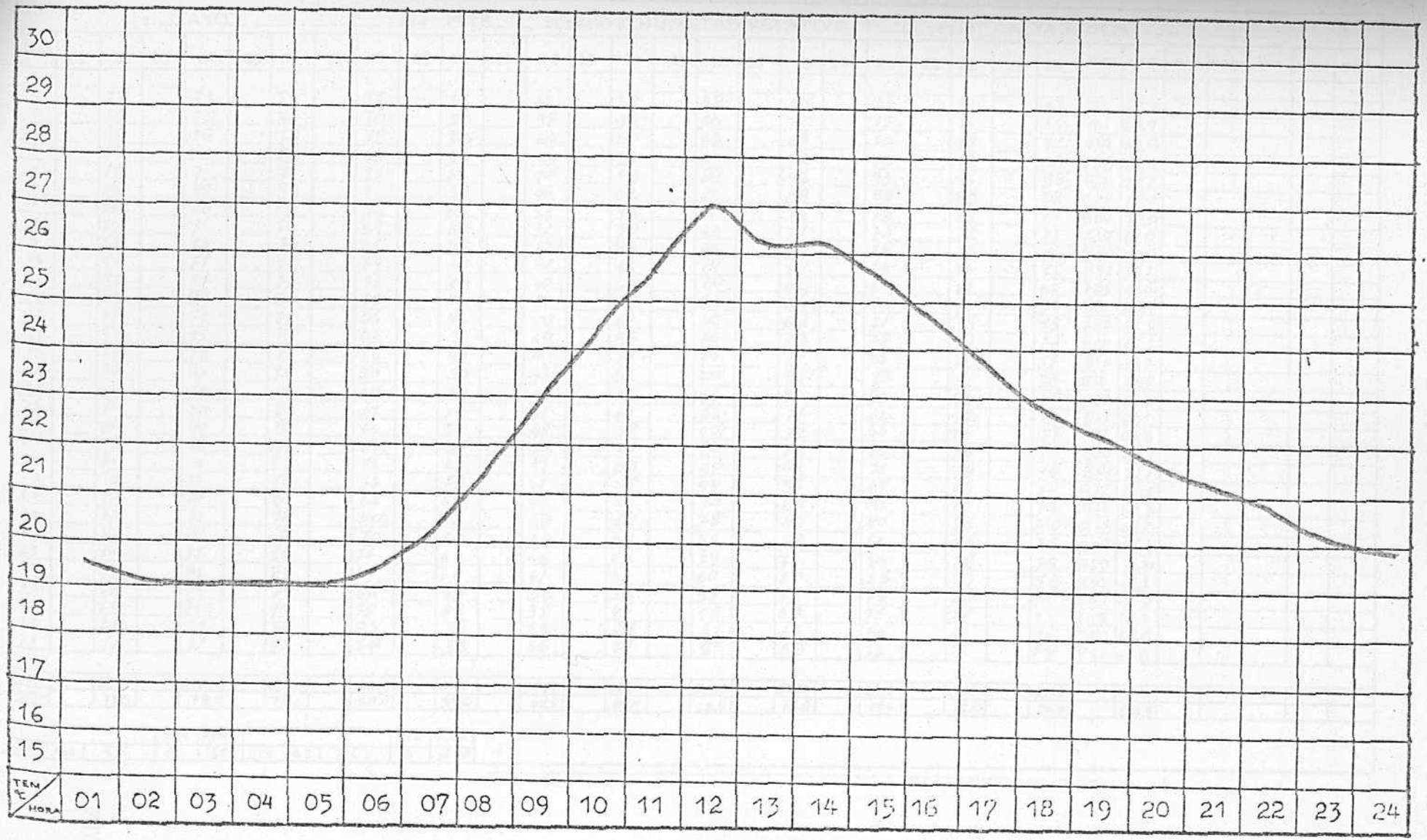


FIGURA 5.29

VARIACION HORARIA DE LA TEMPERATURA PROMEDIO

MAYO

MES: MAYO AÑO 1975 ELEMENTO: HUMEDAD RELATIVA % LUGAR: LA YAGUARA

DIAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SUMA	MED	MAX.	HORA	MIN.	HORA	AMP.
1		77		77		74		77		65		62		58		58		65		66		66		67	815	67,9					
2		70		70		70		70		50		48		48		50		70		75		75		65	761	63,4					
3		67		78		78		78		70		60		60		68		69		70		70		70	838	69,8					
4		79		80		80		65		60		43		33		54		72		72		72		68	788	65,6					
5		70		71		71		71		62		70		68		88		93		93		93		88	938	78,1					
6		88		90		88		72		58		46		62		85		88		88		88		88	944	78,0					
7		88		88		88		56		61		52		43		74		73		78		79		79	864	72,0					
8		75		75		70		54		38		31		50		53		71		72		72		73	734	61,0					
9		73		73		73		65		42		52		88		65		78		78		77		76	840	70,0					
10		77		77		75		74		60		41		61		74		74		76		76		77	842	70,1					
11		77		77		77		73		50		40		66		60		60		60		61		62	763	63,6					
12		84		84		84		70		46		39		58		62		69		73		76		76	821	68,4					
13		77		77		77		55		42		50		61		60		68		71		74		75	787	65,5					
14		75		75		75		63		45		50		56		70		78		78		73		73	811	67,5					
15		78		78		78		68		48		40		73		70		85		85		83		77	873	72,7					
16		78		82		75		70		50		43		55		70		80		83		77		73	836	69,6					
17		75		76		78		60		40		39		56		76		80		80		80		80	820	68,3					
18		80		80		81		67		50		45		61		72		76		72		82		81	837	69,7					
19		80		80		80		63		52		48		38		40		72		66		76		77	722	64,3					
20		78		78		78		69		58		50		71		86		86		86		86		84	830	69,1					
21		84		84		83		79		62		51		60		58		62		75		78		78	854	71,1					
22		78		78		78		78		78		65		55		54		56		64		68		70	822	68,5					
23		70		70		80		68		59		44		52		70		80		93		77		73	826	68,8					
24		75		76		78		60		42		38		50		78		80		80		80		80	817	68,0					
25		80		80		80		70		60		48		51		49		72		73		73		73	809	67,4					
26		74		75		75		76		64		48		66		78		72		76		78		78	860	71,6					
27		79		81		83		64		61		61		67		60		60		63		73		78	830	69,2					
28		78		79		79		66		45		38		36		53		77		74		78		78	781	65,0					
29		78		79		79		70		48		38		40		42		60		75		74		75	748	62,3					
30		76		77		77		73		55		39		73		61		68		55		66		70	780	65,0					
31		71		71		71		68		52		55		71		85		68		72		75		78	831	69,8					
SUMA		2389		2416		2416		2112		1673		1474		1687		2031		2262		2312		2356		2340							
MEDIA		77,0		78,0		78,0		68,0		54,0		47,5		54,4		65,5		73,0		74,6		76,0		75,5		68,4					

		DIA	HORA			DIA	HORA
MAX ABS	93	5	18.00	MIN ABS	31	8	12.00

FIGURA 5.30

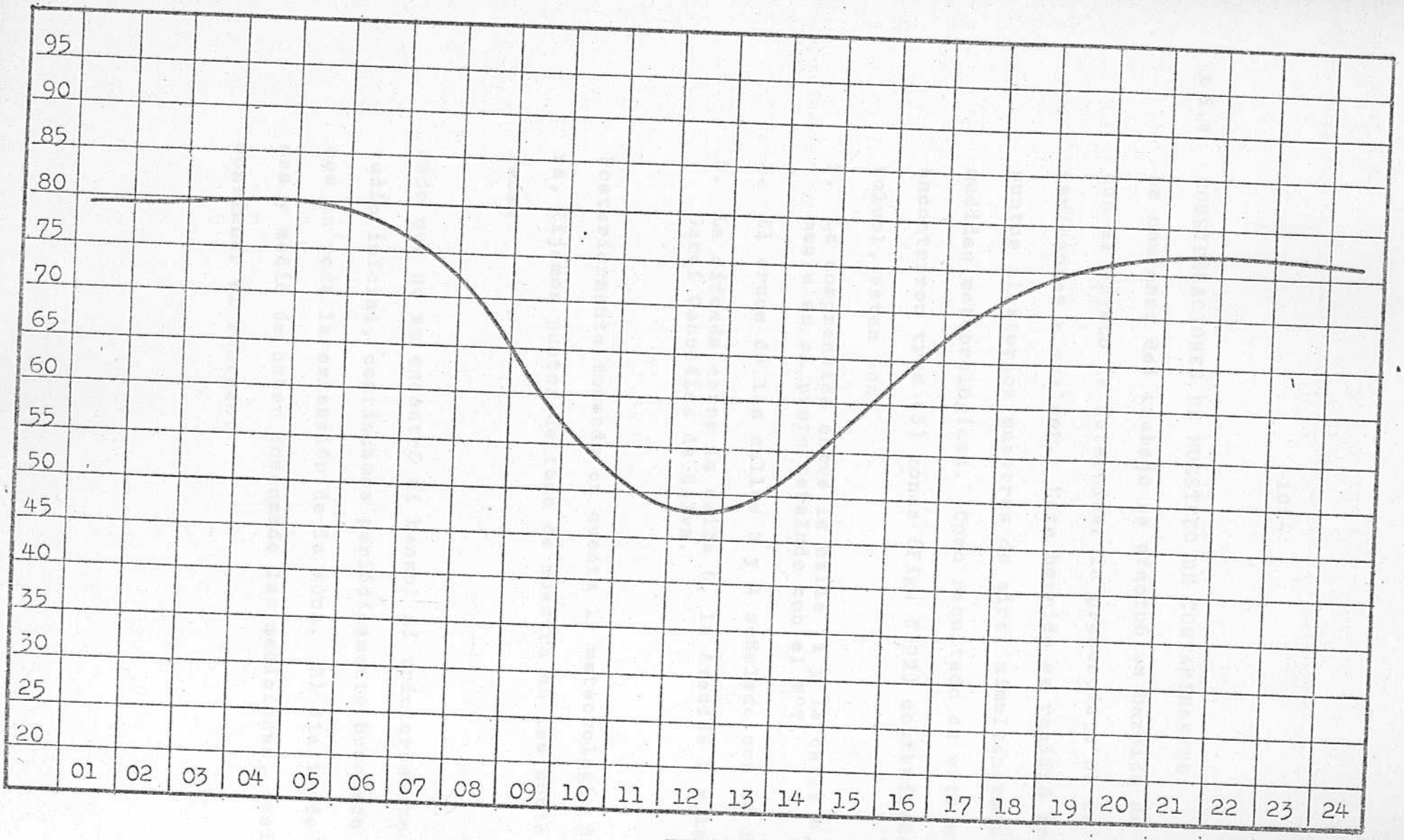


FIGURA 5.31
VARIACION HORARIA DE LA HUMEDAD RELATIVA
MAYO

5.3 CONSIDERACIONES DE MUESTREO DE CONTAMINANTES

La comienzo del trabajo se efectuó un barrido de la zona con el objeto de determinar la presencia o no de los contaminantes a evaluar. Este barrido se realizó tomando en puntos aleatorios muestras de aire, simultaneamente con l medidas meteorológicas. Como resultado de este muestreo encontraron tres (3) zonas (Fig. 5.32) contaminadas po: toluol, estan son:

1. La comprendida entre la calle 11 y la calle 4, especia mente en el punto señalado con el N°7.
2. El cruce de las calles 3 y 4 señalado con el N°4.
3. La situada entre la calle 6, la Avenida 2 y la Avenida Garci Gaonzález de Silva.

Posteriormente tomando en cuenta la meteorología de la Yag ra, fijamos puntos de toma de muestra en las zonas antes i cadas.

Dado que no se encontró ni benzol ni tricloroetano en el e tudio inicial, continuamos periódicamente buscando estos g ses en toda la extensión de la zona. El día 15 de Abril, mes y medio de haber comenzado las mediciones, desistimos continuar el rastreo.

../..

UBICACION DE LOS PUNTOS DONDE SE ANALIZO EL AIRE

FIGURA 5.32

Para deterimar toluol, elaboramos un programa de medicio nes aleatorio en cuanto a la hora y el día, para cubrir el ciclo trabajo-descanso de las posibles fuentes conta minantes, y conocer además el efecto de los aspectos me teorológicos y de producción, que inciden en su presen cia.

5.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCION Y ANALISIS DE MUESTRAS DE GASES EN EL AIRE

A. Bomba y tubos DRAGER

Utilizados para la detección de contaminantes gaseo sas (ver apendice).

Dependiendo del tipo de gas, se emplearon los siguien tes tubos:

GAS	TUBO EMPLEADO
Benzol	Benzol 5/a (5 a 40 p.p.m.
Toluol	Tolueno 5/a (5 a 400 p.p.m
Tricloroetano	Tricloroetano 50/b(50 a 350 p.p.

Se puede ampliar la gama de medición de los tubos, aumen tando el número de bombazos a costa de un mayor error (1

../..

B. Cromatógrafo de gases

Utilizado para la determinación del toluol presente en la atmósfera en forma exacta, y de esta manera corroborar lo encontrado con los tubos DRAGER.

5.5 TABLA DE MEDICIONES DE TOLUOL EN p.p.m.

5.5.1 UTILIZANDO TUBOS DRAGER

DIA	HORA	PUNTOS 1	2	3	4	5	6	7
		MARZO						
3	09:00	-	-	-	*	1	-	-
7	11:00	-	-	-	-	*	*	-
11	15:00	-	-	-	-	-	-	-
20	19:00	-	-	*	-	2	1	-
26	10:00	*	-	*	*	1	-	*
		ABRIL						
3	16:00	-	*	*	-	2.5	1	*
12	14:00	-	-	-	-	-	-	-
16	08:00	-	-	-	-	*	*	-
22	17:00	-	-	-	-	-	-	-

Cont'.

../..

M A Y O

DIA	HORA	PUNTOS 1	2	3	4	5	6	7
2	12:00	-	-	-	-	-	-	-
5	10:00	-	-	*	*	*	-	1
16	16:00	-	-	-	*	*	*	-
22	13:00	-	-	-	-	1	*	-
28	18:00	-	-	-	-	-	-	-

* indica que se detectó toluol pero en muy pocas cantidades
- indica que no se detectó toluol.

5.5.2 UTILIZANDO CROMATOGRAFOS DE GASES

Se recogió una muestra de cinco (5) litros de aire en el punto N°5. No se encontró tolueno en la muestra. Simultaneamente con esta recolección, se utilizó un tubo DRAGER detectandose una p.p.m.

5.6 CALCULO TEORICO DE LA CONCENTRACION DE CONTAMINANTES EXPELIDOS POR UNA CHIMENEA

De las tres (3) zonas donde se detectó la existencia de toluol, solamente en una de ellas era más notoria. Por observación visual, se determinó que la causante de esta mayor contaminación era presumiblemente una litografia sobre met

../..

les, que expele sus gases por chimenea (al lado de la calle 6).

Con datos logrados de varias fuentes, se determinó que este tipo de empresa trabaja con solventes; como se sabe, el tolueno acostumbra ser un elemento principal en la composición de los solventes más usuales.

La operación de litografia sobre metal implica el uso de barnices y tintas sobre láminas de metal, las cuales son secadas al horno. El solvente es evaporado en su totalidad y expulsado a la atmósfera por medio de chimeneas (2).

El proceso de litografia en la compañía estudiada está compuesto de los siguientes pasos* :

A. Aplicación de barniz sanitario interior.
B. Aplicación de productos para evitar el anclaje de impurezas.
C. Aplicación de tintas de litografias.
D. Aplicación del barniz final.

* No se pudo comprobar la veracidad de la información

../..

A. El barniz sanitario interior usualmente tiene las siguientes características:

Lámina seca : 4,5 a 6grs/m^2 (de barniz)
Cantidad de solvente: 28% del total (barniz más solvente).
Composición del solvente en peso: tolueno 15-25%, Xileno 10-20%, alcoholes y nafta(3)

B. Los productos para evitar el anclaje de impurezas acostumbran tener las siguientes características:

Película seca: 0,8 mg/si.
Porcentaje en sólidos: 28%.
Solvente empleado: E-40.
Composición del solvente en peso: Xilol 50%, nafta 50%(

C. Las tintas de litografia tienen muy poco solvente, por lo que se considera innecesario su especificación.

D. El barniz final exterior generalmente tiene las siguientes características:

Lámina seca: 3 a 3,5 mg/si.
Cantidad de solvente: 3 gr/lámina de 1 m^2
Solvente empleado: SHELLSOL # 72.
Composición de solvente en peso: aromáticos 1%; nafteno 5%; parafinas 94%.

Como se observa el producto más desfavorable es el barniz s

../..

nitario interior, el cual tiene alto contenido de toluo

De acuerdo a la información obtenida(*), la planta tien cuatro líneas de litografia incorporada a la chimenea e estudio, dichas líneas no trabajan en forma simultánea. Un promedio estimado de su funcionamiento considera sól dos máquinas trabajando continuamente durante 24 horas rias. El caso más desfavorable de acuerdo a esta infor ción, es considerar a una de las dos líneas aplicando el barniz sanitario, dado que el solvente de este es el que contiene toluol.

La producción de una máquina es de 5.000 láminas por hor El caudal de salida de la chimenea es 160 m^3/hora. La t peratura de los gases es de 185°C.

CALCULO DEL TOLUOL EXPELIDO

Cantidad de barniz más solvente:7,29gr/m^2.
Porcentaje de solvente en peso: 28.
Peso del solvente: 2,04gr/m^2.
Porcentaje de tolueno en peso:20 (media aritmética).
Peso del tolueno: 0,408gr/m^2.
Tamaño comercial de la lámina: 0,8m x 0,822m.
Peso del tolueno en lámina comercial: 0,268gr.
Tolueno a la chimenea: 1.340gr/hora.

(*) No se puedo comprobar la veracidad de la información

../..

Determinación de la densidad del tolueno a 185°C :

$$d = \frac{p \quad PM}{R \quad T}$$

Donde:

p: Presión en atm.

PM: Peso molecular.

R: 0,08205 $\frac{lt\ atm}{°K\ mol}$

T: Temperatura en °K

d: $\frac{0,9 \times 92}{0,08205 \times 458} = 2,203$ gr/lt

Volúmen de tolueno a la chimenea: 0,609m^3/hora.

Partes por millón en boca de chimenea: 3806 p.p.m.

5.7 CONCLUSIONES PARCIALES

1. La orografía de la Yaguara, hace que los parámetros meteorológicos influyan más en la buena o mala dispersión de los contaminantes en la zona.

2. Se pudo observar una fuerte inversión en los niveles bajos, lo que impide una dispersión adecuada, tal como se indicó en el capítulo 3.

3. Las ecuaciones de difusión expuestas en el capítulo 4, no se pudieron aplicar al presente trabajo, dado que:

   A. De las tres (3) zonas estudiadas, sólo una tiene chimenea.

   B. La mencionada chimenea esta en una zona de turbulencia cuando no calma. Poseé capuchón, lo que representa una inversión de más de 10°C[6], esto impide que la pluma se extienda horizontalmente más de 10 metros.

   C. Las curvas que definen los parámetros z y y estan hechas para calcular la dispersión en el eje de la pluma (X), a más de 100 metros de la fuente de emisión.

4. Se observó que la contaminación por tolueno no es constante para una misma hora en diferentes días laborables sino que depende de la producción de las empresas; así tenemos que la contaminación medida en el punto 7, teni relación con el número de empresas que pintaran en ese momento.

5. Aunque no se pudieron comprobar los datos suministrados se observa que la contaminación por tolueno es bastante escasa, y que la turbulencia en la zona facilita su dispersión.

../..

6. El análisis cromatográfico dió como resultado la no presencia del tolueno, a pesar de haberse detectado una p.p.m. con tubos DRAGER, esto nos confirma que la contaminación por toluol está por debajo de 5 p. p.m., sensibilidad máxima de un cromatógrafo convencional [7].

NOTAS AL CAPITULO 5

(1) DRAGER pág. 25

(2) EPA pág. 870

(3) INDEX pág.

(4) INDEX pág.

(5) INDEX pág. 187

(6) Tomado de conversaciones con el M.T.M.(F.A.V.) Pedro P. Pacheco.

(7) Tomado de conversaciones con los Dres. Alfredo Coll y Daniel Peñafiel.

CAPITULO 6

METODOS GENERALES DE CONTROL DE CONTAMINACION DE LOS GASES ESTUDIADOS

6.1 INTRODUCCION

En el presente capítulo comparamos los niveles de contaminación hallados con lo permitido por el M.S.A.S. y las regla del Condado de Los Angeles (U.S.A.).

También comparamos con las mencionadas disposiciones la composición de los solventes comúnmente usados en las industrias, que presumiblemente son las mayores productoras de los gases objeto del estudio, además indicamos los métodos de control de contaminación para dichos gases.

Dado que en Venezuela la única legislación existente trata sólo de niveles de contaminación en locales cerrados (ambientes internos) y no en el medio ambiente, pasamos directamente a trabajar con las mencionadas reglas.

6.2 REGLAS PARA CONTROLAR LA EMISION DE GASES ORGANICOS A LA ATMOSFERA

Los gases estudiados se encuentran principalmente en la industria como constituyentes (en forma líquida) de solventes y se expelen a la atmósfera como contaminantes al utilizarseles.

Las emisiones orgánicas constituyen una porción sustancial

../..

de los vapores presentes en la atmósfera de una ciudad, por lo cual deben existir reglamentos que controlen la cantidad de vapores orgánicos que son emitidos por la industria. La regla 66 del Condado de Los Angeles fué hecha con este fin, a ya que limita la emisión de solventes orgánicos a dos tipos de operaciones industriales, en los cuales los solventes orgánicos están presentes:

A. Operaciones donde el solvente se calienta, tales como el secado al horno y la polimerización en caliente.

B. Operaciones donde se usa solvente orgánico clasificado como reactivo fotoquímico.

Para el uso de la regla 66, los solventes orgánicos son definidos como material orgánico en estado líquido a las condiciones normales y usado como disolvente, reductores de viscosidad y agentes de limpieza.

El material orgánico es definido por esta regla como compuestos de carbono, excluyendo monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbónico, carbonatos métalicos y carbonato de amonio.

../..

No todos los solventes tienen la misma reactividad foto quimica, por lo que no es necesario controlarlos a todos en el mismo grado. Las oleofinas, son generalmente los más fotoquímicamente reactivos, y requieren por lo tanto las restricciones más estrictas. El xileno y otros com puestos aromáticos de igual o mayor peso molecular son menos reactivos y por ello puede ser su uso menos res tingido. Compuestos tales como el tolueno, las cadenas de cetonas y el tricloroetileno requieren todavia de me nos restricciones. El benceno y los hidrocarburos halo genados saturados, el percloroetileno, el tricloroetano, los hidrocarburos alifaticos saturados y los naftenos son no reactivos.

Estas variaciones en la reactividad de los solventes son tomadas en cuenta en la regla 66K, la cual define a los solventes como fotoquímicamente reactivos o no, de acuer do al procentaje en volúmen de los componentes y de la siguiente manera: un solvente es definido como fotoquímica mente reactivo cuando posee un agregado de más de un 20 % del volúmen total de los compuestos clasificados a conti nuación o que excedan individualmente cualquiera de las siguientes limitaciones (en volúmen):

..1..

1. Una combinación de hidrocarburos, alcoholes, aldehidos, éteres, ésteres y cetonas que tengan una insaturación olefínica o ciclo-olefínica, esta limitada al 5%.

2. Una combinación de compuesto aromático con ocho (8) o más átomos de carbono en la molécula excepto el etilbenceno, esta limitada al 8%.

3. Una combinación de etilbenceno, de cetonas teniendo ramificaciones de hidrocarburos, tricloroetileno o tolueno, esta limitado al 20%.

El siguiente ejemplo ilustra el uso de la regla 66 en la determinación de la actividad fotoquímica:

Se tiene el siguiente solvente:

Tolueno	10%
Xileno	10 %
Alcohol isopropílico	20 %
Solventes alifáticos saturados	60 %
TOTAL	100 % en vol.

Problema:

Determinar si el solvente es fotoquímicamente reactivo de acuerdo a la regla 66.

../..

Solución:

Se clasifican los compuestos de acuerdo a su actividad fotoquímica:

	(1)	(2)	(3)
Tolueno	0	0	10.0
Xileno	0	10.0	0
Alcohol isopropílico	0	0	0
Solventes alifáticos saturados	0	0	0
TOTAL	0	10.0	10.0

El grupo 2 esta limitado a un 8% en volúmen, el grupo 3 esta limitado a un 20% en volúmen. Debido a que el límite de 8% en el grupo 2 ha sido excedido, el solvente es fotoquímicamente reactivo, aunque la suma de 1, 2, y 3 no exceda al 20% (1).

6.3 LIMITACIONES EN EL USO DE LOS SOLVENTES

La regla 66 (b) limita la cantidad de material fotoquímicamente reactivo que puede ser expelido. Un límite de 40 libras diarias u 8 en una hora es el máximo que puede expeler a la atmósfera un artículo o máquina que emplee, aplique, evapore o seque un solvente fotoquímicamente reactivo.

La regla 66 (a) limita la cantida de material no fotoquí micamente reactivo que puede ser expelido a 10 libras dia rias o 3 en una hora, pero si el proceso no incumbe horne curado, polimerizado en caliente, puede elevarse hasta 30 libras diarias o 450 en una hora (66c).

Si el límite de 15 libras o 40 libras diarias de las regla 66a. y 66b. son excedidas el total de las emisiones debe s reducido por lo menos en un 85%, o no menos de los límites dados mediante el uso de postquemadores, filtros de absorc o cualquier otro método permitido por el Condado de Los An les.

Si se utiliza la incineración, de be oxidar al menos un 90 del carbón contenido en el material orgánico, convirtiéndo en dióxido de carbono. Este reglamento no interfiere con l reducción del 85% antes mencionado. En vista de que alguna veces se necesitan temperaturas de 1400 a 1500°F, se puede recuperar el calor para usarlo en cualquier otro proceso o para el precalentamiento de los gases de entrada, lo cual reducirá el costo de operación.

Los filtros de carbón activado pueden ser regenerados con

.../...

el uso de vapor, con la subsiquiente condensación y evaporación de solventes y agua. El uso de estos filtros se ajusta especialmente a industrias donde se desee una recuperación de solvente debido a su alto costo, o por que la incineración es impractica tal como ocurre con los solventes clorados.

Generalmente ninguna de estos métodos es factible, de ser utilizados en procesos que envuelven grandes volúmenes de aire, tales como operaciones con pintura en spray especialmente en este caso, se recomienda por lo económico reformular el sistema de solventes haciendolos fotoquímicamente no reactivos, para poder así expeler hasta 3000 libras por día [2].

6.4 METODOS DE CONTROL DE CONTAMINACION POR SOLVENTES PARA UNA EMPRESA DE LITOGRAFIA SOBRE METAL

La litografia sobre metal tiene dos aplicaciones principales, litografia en envases de comida y litografia en otros productos.

Los procesos anteriormente mencionados para evitar la contaminación pueden sen aplicados, pero hay ciertos

../..

parámetros particulares que se deben analizar.

Los contaminantes del aire producidos por una litografia son principalmente solventes orgánicos y resinas vaporizadas. El control de estos contaminates es normalmente hecho con incineración en postquemadores.

Para asegurar que el control sobre los contaminantes es efectivo se debe tomar en cuenta:

1. El aire de entrada debe estar en proporción a la cantidad de láminas que pasan por el horno.

2. No hay una contaminación significativa de contaminantes en la zona de salida de los hornos.

3. Debe haber un mantenimiento continuo de todo el equipo para preveer filtraciones del horno al ducto, venladores u otros accesorios.[3]

6.5 APLICACION DE LA REGLA 66 A LA CHIMENEA ESTUDIADA.

Los solventes expèlidos por la chimenea son[*]:

Solvente T-88
Tolueno 15-25%, xileno 10-20%, alcohol y nafta 65%

(*) Esta información no puedo ser confirmada.

../..

Gramos de solvente por lámina: 2,04

Solvente E-40

Xilol 50%, nafta 50%

Gramos de solvente por lámina: 2,73

Shell Solvent # 72

Aromático 1%, naftenos 5%, parafinas 94%

Gramos de solvente por lámina: 1,8

Producción 4500 láminas /hora/máquina

Dado que la compañía no tiene ningún equipó para evitar o reducir la emisión de gases contaminates, y siendo su producción elevada, es a todas luces evidente que infringen las reglas 66 (a) y 66 (b) y que además esta imposibilitada de hacer uso de la regla 66 (c) dado que su proceso incluye horneo.

Procedemos a determinar si los solventes utilizados son fotoquímicamente reactivos:

Solvente T-88 (% en volúmen)

Tolueno 21,23%, xileno 15,65%, alcohol y nafta 63,1%

Solvente E-40 (% en volúmen)

Xilol 55,12%, nafta 44,87%

Shell solvent # 72 (% en volúmen)

aromáticos 1,25%, naftenos 5,0%, parafinas 93,68%

../..

SOLVENTE T-88

	(1)	(2)	(3)	
Tolueno	0	0	21,23	
Xileno	0	15.61	0	
Alcohol, nafta	0	0	0	
TOTAL	0	15.61	21.23	= 36.84

SOLVENTE E-40

	(1)	(2)	(3)	
Xilol	0	55.12	0	
Nafta	0	0	0	
TOTAL	0	55.12	0	= 55.12

SHELL SOLVENT # 72

	(1)	(2)	(3)	
Aromático	0	0	1.25	
Nafteno	0	0	0	
Parafina	0	0	0	
TOTAL	0	0	1.25	= 1.25

../..

6.6 CONCLUSIONES PARCIALES

1. Los equipos para evitar la contaminación por gases provenientes de solventes son: postquemadores y filtros de carbón activados (estos principalmente para evitar el olor [4]) con sus correspondientes sistemas de extracción de aire.

2. No encontramos inguna legislación en Venezuela que tienda a proteger el medio ambiente, de la contaminación de los gases estudiados.

3. Nuestros cálculos estan basados en las informaciones no confirmadas del capítulo anterior.

4. De acuerdo a la regla 66 de la Ciudad de Los Angeles los solventes T-88 y E-40 deben ser considerados fotoquímicamente reactivos.

5. La ausencia de equipos preventivos en las industrias de la zona, permite la expulsión de grandes cantidades de contaminantes gaseosos.

6. Las empresas ubicadas en los puntos 4 y 7 (fig. 5.32)

../..

reunen las siguientes características:

A. Expelen pocos gases contaminantes

B. Trabajan con muchos productos diferentes

C. No tienen fuente de emisión fija

D. Su produccción o capacidad de almacenamiento de productos orgánicos es muy variable

E. Las empresas ubicadas en las cercanías del punto 7 pintan sus artículos con rociadores, y la ubicada en la zona del punto 4 fabrica pintura.

Se recomienda el uso de sistemas de extracción de aire con filtros de carbón activado y postquemadores, si el uso de ellos no es economicamente aplicables se recomienda reformular el sistema de solventes empleados para hacerlo fotoquímicamente no reactivo, y de esta manera beneficiarse con el incremento de límites permitido por la regla 66(c), ya que no emplean en sus procesos horneo, curado o polimerizado en caliente.

Por información recogida en la zona indicada con el punto 7, se ha comprobado la existencia de finas partículas en el aire, por lo cual se recomienda a las empresas contaminadoras el uso de las "cortinas de agua". De hecho una de las empresas que accedió a nuestra recomendación y para esta fecha ya fué colocada.

../..

NOTAS AL CAPITULO 6

(1) EPA Pág. 855 a 857

(2) EPA Pág. 857 a 858

(3) EPA Pág. 870

(4) Tomado de conversación con el Ing. Francisco Morandi.

CONCLUSIONES

1. La existencia de inversión y calma favorece la presencia de los contaminantes en la zona, puesto que dichos fenómenos no permiten una buena dispersión.

   Como se observa en el Capítulo 5 hay un intervalo de tiempo donde existe una calma general, en el cual se debe esperar las mayores concentraciones de contaminantes a nivel de tierra, siempre y cuando coincidan con zonas de inversión en capas cercanas al suelo y con el horario de trabajo de la mayoria de las industrias contaminantes.

2. La forma de cañón que tiene la orografía de la zona provoca la presencia de fuertes vientos y la existencia de varios focos de turbulencia (excepto en el intervalo de tiempo mencionado en el punto 1), lo cual favorece la dispersión de los contaminantes en la atmósfera. Es de hacer notar que los vientos más fuertes aparecen a las 15:00Hr., coincidiéndo con la máxima radiación solar y con una hora pico de trabajo.

3. De los tres (3) gases buscados propósito de este estudio, solamente se pudo detectar y en mínimas cantidades uno de ellos, tolueno.

../..

El análisis cualitativo y cuantitativo se efectuó con tubos DRAGER, y se trataron de confirmar los resultados con un cromatógrafo de gases, pero debido a la poca cantidad de contaminantes este análisis cromatográfico dió negativo.

4. Dadas las características especiales de la chimenea estudiada y de los aspectos meteorológicos de la zona, no se pudo aplicar la ecuación descrita en el Capítulo 4, por lo que no se trazaron ni las curvas de isoconcentración ni se pudo determinar teoricamente la concentración a nivel del suelo, así que este trabajo especial se limita al muestreo de contaminantes y a analizar los niveles de concentración.

5. A pesar de que la información suministrada sobre la empresa litográfica no pudo ser confirmada, los resultados que de ella se desprenden coinciden hasta cierto punto con los medidos y analizados por los métodos antes mencionados.

6. Al comparar los datos obtenidos con lo permitido por las reglas de Los Angeles, es feaciente que la mayoria de las empresas propasan esos límites y que en dicha ciudad no

../..

se podría trabajar en la forma como aquí lo hacen, pero es de hacer notar que la regla de Los Angeles son las más estrictas de los EE.UU.

7. De la investigación realizada en este estudio se observó la falta de una legislación en Venezuela que tienda a proteger el medio ambiente, por lo que se hace necesario una rápida promulgación de esta, con la finalidad de evitar futuros daños irreversibles al medio ambiente.

8. Se pudo constatar en este estudio que casi ninguna de las empresas ubicadas en la zona utilizan equipos y métodos para controlar la emisión de contaminantes a la atmósfera, una de las posibles casuas de esto es lo indicado en el punto anterior, y la ausencia de límites permisibles de emisión de contaminantes, y de las sanciones que conlleva el no cumplimiento de estas normas.

9. Se recomienda que este tipo de estudio sea continuado para tratar de abarcar a todos los contaminantes, y que se pueda tener conocimiento de los niveles actuales de contaminación.

B I B L I O G R A F I A

1. BERLYAND, (M.E.), Air pollution and atmospheric diffusion Halsted Press. Israel Program for Scientific Translation L.T.D. Jerusalen 1973.

2. BLOOMFIELD, (J.J.), Introducción a la higiene industrial. Fournier. México 1959.

3. Conference on air pollution meteorology of the American Meteorological Society. Raleigh. North Carolina 5 April 1971

4. HERNANDEZ, (S.) SOLOVEY (S), Criterio y programa de evaluación de la contaminación atmósferica en I.V.P. Morón. Universidad de Carabobo. Dic. 1972

5. INDEX (Trade names). Published by American Conference of Governmental industrial higienists. Cincinnati 1964.

6. INDEX (Trade names). Supplement N°1 Cincinnati 1967.

7. Instituto Nacional de Prevision, Ministerio del Trabajo. Tratad de higiene y seguridad en el trabajo. Madrid Madrid 1971.

8. LANDSBERG, (Helmunt), Physical climatology. 3era edición Gray Printing Company Inc. DuBois, Pann. 1968

9. LIMA (H) RODRIGUEZ (M), Criterios y evaluación de la contaminación atmósterica por polvos, en la zona Montaban La Vega. UCAB 1974.

10. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Contaminación del aire , agua y suelo. IV Congreso Venezolano de Salud Pûblica, Cd. Guayana 1971.

../..

11. MORANDI A.(Francisco), Curso de seguridad e higiene industria
I.V.P. Abril 1972.

12. Manual de los tubitos de control DRAGER, segunda edición
Lubeck 1974.

13. OLISHIFSKY y McELROY, Fundamentals of Industrial hygiene,
National Safety Council, U.S.A. 1971.

14. PACHECO (Pedro P.), Elementos de climatología general, Cap. I

15. PACHECO (Pedro P.), Estudio preliminar para añadir unidades
de generación en la Planta de Tacoa, Inform
Final Enero 1974.

16. PACHECO (pedro P.), Meteorología, informe 2 C, Planta Centro
Cadafe. Febrero 1975.

17. Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación del Aire
Serie técnica N°10. Diciembre 1970.

18. SELLER (William), Physical climatology. The University of
Chicago Press. Chicago 1969.

19. TRANCHANT (J.), Manual práctico de cromatografía en fase gase
Toray-Masson S.A. Barcelona 1972.

20. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Control
Techniques for particulate air pollutions.
Washington. January 1969.

21. U.S. Enviromental Protection Agency, Air pollution engineerin
manual. 2nd edition Research Traingle Park
N.C. May 1973.

22. U.S. Enviromental Protection Agency, Compilation of air pollu-
tant emission factors. Research Triangle Pa
N.C. May 1973.

../..

23. WALDBOTT (George), Health effects of enviromental pollut
The C.V. Mosby Compnay. St. Louis 1973.

24. World Meteorological Organization, Meteorological aspects
of air pollution. Technical Note 106.
Ginebra 1970.

25. World Meteorological Organization, Turbulent diffusion in
atmosphere. Technical Note 24. Ginebra

26. World Meteorological Organization, Urban climates, Techni
Notes 108. Ginebra 1970.

A N E X O S

A continuación presentamos una serie de fotografías recopiladas durante el período de nuestro trabajo:

FOTO N°: 1. Cromatógrafo de gases

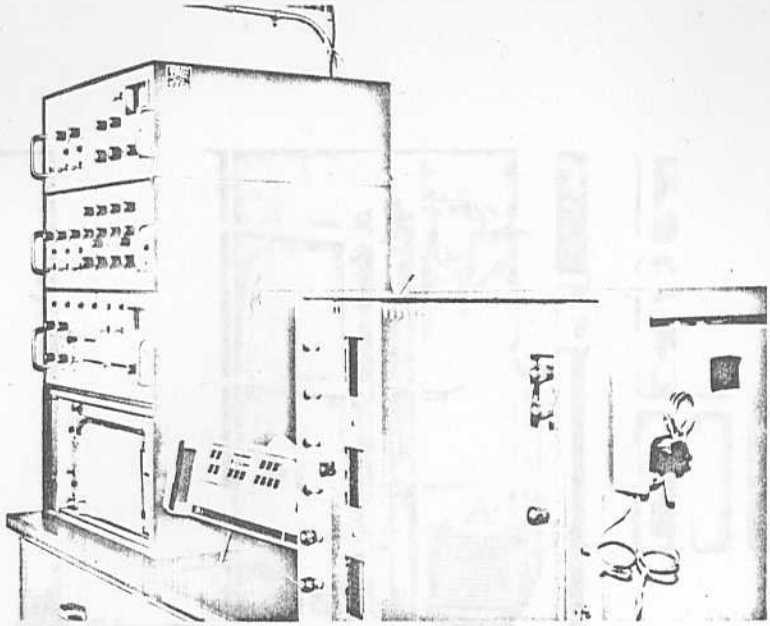
2. Actinógrafo

3. Meteorógrafo colocado en la Calle 11

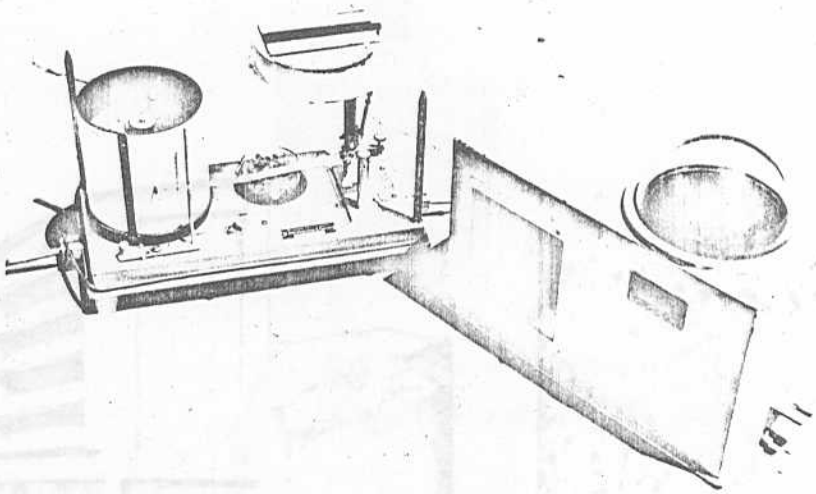
4. Meteorógrafo colocado en La Electricidad de Venezuela.

5. Casilla meteorológica colocada en La Electricidad de Venezuela.

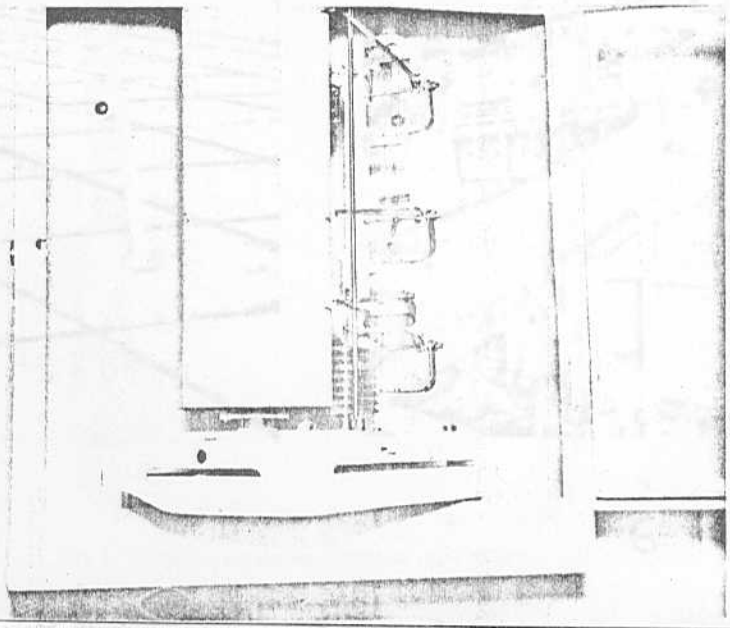
6. Anemómetro.



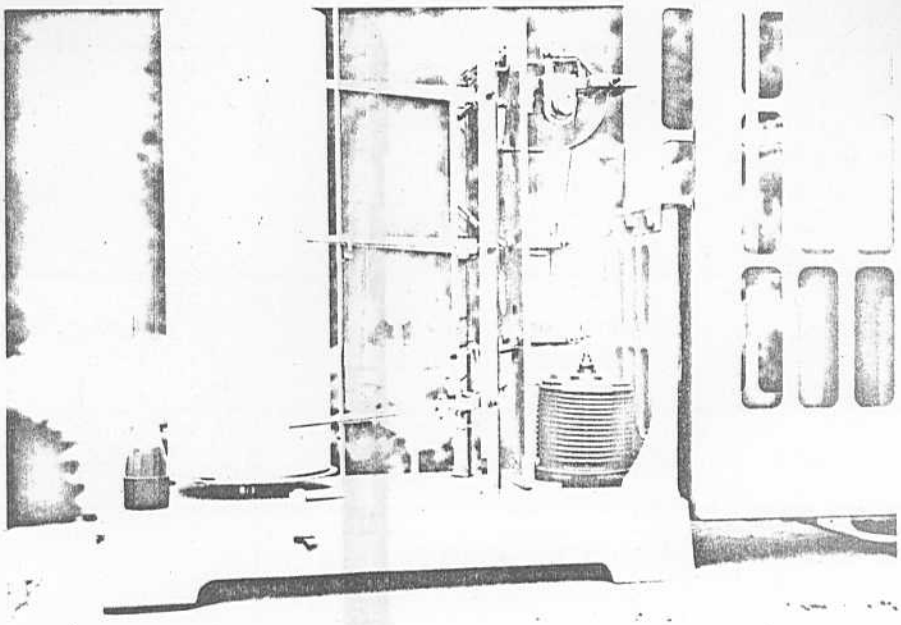
1



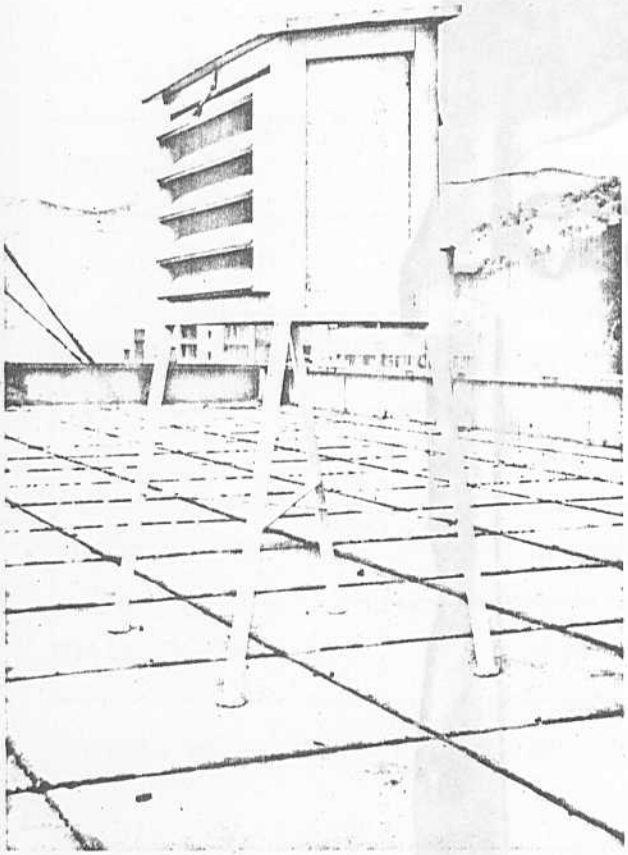
2



3



4



5

6

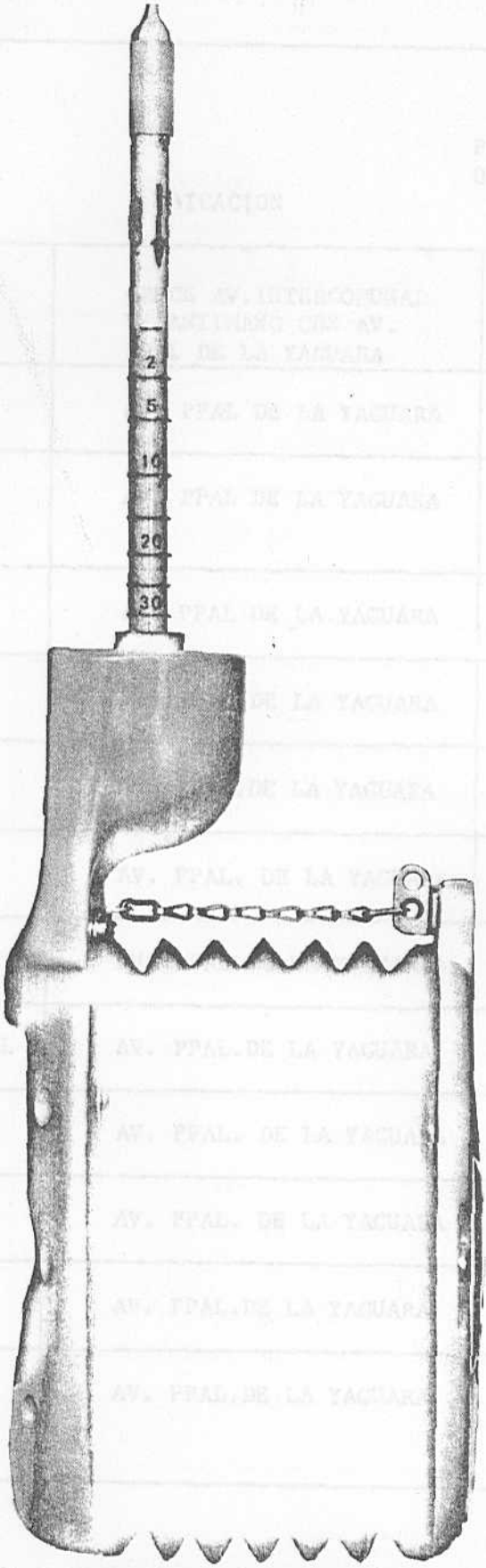


Fig. 1 Detector de gases dispuesto para el uso 25652

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
PROCTER AND GAMBLE	CRUCE AV. INTERCOMUNAL DE ANTIMANO CON AV. PPAL DE LA YAGUARA	JABONES Y DETERGENTES
D'AMBROSIO HERMANOS	AV. PPAL DE LA YAGUARA	LICORES
CANACIT	AV. PPAL DE LA YAGUARA	TUBOS DE AS-BESTO/CEMENTO
TUBENPLAST	AV. PPAL DE LA YAGUARA	TUBOS DE PLASTICO
ARTE FLORENCIA	AV. PPAL.DE LA YAGUARA	MUEBLES METALICOS
TRAJES LAR	AV. PPAL.DE LA YAGUARA	ROPA PARA CABALLEROS
METALVEN C.A.	AV. PPAL. DE LA YAGUARA	MUEBLES METALICOS
MARLE	AV. PPAL.DE LA YAGUARA	HERRERIA
TEJIDOS DE PUNTO FOGEL	AV. PPAL.DE LA YAGUARA	TELAS
ARTEC	AV. PPAL. DE LA YAGUARA	COCINAS EMPOTRADAS
VENEFLEX	AV. PPAL. DE LA YAGUARA	CELOFAN
TALLERES CARACAS	AV. PPAL.DE LA YAGUARA	REPARACION MAQUINARIA
ENVASES METALICOS	AV. PPAL.DE LA YAGUARA	LITOGRAFIA SOBRE METAL

Cont ../...

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
TELARES LOS ANDES	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	TELAS
VAN RAALTE	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	ROPA DE MUJER
TAPAS CORONA	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	LITOGRAFIA SOBRE METAL
QUIMICA LERHMAN	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	PRODUCTOS QUIMICOS
EL BRILLANTE	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	ALUMINIO ANODIZADO
EL AGUILA	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	ACCESORIOS PARA TECHOS
TULSA	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	GRAPAS
CHEMSEARCH	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	PRODUCTOS QUIMICOS
CERTIFIED	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	LABORATORIO
EXCELLENT	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	PANTALONES
TEJIDOS NYLON	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	TELAS
MUEBLES SAVINO	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	MUEBLES
PANELMASTER	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	PANELES ELECTRICOS
MANAPLAS	AV.PPAL. DE LA YAGUARA	ARTICULOS PLASTICOS

Cont ../...

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
METALURGICA REX	AV. PPAL LA YAGUARA	TUBOS METALICOS
KORATRON	AV. PPAL LA YAGUARA	TINTORERIA
TALLER CAMI	AV. PPAL LA YAGUARA	REPARACION MAQUINARIA
GALAXI	AV. PPAL LA YAGUARA	MUEBLES
PLASTIC ENVASES	AV. PPAL LA YAGUARA	ENVASES PLASTICOS
MYRABELLE	AV. PPAL LA YAGUARA	TELAS
MEYERCORD	AV. PPAL LA YAGUARA	CALCOMANIAS
ALIMENTOS CHERRY	AV. PPAL LA YAGUARA	ALIMENTOS
LABORATORIOS PROTEX-AMBER	AV. PPAL LA YAGUARA	PRODUCTOS QUIMICOS
MUEBLES PASSARO	AV. PPAL LA YAGUARA	MUEBLES
CARROCERIAS ARIÑO	AV. PPAL LA YAGUARA	CARROCERIAS
MUEBLERIA MARY	AV. PPAL LA YAGUARA	MUEBLES
HILANDERIAS VENEZOLANAS	AV. PPAL LA YAGUARA	HILOS

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
ANGELUCCI	AV. PPAL LA YAGYARA	MUEBLES
INSADOVA	AV. PPAL LA YAGUARA	PORCELANIZADO
ELECTRO GALVANICA	AV. PPAL LA YAGUARA	GALVANIZADO DE METALES
ZAID	AV. PPAL LA YAGUARA	LAMINAS DE ALUMINIO
OSIRIS	CALLE 3era.	INSECTICIDAS
BELCOLOR	CALLE 3era.	PINTURAS
RON ROYAL	CALLE 3era.	RON
RAYMOND	CALLE 3era.	CONFECCIONES
ELITEX	CALLE 3era.	TEXTILES
NICOLORO	CALLE 3era.	ARTICULOS DE ALUMINIO
MUEBLES BRIANZA	CALLE 3era.	MUEBLES
ASERRADERO LOS TRES ROBLES	CALLE 3era.	ASERRADERO

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
UTIL ACERO	CALLE 3era.	MUEBLES METALICOS
VEDEMUIN	CALLE 3era.	MUEBLES
UBANELL	CALLE 3era.	CARPINTERIA METALICA
COLCHONES SUÑER	CALLE 11	COLCHONES
SURAMERICANA DE ENVASES	CALLE 11	ENVASES DE METAL
CHIROUCE	CALLE 11	ARTICULOS DE FIBRA VIDRIO
MONTUENGA HNOS.	CALLE 11	CARPINTERIA METALICA
VICTORTEX	CALLE 11	ESTAMPADOS EN TEJIDOS
INDUSTRIAS NELSON	CALLE 11	SANDALIAS PLASTICAS
PASTELERIA EL PROGRESO	CALLE 11	PASTELES

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
STEFANNUTI	CALLE 11	EMBUTIDOS
FARENACA	CALLE 11	REMOLQUES DE CAMIONES
CIMA	CALLE 11	MUEBLES DE METAL
TINTEXTIL	CALLE 11	TINTORERIA
SEVEN-UP	CALLE 1a.	REFRESCOS
PARMETAL	CALLE 1a.	MACHIHEMBRA_ DOS
PERFINET	CALLE 1a.	PERFILES ME_ TALICOS
RENAULT	CALLE 1a.	REPARACIONES AUTOMOVILES
SUELATEX	CALLE 1a.	SUELAS Y BO_ TAS DE GOMA
HIERROS Y ALAMBRES	CALLE 1a.	ALAMBRES
SINOFINO PLASTICUP	CALLE 1 a.	GOMAS

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
VENEZOLANA DE COLADOS	CALLE 1a.	PINTURAS
HIELO NEVADA	CALLE 1a.	HIELO
CAFE SAN CRISTOBAL	CALLE 1a.	TOSTADO DE CAFE
EL PROGRESO	CALLE 1a.	MUEBLES
PRE MEX	CALLE 1a!	CONCRETO
PLEXIMES	CALLE 1a.	CARPINTERIA METALICA
GRAFICA ALDUS	CALLE 2da.	LITOGRAFIA SOBRE METAL
PASTAS MIMESA	CALLE 2da.	PASTAS
FAVECA	CALLE 2da.	CAMA Y JERGONES
INMENSA	CALLE 2da.	CARPINTERIA METALICA
CAFE FAMA DE AMERICA	CALLE 2da	TOSTADO DE CAFE

ENCUESTA DE LAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA DE LA YAGUARA

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION	PRINCIPAL OCUPACION FABRIL
ROVENCA	CALLE 2da	
ENVASES INTERNACIONAL	CALLE 2da.	ENVASES DE CARTON
TROPICANA	CALLE 2da.	ROPA
ALACA	CALLE 2da.	ACEITES COMESTIBLES
TAPA METAL	CALLE 2da.	TAPAS DE METAL
CALZADO UNION	CALLE 2da.	CALZADOS
MULTIFIBRA	AV. INTERCOMUNAL ANTIMANO	ARTICULOS PLASTICOS
CALZADO NINFA	LADO GOKART	CALZADOS
FILACA	LADO GOKART	ALIMENTO
MIPLAS	LADO GOKART	ARTICULOS PLASTICOS
TORNIVEN	CALLE 1era.	ARTICULOS METALICOS

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRE
BIBLIOTECA
CARACAS