

13
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

"ANALISIS COMPARATIVO DE LOS ELEMENTOS
TEMPERATURA, PRESION Y PRECIPITACION,
REGISTRADA DE MANERA TRADICIONAL
Y AUTOMATICA EN EL OBSERVATORIO
METEOROLOGICO CENTRAL
DE TACUBAYA"

TESIS

PARA OPTAR POR EL TITULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
QUE PRESENTA:
VERONICA DURAN CARMONA

DIRIGIDA POR:
DR. GENARO CORREA PEREZ



México, D. F.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo lo dedico a la gente que ha participado directa e indirectamente en su desarrollo, sobre todo a mis padres, hermanos y amigos, que viendo la actual situación que atraviesa nuestro país, se atreven a ser críticos científicos, utilizando su ética y la capacidad de raciocinio que todo el género humano conciente de mejorar la cultura actual debe ejercer de manera práctica para obtener beneficios comunes en una sociedad que se caracteriza por una apatía y egoísmo proliferantes.

Se agradece el apoyo en la obtención de la información al Servicio Meteorológico Nacional dependiente de la Comisión Nacional del Agua.

Un Agradecimiento muy especial al Dr. Genaro Correa Pérez, por sus constantes sugerencias, apoyos y consejos, que mantuvo durante el desarrollo de este trabajo a través de sus conocimientos e interés como científico y como amigo.

Agradezco en particular a cada uno de los revisores de este trabajo, al Dr. Manuel Guerrero González, al Mtro. Francisco Hernández Hernández, a la Lic. María Lydia Ortiz Condado y al Lic. Carlos C. Morales Méndez, por su tiempo, dedicación, confianza y entusiasmo que pusieron en el mismo y ante todo sus aportaciones y comentarios.

ÍNDICE

Introducción..... 19

*Objetivos, justificación, hipótesis,
metodología básica, bases conceptuales*..... 24

CAPÍTULO I

Antecedentes Históricos

*1.1 Antecedentes generales del Observatorio
de Tacubaya (mapa)* 38

CAPÍTULO II

Geografía Física y Humana

2.1 Geografía Física

2.1.1 Geografía de la Situación..... 52

2.1.2 Geografía del Relieve. Fisiografía..... 54

2.1.3 Geografía de las Rocas. Geología..... 56

2.1.4 Geografía de las Aguas. Hidrogeografía..... 58

2.1.5 Geografía del Clima. Meteorología y Clima..... 59

2.1.6 Geografía de los suelos. Suelos..... 66

2.1.7 Geografía de las plantas. Vegetación..... 67

2.1.8 Uso del suelo.....	70
2.1.9 Geografía de los animales.....	71
2.1.10 Geografía del deterioro atmosférico.....	72

2.2 Geografía Humana

2.2.1 Geografía de la población citadina.....	74
-----------------------------------------------	----

CAPÍTULO III

Operación de un Observatorio

3.1 Establecimiento de un observatorio.....	79
3.2 Creación de Observatorio Central.....	80
3.3 Establecimiento de un Observatorio de acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM).....	84
3.4 Normatividad en la instalación de una estación meteorológica (observatorio), establecida por la OMM.....	86
3.5 Garitas termométricas.....	93
3.6 La presión del aire.....	100
3.7 Exposición de psicrómetros.....	111
3.8 La precipitación.....	116
3.9 Métodos de medición de la precipitación.....	121
3.10 Pluviógrafos.....	123
3.11 La evaporación.....	127
3.12 Radiación solar.....	130
3.13 El viento.....	132
3.14 La nubosidad.....	133

CAPÍTULO IV

Diagnóstico Situacional del Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya

4.1 Estación Sinóptica.....	135
4.2 Situación actual del Observatorio Central de Tacubaya.....	139
4.3 Estación Meteorológica Automática.....	170

CAPÍTULO V

Comparación de la precipitación

5.1 Metodología empleada.....	208
5.2 Gráficas diarias mensuales de la precipitación.....	209
5.3 Discusión de resultados de precipitación.....	236
5.4 Comentarios.....	237
5.5 Gráficas semanales.....	239
5.6 Discusión de resultados.....	250
5.7 Cuadros y gráficas de los registros mensuales de la precipitación en el Observatorio de Tacubaya.....	251

CAPÍTULO VI

Comparación de la temperatura del aire

<i>6.1 Comparación de la temperatura horaria-diaria.....</i>	<i>256</i>
<i>6.2 Discusión de resultados.....</i>	<i>282</i>
<i>6.3 Gráficas que representan el comportamiento diario mensual, así como sus respectivas diferencias de la temperatura del aire.....</i>	<i>283</i>
<i>6.4 Discusión de resultados.....</i>	<i>322</i>
<i>6.5 Distribuciones de temperaturas del mes de octubre, 1992-1994.....</i>	<i>324</i>
<i>6.6 Gráficas semanales de temperatura.....</i>	<i>333</i>
<i>6.7 Discusión de resultados.....</i>	<i>342</i>
<i>6.8 Comparación de la temperatura media anual.....</i>	<i>343</i>
<i>6.9 Gráficas de las temperaturas máximas y mínimas.....</i>	<i>348</i>

CAPÍTULO VII

Comparación de la presión atmosférica

<i>7.1 Gráficas horarias-diarias de la presión atmosférica.....</i>	<i>356</i>
<i>7.2 Discusión de resultados.....</i>	<i>382</i>
<i>7.3 Gráficas que representan la comparación del comportamiento diario-mensual, así como sus respectivas diferencias de la presión atmosférica.....</i>	<i>384</i>
<i>7.4 Discusión de resultados.....</i>	<i>424</i>
<i>7.5 Distribuciones de la presión atmosférica del mes de octubre (1992-1994).....</i>	<i>425</i>

7.6 Discusión de resultados.....	434
7.7 Gráficas de comparación semanales de la presión atmosférica.....	434
7.8 Comparación de las medias mensuales de presión atmosférica.....	443

CAPÍTULO VIII

Conclusiones y propuestas.....	449
Consideraciones.....	449
Conclusiones.....	450
Propuestas.....	453
Bibliografía general.....	456
Apendice.....	466

ÍNDICE DE FIGURAS

3.1 Partes que integran al microbarograma.....	108
4.1 Instrumentos meteorológicos de la oficina de Tacubaya.....	143
4.2 Barómetro tipo Kew.....	144
4.3 Barómetro aneróide.....	148
4.4 Microbarógrafo de Tacubaya.....	150
4.5 Anemocinemografo.....	152
4.6 Equipamiento de la segunda sección que conforma el Observatorio de Tacubaya.....	154
4.7 Garita meteorológica.....	155
4.8 Psicrómetro tipo Assman.....	157
4.9 Termómetros de temperaturas extremas.....	158
4.10 Pluviómetro.....	160
4.11 Pluviógrafo.....	161
4.12 Heliógrafo tipo Cambells.....	163
4.13 Pirheliógrafo de Tacubaya.....	164
4.14 Instalación general de la estación meteorológica automática.....	179
4.15 Emplazamiento de la estación meteorológica automática de Tacubaya.....	180
4.16 Sensores de la estación meteorológica automática.....	181
4.17 Otros sensores de la estación automática.....	183
4.18 Modem y computadora donde se procesan los datos que registra la estación meteorológica automática.....	184
4.19 Sensor de precipitación de la estación meteorológica automática.....	190
4.20 Gráficas que representan el comportamiento de la estación meteorológica automática de Tacubaya.....	197

**4.21 Emplazamiento del sensor de la temperatura del
subsuelo de la estación meteorológica de Tacubaya.....206**

ÍNDICE DE CUADROS

<i>2.1 Sitios delegacionales y sus coordenadas</i>	54
<i>2.2 Población total por sexo</i>	76
<i>3.1 Requisitos de precisión de los termómetros</i>	100
<i>4.1 Actividades de un observatorio</i>	140
<i>4.2 Tipos de estaciones</i>	177
<i>5.1 Comparación de promedios mensuales de precipitación, sep. 92 a oct. 94. (pluviógrafo)</i>	251
<i>5.2 Comparación de promedios mensuales de precipitación, sep. 92 a oct. 94 (pluviómetro)</i>	252
<i>6.1 Comparación de medias mensuales de temperatura del aire</i>	343
<i>6.2 Cuadro de promedios mensuales de temperaturas máximas. (1992-1994)</i>	349
<i>6.3 Cuadro de promedios mensuales de temperaturas mínimas. (1992-1994)</i>	352
<i>7.1 Comparación de medias mensuales de presión atmosférica. (1992-1994)</i>	444

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Capítulo V

<i>Precipitación diaria-horaria, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1992. 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4.....</i>	<i>210</i>
<i>Precipitación diaria-horaria, de enero a diciembre de 1993</i>	
<i>5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16.....</i>	<i>214</i>
<i>Precipitación diaria-horaria, enero a octubre de 1994.</i>	
<i>5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.26.....</i>	<i>226</i>
<i>Comparación semanal de la precipitación septiembre de 1992.</i>	
<i>5.27, 5.28, 5.29 y 5.30.....</i>	<i>240</i>
<i>Comparación semanal de la precipitación septiembre de 1993.</i>	
<i>5.31, 5.32, 5.33 y 5.34.....</i>	<i>244</i>
<i>Comparación semanal de la precipitación septiembre de 1994.</i>	
<i>5.35, 5.36, 5.37 y 5.38.....</i>	<i>247</i>
<i>Comparación de promedios mensuales de la precipitación 1992-1994.</i>	
<i>5.39.....</i>	<i>253</i>

Capítulo VI

<i>Comparación de temperaturas diarias-horarias, septiembre a diciembre de 1992.</i>	
<i>6.1, 6.2, 6.3 y 6.4.....</i>	<i>257</i>
<i>Comparación de temperaturas diarias-horarias, enero a diciembre de 1993.</i>	
<i>6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15 y 6.16.....</i>	<i>261</i>
<i>Comparación de temperaturas diarias-horarias, enero a octubre de 1994.</i>	
<i>6.17, 6.18, 6.19, 6.20, 6.21, 6.22, 6.23, 6.24, 6.25 y 6.26.....</i>	<i>273</i>
<i>Comparación de promedios de temperatura diarios y diferencias, septiembre a diciembre de 1992.</i>	

<i>De la gráfica no. 6.27 a la 6.34.....</i>	<i>284</i>
<i>Comparación de promedios de temperatura diarios y diferencias, enero a diciembre de 1993.</i>	
<i>De la gráfica no. 6.35 a la 6.58.....</i>	<i>290</i>
<i>Comparación promedios de temperatura diarios y diferencias, enero a octubre de 1994.</i>	
<i>De la gráfica no. 6.59 a la 6.78.....</i>	<i>308</i>
<i>Distribución de temperaturas horarias-diarias, estación tradicional y automática, de octubre de 1992.</i>	
<i>6.79 y 6.80.....</i>	<i>325</i>
<i>Distribución de temperaturas horarias-diarias, estación tradicional y automática, de octubre de 1993.</i>	
<i>6.81 y 6.82.....</i>	<i>327</i>
<i>Distribución de temperaturas horarias-diarias, estación tradicional y automática, de octubre de 1994.</i>	
<i>6.83 y 6.84.....</i>	<i>329</i>
<i>Comparación semanal de la temperatura, septiembre 1992.</i>	
<i>6.85, 6.86, 6.87 y 6.88.....</i>	<i>334</i>
<i>Comparación semanal de la temperatura, septiembre 1993.</i>	
<i>6.89, 6.90, 6.91 y 6.92.....</i>	<i>337</i>
<i>Comparación semanal de la temperatura, septiembre 1994.</i>	
<i>6.93, 6.94, 9.95 y 6.96.....</i>	<i>340</i>
<i>Comparación de las medias mensuales de temperatura automática y tradicional (3 años).</i>	
<i>Gráfica no. 6.97.....</i>	<i>344</i>
<i>Comparación de promedios mensuales de temperatura de 1992.</i>	
<i>Gráfica no. 6.98.....</i>	<i>345</i>
<i>Comparación de promedios mensuales de temperaturas de 1993.</i>	
<i>Gráfica no. 6.99.....</i>	<i>346</i>
<i>Comparación de promedios mensuales de temperaturas de 1994.</i>	
<i>Gráfica no. 6.100.....</i>	<i>347</i>
<i>Promedios mensuales de temperaturas máximas-maximorum.</i>	
<i>Gráfica no. 101.....</i>	<i>350</i>

<i>Promedios mensuales de temperaturas máximas-maximorum. (media tradicional y automática).</i> <i>Gráfica no. 102.....</i>	<i>351</i>
<i>Promedios mensuales de temperaturas mínimas-minimorum.</i> <i>Gráfica no. 103.....</i>	<i>353</i>

Capítulo VII

<i>Comparación de presión atmosférica diaria-horaria, septiembre a diciembre de 1992.</i> <i>7.1, 7.2, 7.3 y 7.4.....</i>	<i>357</i>
<i>Comparación de presión atmosférica diaria-horaria, enero a diciembre de 1993.</i> <i>7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 7.10, 7.11, 7.12, 7.13, 7.14, 7.15 y 7.16.....</i>	<i>361</i>
<i>Comparación de presión atmosférica diaria-horaria, enero a octubre de 1994.</i> <i>7.17, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.22, 7.23, 7.24, 7.25 y 7.26.....</i>	<i>373</i>
<i>Comparación de promedios de presión atmosférica diarios y diferencias,</i> <i>septiembre a diciembre de 1992.</i> <i>De la gráfica no. 7.27 a la 7.34.....</i>	<i>385</i>
<i>Comparación de promedios de presión atmosférica diarios y diferencias, enero a</i> <i>diciembre de 1993.</i> <i>De la gráfica no. 7.35 a la 7.58.....</i>	<i>391</i>
<i>Comparación promedios de presión atmosférica diarios y diferencias, enero a</i> <i>octubre de 1994.</i> <i>De la gráfica no. 7.59 a la 7.78.....</i>	<i>409</i>
<i>Distribución de la presión atmosférica horaria-diaria, estación tradicional y</i> <i>automática, de octubre de 1992.</i> <i>7.79 y 7.80.....</i>	<i>426</i>
<i>Distribución de la presión atmosférica horaria-diaria, estación tradicional y</i> <i>automática, de octubre de 1993.</i> <i>7.81 y 7.82.....</i>	<i>428</i>
<i>Distribución de la presión atmosférica horaria-diaria, estación tradicional y</i> <i>automática, de octubre de 1994.</i> <i>7.83 y 7.84.....</i>	<i>430</i>

<i>Comparación semanal de la presión atmosférica, septiembre 1992.</i> 7.85, 7.86, 7.87 y 7.88.....	435
<i>Comparación semanal de la presión atmosférica, septiembre 1993.</i> 7.89, 7.90, 7.91 y 7.92.....	438
<i>Comparación semanal de la presión atmosférica, septiembre 1994.</i> 7.93, 7.94, 7.95 y 7.96.....	441
<i>Comparación de las medias mensuales de la presión atmosférica automática y tradicional (3 años). Gráfica no. 7.97.....</i>	444
<i>Comparación de promedios mensuales de la presión atmosférica de 1992.</i> Gráfica no. 7.98.....	445
<i>Comparación de promedios mensuales de la presión atmosférica de 1993.</i> Gráfica no. 7.99.....	446
<i>Comparación de promedios mensuales de la presión atmosférica de 1994.</i> Gráfica no. 7.100.....	447

INTRODUCCIÓN

Por la trascendencia que tiene la meteorología y el campo actual de la misma, es esencial que el público tenga más acceso a lo que el científico atmosférico y el meteorólogo profesional desarrollan en un observatorio.

Los habitantes sufren de las modificaciones del tiempo atmosférico, se benefician, si no es que se afectan de él, pagan lo que se investiga y lo que se predice, por lo tanto, tienen derecho a saber de ello, de manera precisa, cotidiana y clara.

Una sociedad cada vez más creciente y compleja, está dependiendo y dependerá más, de las variaciones de la situación atmosférica, a la cual en parte el mismo hombre afecta y modifica.

A los conocimientos y adelantos de la ciencia, y en particular a la de la atmósfera, que rápidamente crece, el hombre no puede quedar ajeno, y van a ser tantas las aplicaciones a que se va a llegar, que la divulgación de los estados del tiempo serán más que necesarios, por lo que, vale la pena conocerlos, familiarizarse con ellos y proporcionar a todo el público, sin reticencias.

El ser humano aspira a controlar el tiempo, de lo especulativo está llegando a lo posible; da la impresión que el mundo se ha hecho cada vez más pequeño, por el enorme adelanto de las comunicaciones; se da cada día que pasa, más la oportunidad de desarrollar y conocer lo que en otras partes se hace y observa sobre una atmósfera que no tiene fronteras, de tal modo que el tiempo atmosférico no puede ser ya exclusivo de los meteorólogos de un observatorio, ni el juguete de quienes lo computarizan o estudian, por lo que debiera hacerse a todo el mundo participe de su comprensión y utilización.

El fin primordial en la utilización de las computadoras no debe ser el substituir la capacidad del hombre, sino para estudiar grandes volúmenes de información a través de bases de datos de geografía de la atmósfera, a partir de diversas fuentes, como imágenes de satélite, mapas convencionales digitalizados, estadística informativa y otros, que ayudan a profundizar en la investigación, propiciando análisis alternativos, correlaciones útiles, comportamientos y

proyecciones en varios campos.

Con la computación y el despliegue de pantallas se ofrece la visualización de los fenómenos, se pueden elaborar mapas que dinámicamente pueden ser cambiados, ya sea por motivos de actualización de la información como por la modificación que deba hacerse de ciertos parámetros (proyección, simbología, rasgos, escala, color, etcétera) de acuerdo con lo que se requiera.

En sitios como en los que se ubica el observatorio, las montañas, las lomas o colinas, son determinantes en la dinámica del tiempo regional y local. El valle a sus pies constituye una depresión donde choca o llega el viento y se generan fenómenos que frecuentemente afectan las porciones de la gran ciudad, y naturalmente las de ésta parte de la misma. El viento orográfico al subir se enfría y su vapor de agua se condensa en precipitación. El que llega al otro lado de la montaña, desprovisto de humedad, se torna caliente y reseca el ambiente, y en ocasiones la garganta o escoce los ojos, y hasta es capaz de limpiar el aire y ocasionar otros fenómenos.

Al tiempo se le conoce como un fenómeno caprichoso, y como toda manifestación de energía sigue leyes físicas, las predicciones sobre él, son difíciles, sobre todo porque la máquina que engendra el tiempo es muy grande y comprende muchas partes. Existe debido a un principio fundamental de física: la energía capaz de convertirse sin pérdida, es decir, la energía que toma muchas formas, que pasa de radiación a calor y a movimiento, que una vez creada no puede destruirse.

El tiempo, se reitera, es demasiado importante para que nada más lo conozcan los científicos. Es realmente un fenómeno que compete conocer a todos por las innumerables repercusiones en la vida del hombre y de la propia naturaleza. A veces es turbulento, desesperante y beneficioso.

En días en que la humedad es baja y la presión atmosférica sube, el hombre puede realizar su trabajo con comodidad y eficiencia; pero cuando es bochornoso se puede transformar y su desempeño puede ser anormal y hasta sombrío. Los efectos deprimentes del tiempo pueden hacer que una persona sana se convierta en enferma.

El hombre en las ciudades, ya ha modificado violentamente el tiempo atmosférico ocasionándole perjuicios. Áreas como la Ciudad de México alteran el flujo del viento,

calientan la atmósfera, propician la contaminación y causan inversiones térmicas letales en épocas de invierno. La OMM (Organización Meteorológica Mundial), señala que grandes ciudades reciben casi una cuarta parte menos de viento que las áreas rurales vecinas, por los edificios con que cuenta y las corrientes de convección que se originan en ellas. Estas corrientes y los núcleos de las mismas, provocan que la lluvia se concentre en ciertas áreas, más nieblas y temperaturas más calientes en invierno, que las porciones rurales aledañas. El smog detiene las emisiones de Sol (luz y rayos ultravioleta), y se tienen menos minutos de luz al día, menos de sol, y menos de radiación ultravioleta; irrita la garganta, los ojos, seca la piel y deteriora muchos inmuebles, entre otras consecuencias.

De la comparación de los datos obtenidos de una estación ordinaria bien organizada y de una automática bien manipulada se pueden inferir la ventaja de la bondad de registros de una sobre la otra; según los parámetros, determinar los análisis y significados prácticos de enorme transcendencia. Es una cuestión que debe ser cuidadosamente estudiada y explorada para concluir más adecuadas y reales situaciones en cuanto a la variación del tiempo, y señalamientos continuos más acuciosos del mismo.

Donde las condiciones atmosféricas llegan a ser extremas, la meteorología puede pasar a ser protagonista de la vida o tomar un papel esencial en la población de todas partes, incluyendo la de nuestro propio medio. En ese caso los pronósticos de rutina y los análisis ordinarios no son los suficientes, por lo que por eso los observatorios deben estar acondicionados y provistos de lo indispensable para desarrollar permanentemente una meteorología del riesgo o especial, para prevenir y evitar los hechos que son catastróficos y muy lamentables (no solo heladas, lluvia de pedriscos, ciclones, trombas de agua, inundaciones y hasta acumulaciones anormales de contaminantes, entre otros), y para que se pongan en práctica acciones y mecanismos que menguen o eviten los fenómenos de efecto antes de que puedan suceder.

En México, un proyecto contra la acumulación de contaminantes es esencial, y se debe habilitar una perfeccionada red de estaciones, de monitoreo ambiental propias para el desarrollo de tales fenómenos que inciden en la salud corporal y anímica de la población.

La profundización en principios teóricos tanto termodinámicos como termoquímicos vinculados entre otras, a la ubicación de áreas residenciales o de vivienda, de industrias, y

en suma al urbanismo tan proliferante, como el que existe en nuestra urbe, aportando datos sobre dirección e intensidad de vientos, dispersión de humos y polvos, gases tóxicos, intercambios de radiación, y para establecer tipos de materiales, suelos propios, relieves adecuados, áreas ajenas a inundaciones, y cuanto elemento afecte al medio urbano y sus habitantes, es exigente y debiera considerarse seriamente.

Hasta ahora, no se había hecho ninguna investigación que comparara el comportamiento de una estación meteorológica tradicional con una automática, de forma tal como se realiza en este trabajo. Tampoco se habían expuesto problemas como los que se pueden presentar en un observatorio como el que ocupa mi estudio: el de Tacubaya.

El trabajo en cuestión resulta ser un análisis comparativo del funcionamiento -registro de datos sobretodo- de las estaciones automática y tradicional del Observatorio Meteorológico de Tacubaya.

En el estudio se analizan tanto aciertos como fallas de que adolece, el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya.

La encuesta que realicé, y mis apreciaciones durante el tiempo que presté mi servicio social en dicha dependencia, el que llevo actualmente con frecuentes visitas, me permite emitir juicios, de la situación de las instalaciones, de los sistemas que se emplean, de los equipos que se utilizan, de la confiabilidad de los resultados e informaciones que se dan, de la administración y organización que se tiene, y de los datos que ofrecen los dos tipos de estaciones, entre otros.

Los resultados del estudio pueden parecer poco halagadores, por la crítica que manifiestan, y se han obtenido después de un trabajo o una serie de observaciones que realicé de manera seria y desapasionada y sin ánimo de herir susceptibilidades.

La finalidad es poner en mano de los observadores y estudiosos de la meteorología y climatología, un trabajo que pueda ayudar a centrar la opinión y vivencia que se tenga sobre lo que existe en México en un observatorio que es rector de las observaciones meteorológicas y climatológicas del país.

No pretendo con ello en ningún momento minimizar los esfuerzos que se han hecho y se hacen para mejorar en todos los órdenes el funcionamiento cualitativo y cuantitativo del observatorio y su capacidad de servicio institucional como público.

La actitud crítica es común a todas las ciencias. El profesionalista la ejerce a plenitud. Las críticas son resultado de las vivencias cotidianas y de las observaciones en la institución y el deseo de que esta mejore. Por ello si se ven defectos, dicen otros, dolencias en el querido tronco, nosotros lo quisiéramos ver saludable y frondoso, por ello me inquieta cualquier sintoma adverso que he observado.

En momentos en que lo institucional es tan importante para la nación, la inteligencia y la razón no pueden cerrarse a situaciones como las que de facto se confrontan. Aún en la ciencia y en el trabajo tienen que prevalecer valores fundamentales: veracidad, lealtad, honestidad, constancia, servicialidad, desinterés, responsabilidad, profesionalismo, y con éste la ética de trabajo, entre otros, que conlleven a cumplir con el compromiso que se tiene con el país.

Al exponer el funcionamiento de los equipos e instrumentos se compara lo que se hace o deja de hacer en el observatorio con lo que indica el manual de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

No pocas veces se utilizan métodos que se apartan de lo que podría esperarse o que se ha acostumbrado.

Las gráficas ponen en claro el comportamiento o el resultado de las observaciones que se tienen en una estación meteorológica tradicional y una automática, se resumen al final del estudio, y no hay dificultad para remitirse a ellas, para observar las discrepancias de los valores básicos de elementos esenciales que son medidos cotidianamente y que tienen gran importancia.

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

Entre los objetivos esenciales de este trabajo, se encuentran los que a continuación se resumen:

Objetivo General

1- Conocer la igualdad y diferencia entre los registros de la estación meteorológica automática y los del Observatorio Central de Tacubaya (tradicional), durante el período de septiembre de 1992 a octubre de 1994.

Objetivos particulares

1) Conocer las posibles causas de las variaciones a través de un diagnóstico situacional, de los registros que se obtienen en la estación meteorológica, automática y del Observatorio Central de Tacubaya.

2) Realizar un análisis comparativo a través de técnicas estadísticas de los parámetros climáticos de temperatura, precipitación y presión atmosférica, obtenidos en forma directa e instrumental, y de manera automática, en el Observatorio de Tacubaya.

Justificación

Las condiciones prevaletientes en la atmósfera en un corto periodo de tiempo son de suma importancia, por la incidencia que tienen en las actividades que realiza el hombre, como son las agrícolas, ganaderas, industriales, militares, etcétera.

Los registros climáticos que obtiene la meteorología, presentan la peculiaridad de poder

ser aplicados por cualquier ciencia que los requiera, como es el caso de la Geografía, ciencia holística que en la realización de sus estudios engloba todos aquellos aspectos de carácter físico y humano que intervienen en un espacio en el cual no son independientes, pues viven inmersos en una atmósfera o también se desarrollan en otros espacios de la superficie terrestre.

En septiembre de 1992, se instala en el Observatorio Central de Tacubaya la primera estación meteorológica automática a nivel nacional, dando inicio a la etapa de modernización dentro de la red de observaciones de superficie, del área de redes y telecomunicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, donde el proyecto de instalación, abarcó a todos los observatorios del territorio. Así se instalaron 600 estaciones climatológicas automáticas con el propósito de abarcar la mayor proporción de superficie mexicana en cuanto a la información del tiempo.

En México, es reciente la incorporación de los avances tecnológicos en los estudios de los fenómenos atmosféricos, entre ellos, los que se refieren a las formas de medir los elementos meteorológicos. Los estudios realizados en cuanto al análisis de la dinámica que presentan los registros climáticos que se obtienen de manera tradicional y de aquellos otros que proceden de equipos automáticos son escasos, o bien de carácter técnico, en donde pocas veces se percibe la visión general del comportamiento real de este tipo de tecnología.

Si en la actualidad se trabaja bajo un sistema que se conforma en su mayor parte de máquinas automáticas que realizan el trabajo, y por supuesto que se maneja y manipula la información que estas proporcionan, es de gran valor, conocer o realizar estudios que den un panorama amplio y lo más claro posible de la situación que se está presentando en la información meteorológica.

Con el estudio se pretende dar una visión comparativa de los datos climatológicos que se registran por medio de instrumentos meteorológicos tradicionales que se han empleado desde que se inició la actividad meteorológica en forma sistemática en nuestro país, respecto a los datos que la tecnología nos proporciona a través de una serie de sensores que conforman a la estación meteorológica automática. No tiene como objetivo determinar los errores sujetos al ser humano, ni a la máquina, sino al poderlos localizar, propiciar el mejoramiento de la calidad y confiabilidad de los datos, a partir de la igualdad o bien de la diferencia que exista

entre ambas observaciones.

Algunos suelen expresar que la meteorología no solo es una ciencia física, sino que es también esencialmente geográfica, debido a que los fenómenos meteorológicos están localizados sobre la superficie terrestre y tienen una distribución espacial sobre mares y continentes y lo que estos sustentan. Es decir, existe una interconexión de la superficie terrestre con la atmósfera, así como una variación en el transcurso del tiempo. La meteorología no puede prescindir de este carácter geográfico, y en particular la Climatología que es tan esencial, tanto que se ha considerado más geográfica que física. El carácter geográfico se acentúa en la disciplina, debido a que, si la atmósfera altera la superficie de los suelos, y éstos son un recurso indispensable para toda la vida orgánica, por lo tanto, lo son para la población; no deja de presentarse una influencia recíproca, ya que la distribución geográfica de mares y tierras, los accidentes geográficos todos, e incluso la acción de la sociedad, influyen en la recepción de la energía solar, en la transmisión a la atmósfera del calor, y del vapor acuoso, en los movimientos de las masas del aire, y en la generalidad de los fenómenos meteorológicos.

Para la ciencia geográfica, el interés de resolver problemas prácticos de carácter tanto físico como social, y la trascendencia de sus estudios, le permite en un momento aplicar los conocimientos de otras ciencias como la meteorología y la climatología, de las que retoma los datos que estas le presentan, y a partir de éstos, se realiza un análisis profundo y exhaustivo, que le permite llegar a formular y establecer leyes o postulados a nivel global, para el entendimiento de los fenómenos que se suscitan en la superficie terrestre.

Este trabajo es parte importante para estudios posteriores que se realicen a nivel mesoescala de las condiciones atmosféricas de un sitio importante como lo es el Distrito Federal, a su vez, puede ayudar a que se tomen decisiones para tener mejores condiciones de operación y datos más confiables en el lugar a estudiar.

Posteriormente, puede también ayudar a la búsqueda de soluciones prácticas en el problema que afronta toda la humanidad, con relación al deterioro del ambiente geográfico en todos los niveles de organización existentes en la vida, en donde la interrelación de los diversos factores, no solo abióticos y bióticos, juegan un papel importante. Además, al igual que éstos, el factor humano, que también se ha visto afectado considerablemente.

Los sistemas de tiempo y espacio en la tierra, se ven constantemente alterados por fenómenos, una vez comunes a la vista del hombre, y muchas otros, sorpresivos, ya que en ningún momento antes se habían presentado. Esto origina que el ser humano empiece un proceso de concientización de las acciones que realiza en el manejo de sus recursos y en su aprovechamiento, tal es el caso de la atmósfera que rodea la Tierra.

Este problema da la pauta para que muchas ciencias intervengan en el planteamiento de soluciones a corto plazo, y en la búsqueda del recuento del equilibrio entre el hombre y el espacio geográfico que habita. El entender la dinámica de una parte del espacio que soporta las actividades humanas como lo es la atmósfera, es vital para la comprensión de los cambios que se presentan o puedan presentarse a nivel general en la superficie terrestre.

La importancia de obtener registros depende no solo del avance tecnológico en cuanto al equipo que se utilice para llevar a efecto las actividades meteorológicas, también de lo que se realice por parte del personal y los dirigentes del Observatorio Central de Tacubaya, todo vinculado a una posición firme y abierta con relación a cambios y repercusiones, a la aplicación de nuevas técnicas de mejoramiento en las observaciones que se realizan a nivel convencional y las que se obtienen de manera automatizada. Es por ello que el estudio no deja de ser importante, ya que integra datos de ambos medios de información meteorológica; además de que lleva implícitas algunas de las posibles respuestas para conformar un centro confiable de información, también climatológica, para diversos usos e investigaciones. Asimismo, algo importante que conviene recalcar se refiere a la información que en el centro se procesa y proyecta, y que debe ser conocida por una sociedad interesada en la confiabilidad de la información, así, como que el público en general pueda tener y criticar la información de la índole indicada cada día, el conocer el funcionamiento y caracteres del equipo que se tiene en el observatorio. No menos deseable sería que éste contara con una buena imagen entre los usuarios, lo que es fundamental para una institución rectora a nivel nacional. Requiriéndose además, que en cada momento la población pueda entender el comportamiento de los fenómenos atmosféricos, y tener la certeza de contar con buenos pronósticos meteorológicos así como climáticos, a largo plazo.

HIPÓTESIS

Se tienen como principales hipótesis de trabajo las que a continuación se indican:

a) Los instrumentos utilizados para realizar las observaciones en el Observatorio Central son de diferente naturaleza. Esta diferencia puede influir en la variación de los registros que se obtienen de las condiciones atmosféricas.

b) La acción antrópica incide en el entorno del observatorio, así como en la precisión y calidad de los registros.

c) El observador y la forma de realizar las observaciones, son importantes para obtener registros confiables.

d) La modernización por sí sola, no es viable, mientras no se tenga un control de calidad en la información, mantenimiento, personal capacitado, y se reglamenten, y observen las técnicas de obtención de los datos.

e) La falta de una planeación previa a la implementación de tecnología automatizada, para la obtención de datos meteorológicos y climatológicos, genera desconfianza en la información que se obtiene.

f) Es imprescindible una evaluación de los registros obtenidos por las estaciones automáticas para corregir las fallas y adquirir confiabilidad de la información.

METODOLOGÍA BÁSICA

Con relación a la metodología, cabe señalar que se vertió la información que totaliza la medición y registro de los diversos elementos que aquí se estudian: la temperatura, presión atmosférica y precipitaciones, tanto en la estación sinóptica o tradicional como de la automática.

El trabajo se hizo de acuerdo al método geográfico, con el apoyo de técnicas estadísticas

básicas que son utilizadas por la climatología estadística.

Se identificaron las formas de observación, sus resultados y trascendencia y se compararon con las normas que indica la OMM.

Se situó el observatorio en un contexto geográfico, y se hizo un análisis vinculado a la meteorología y a la climatología.

Se realizó una sinópsis del mismo, se analizaron áreas de trabajo y de localización de los equipos, un análisis de la función que ofrecen y la que debían tener -en el caso de ser inadecuada-, según la OMM.

Se estudiaron las variantes manejadas y se señalaron las características idóneas, que deben ser observadas, así como la de las operaciones administrativas.

En síntesis, el programa de trabajo comprendió las siguientes tareas:

- *Compilación de datos históricos sobre el observatorio.*
- *Captación de datos geográficos sobre el mismo.*
- *Determinación de su situación geográfica dentro del Valle de México, el Distrito Federal y sus delegaciones, así como de sus condiciones físico-geográficas.*
- *Estudio de mapas.*
- *Mapeo básico.*
- *Estudio de la situación ambiental.*
- *Estudio de la situación administrativa y de las observaciones.*
- *Estudio de los lineamientos de la OMM con relación a las observaciones.*
- *Estudio de la situación de trabajo y de la formación profesional.*
- *Realización de encuestas y entrevistas al personal que trabaja la información climatológica.*
- *Estudio del equipo e instalaciones vinculadas al observatorio.*
- *Investigación de áreas claves.*
- *Comprobación de estudios y datos.*
- *Experimento de comparación cada 10 minutos.*
- *Reprocesamiento de datos y diversos análisis.*
- *Interpretaciones de resultados.*
- *Análisis de estudios y del trabajo desarrollado.*

- *Desarrollo de gráficas relacionadas con la investigación del comportamiento en las observaciones de las estaciones tradicional y automática y sus diferencias.*
- *Análisis de las gráficas.*
- *Preparación de mapas, fotografías y cuadros.*
- *Preparación y redacción de capítulos.*
- *Revisión de capítulos.*
- *Conclusiones, consideraciones y otras informaciones.*

BASES CONCEPTUALES

El estudio de caso se realizó en el Servicio Meteorológico Nacional, localizado en Tacubaya, Distrito Federal, institución que integra no sólo estudios en Meteorología Sinóptica, sino que también se aboca a los fenómenos atmosféricos sobre una extensa región geográfica como lo es nuestro país. Se basa en el análisis de mapas, en los que se asientan los datos de observaciones meteorológicas sinópticas con el fin de analizar y pronosticar el tiempo atmosférico.

Comprende el análisis de tres elementos meteorológicos que son objeto de comparación, como la temperatura del aire y sus variantes (temperaturas extremas como la máxima y mínima), la presión atmosférica y la precipitación.

A un observatorio meteorológico, lo define la OMM como: el "establecimiento científico dedicado a realizar observaciones meteorológicas especialmente detalladas y precisas, y a estudiar los fenómenos atmosféricos con instrumentos especializados que no poseen otras estaciones meteorológicas". (Vocabulario Meteorológico Internacional, 1992, p. 389).

La Meteorología considerada como "una rama de la geofísica y el clima, es objeto de estudio de la Climatología, rama de la Geografía Física". Por lo tanto, al realizar este trabajo, se estará hablando de una Geografía de la Atmósfera, la que, a su vez, resulta del

análisis del tiempo en sus aspectos causal y estadístico. (Maderey, Laura. 1979).

Por su parte, Max Sorre, climatólogo francés, consideró al clima como una serie de estados de la atmósfera (tiempos) sobre un lugar en su sucesión habitual.

Varias sucesiones de tipos de tiempo se considera que dan lugar al clima, que de acuerdo al climatólogo Julius Hann, "es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado de la superficie."

El tiempo, definido como: "el estado de condiciones meteorológicas en un "momento" dado. Ese "momento" es un lapso que puede durar horas, días e inclusive semanas". (Maderey, Laura. 1979).

La Geografía de la atmósfera (Climatología) se puede dividir en dos grandes ramas, la Climatología física y la Climatología aplicada.

La Climatología Física "consiste en el análisis de las leyes y teorías físicas así como de la información meteorológica para determinar y explicar los climas; esta rama se subdivide en:

Climatología sinóptica, que trata del estudio de los fenómenos que ocurren en la atmósfera a la misma hora a través de observaciones hechas simultáneamente".

Los elementos y los factores del clima son muy importantes ya que influyen en la igualdad o diferencia que manifiestan los elementos meteorológicos del Observatorio Central de Tacubaya, y la estación meteorológica automática, que, como se ha dicho, son la temperatura del aire, que es "la temperatura leída en un termómetro expuesto al aire, protegido de la radiación solar directa" (Vocabulario meteorológico internacional, 1992, p. 29), y sus variantes que son la temperatura mínima, considerada como "la temperatura más baja alcanzada en un intervalo de tiempo dado" (Vocabulario meteorológico internacional, (1992). p. 397), y, la temperatura máxima denominada como la "temperatura más alta alcanzada en un intervalo de tiempo dado". (Vocabulario meteorológico internacional, (1992). p. 375). También se incluye a la presión atmosférica, que es "la presión (fuerza por unidad de área) ejercida por la atmósfera sobre cualquier superficie en virtud de su peso. Equivale al peso de una columna de aire de sección transversal unitaria, que se extiende desde un nivel dado, hasta el límite superior de la atmósfera". (Vocabulario meteorológico internacional (1992), p. 57).

El tercer elemento meteorológico a considerar es la precipitación, que se define como "el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes y se deposita en el terreno procedente del aire". (Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos. (1990). s/p.).

Es importante retomar algunos aspectos expuestos por la ciencia geográfica para llevar a efecto el estudio de caso, ya que en especial el método geográfico nos proporciona los puntos de partida para cualquier estudio a realizar. Su método está basado en tres principios que son: De acuerdo a De Martonne, "El estudio geográfico de un fenómeno presupone la observación de otros análogos. Un fenómeno o un lugar no es independiente del conocimiento del conjunto del globo". (principio metodológico, conexivo); corresponde al de Vidal La Blache, el estudioso de la Geografía humana, quien afirma que "los hechos de la Geografía Humana se relacionan con el conjunto de la Tierra y no son explicables más que por ésta; están en relación con el medio que crea, en cada región de la superficie terrestre, con la combinación de las condiciones físicas".

Un segundo principio es el de extensión o localización, argumentado por Ratzel, dice que "el estudio de un fenómeno debe considerarse en su extensión y precisando su distribución o dar cuenta de su localización e investigar sus efectos".

Por su parte, Humboldt hace referencia a un tercer principio llamado de causalidad, el cual menciona que "no hay que conformarse con la localización de un fenómeno, sino remontarse a las causas (causalidad) que determinan su extensión e investigar sus consecuencias más lejanas, inclusive históricas y políticas". "El examen de un fenómeno debe vincularse a las causas que lo determinan en cuanto a extensión e investigar sus efectos". (causalidad, De Martonne).

La Geografía retoma todos estos principios vinculados al espacio y el tiempo, y para aplicarlos no deja de utilizar diversas técnicas metodológicas, incluyendo las del método científico, y naturalmente todo lo conectado con los avances científicos de esta época.

"Las relaciones entre el hombre y el medio son siempre diferentes en diversos tiempos, lo mismo que en diferentes lugares". (principio de cambio o actividad de C. Huntington y F. Carlson).

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Las primeras observaciones meteorológicas regulares en la República Mexicana las lleva a cabo José Antonio Alzate (1738-1799), durante más de ocho años. Él publicó varios artículos en la Gaceta de Literatura de México, en los que describía fenómenos e instrumentos, resaltando la utilidad de las observaciones, y ocupándose del clima de las ciudades.

Otros personajes también contribuyeron con observaciones meteorológicas en diversos estados del país, entre las que destacan las del Dr. Carlos Sartorius, desarrolladas en la Hacienda del Mirador, Veracruz; las de los señores Mariano Reyes y otros, en Querétaro; del Sr. Lázaro Pérez, en Cuernavaca; de Don Joaquín Mendizabal (1872-1873) y Don Agustín Galindo (1875) en Puebla, etcétera. (Diccionario Porrúa, Historia, Biografía y Geografía de México, Tomo II, p. 1321-22).

En el año de 1873, se celebró en Viena el 1er Congreso Internacional de Meteorología y se creó la Organización Meteorológica Internacional, que poco tiempo después sería sustituida, por la Organización Mundial de Meteorología en 1951.

Cuatro años después de haberse celebrado en Viena el primer Congreso de Meteorología, se crea en México, el Servicio Meteorológico Central, el 8 de Febrero de 1877, el cual inicia sus funciones en el Palacio Nacional.

En México, existen documentos escritos que hacen mención de un trabajo meteorológico que antecede al establecimiento del primer observatorio, que se efectuó hasta el año de 1887, en donde ya de manera sistemática se realizaban observaciones del tiempo y del clima, dentro de las cuales se retomaban elementos meteorológicos importantes, tales,

como la temperatura con sus variantes, la presión atmosférica, así como la precipitación. La información tenía un pequeño espacio en las ediciones que venía publicando el "Anuario del Observatorio Astronómico de Chapultepec", desde el mes de enero de 1880, lo que significa que la ciencia meteorológica en México empieza a ser considerada como tal en algunos medios de información conexos, y con otras ciencias como la Astronomía. (Anguiano, Angel, 1880).

Es en el año de 1885, Mariano Bárcena realiza un escrito con el título de "Estudios de Meteorología Comparada", donde da a conocer algunos de los primeros comentarios relacionados a la ciencia meteorológica, y sus avances hasta ese momento. Indica que "el alto análisis aplicado a la discusión de los datos obtenidos por la observación, va abriendo seguro camino a este ramo de conocimientos y conducirá, en el orden especulativo, a la determinación de las leyes, más o menos exactas, de todos los fenómenos atmosféricos, y en el orden práctico, a la predicción exacta del tiempo". Agrega que en este documento, publicado por la Secretaría de Fomento, se presentan trabajos que consisten en: "datos de observación, hechos comparados, combinaciones de ellos, cálculos practicados con los resultados de la experimentación". (Bárcena, Mariano. (1885), p. 6).

Los datos que publicaron: "desde el año de 1881. Empezaron a considerar los registros de la ciudad de México, entre los que se obtenían de los elementos como temperatura, la media y extremas, sus oscilaciones, una serie de comparaciones; se estudiaba la marcha de la presión atmosférica, y de la humedad atmosférica, además de los vientos y la correlación entre cada uno de los elementos meteorológicos. Se daban a conocer algunos de los fenómenos que se presentaban en la atmósfera como las heladas, nevadas, nieblas, arco-iris, halos y coronas solares y lunares, las manifestaciones eléctricas, las granizadas, los aerolitos, los terremotos, las emigraciones de las aves, entre otros, además de "las aplicaciones de la Meteorología y las influencias del clima, se hace mención de la mortalidad y de las afecciones dominantes en numerosos lugares de la República". (Bárcena, Mariano y Pérez Miguel. (1885), p. 10).

En cuanto a la metodología que utilizaban, consistía de los siguientes elementos: "observaciones directas personales que hora por hora, de día y de noche, practican constantemente todos los miembros del Observatorio Central. Los registros de observaciones y cálculos de los observatorios foráneos, en algunos de los cuales se hacen también

observaciones horarias durante el día. Los datos climatológicos que mes por mes envían al Observatorio numerosas oficinas telegráficas diseminadas en casi todo el país." (Bárcena, Mariano y Pérez Miguel. (1885), p. X).

Los antecedentes anteriores, dejan en claro que en nuestro país ya había inicios de una ciencia meteorológica que empezaba a recopilar y organizar la información en forma metódica 11 años antes de establecer el Observatorio Meteorológico Central que fue creado el 8 de Febrero de 1877 a iniciativa de Don Vicente Riva Palacio, Secretario de Fomento.

Sus primeras instalaciones estuvieron en la azotea del Palacio Nacional, y su inauguración tuvo lugar el 6 de marzo de ese mismo año. El trabajo inició con observaciones horarias de manera permanente durante todo el año. Estas eran de dos clases, una personal y otra mediante algún instrumental.

Entre los registros que se obtenían incluían lo siguiente: temperatura, presión atmosférica, humedad del aire, la evaporación, las corrientes atmosféricas, lluvias, graduación de ozono y otros más.

Desde su fundación se dedicó a llevar un registro continuo de los elementos meteorológicos en tiempo real, y formar con ellos un banco de datos climáticos, que se empleaban posteriormente en estudios meteorológicos y del clima a diversas escalas espaciales, así como en otros campos de la ciencia.

Se funda también en la República Mexicana una red meteorológica, que comienza a funcionar con 26 oficinas corresponsales, 17 de ellas en instituciones oficiales y 9 en particulares; pasa a formar parte del Servicio Meteorológico Internacional con sede en Viena.

Durante 18 años que Mariano Bárcena estuvo a cargo de la institución, publicó el Boletín del Observatorio Meteorológico; se establecieron secciones meteorológicas en varios estados de la República, actualizaron los instrumentos de precisión empleados en las observaciones y se efectuaron algunas investigaciones acerca del clima y del tiempo.

Para los años de 1903-1904, el Servicio Meteorológico Nacional contaba con 31 "Secciones Meteorológicas" estatales, además de la coordinación de algunos observatorios y estaciones independientes; otras que se fundaron eran sostenidos por particulares o corporaciones científicas, las cuales transmitían los resultados de sus observaciones al Observatorio Meteorológico Central de México.

En el año de 1917, se trasladó al edificio del Palacio Ex-Arzobispal al sureste de la ciudad de México, en lo que hoy es la avenida Observatorio, en la Delegación Miguel Hidalgo.

La Comisión Nacional del Agua (CNA), encargada de proporcionar al público en general información meteorológica, climatológica e hidrométrica, planteó, al inicio de la administración 1988-1994, un proyecto de modernización vinculado a la Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional, que pertenece a la Subdirección General de Administración del Agua.

Dicho proyecto mencionaba que debían cumplirse con objetividad las funciones que en materia de meteorología se planteaban en relación a la modernización interna, y a su vez proponía algunos objetivos tales como:

"Obtención, análisis y síntesis de los registros atmosféricos para proporcionar a la sociedad información climatológica y servicios de predicción meteorológica". (Comisión Nacional del Agua. (1992), p.1).

Para llevar a efecto los objetivos planteados, se hace énfasis en la necesidad de que la (CNA), cuente con el personal, tecnología y la infraestructura adecuados para realizar sus funciones de manera oportuna y confiable.

También que se cuente con una mayor confiabilidad y precisión en la información meteorológica y climatológica, así como tener la certeza en el pronóstico del tiempo y poder auxiliar en todas aquellas actividades que se relacionan con el mismo o en la prevención de desastres.

El proyecto contiene tres estrategias que son:

- la consolidación tecnológica del servicio,*
- la obtención de transmisión oportuna de datos confiables; y*
- la producción de mejores pronósticos.*

La obtención y difusión oportuna de los datos o de información en general no sería posible sin la instalación de equipos y medios de telecomunicación.

Para lograr dicho objetivo, se incorporan equipos automatizados que utilizan sensores autónomos para poder captar las condiciones de la atmósfera en forma continua, y extensa.

Las actividades geográficas de la Dirección de Geografía y Meteorología pasaron a la Dirección de Estudios del Territorio Nacional, fundada en 1968, por el presidente Gustavo Díaz Ordaz, desde entonces se denomina Dirección General de Geografía, dependiente de la

Secretaría de Programación y Presupuesto, mientras que las de Geografía y Meteorología se incluyeron en la "Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional", perteneciente a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y esto contecó durante el gobierno de José López Portillo, por decreto presidencial publicado el 12 de agosto de 1977.

En la actualidad, el Servicio Meteorológico Nacional guarda la siguiente estructura interna:

- 77 observatorios de superficie
- 12 estaciones de radiosondeo-viento
- 9 estaciones climatológicas principales
- 3,143 estaciones climatológicas
- 12 estaciones de radar meteorológico

También posee una red de 45 estaciones meteorológicas automáticas instaladas en algunos observatorios y con 600 estaciones climatológicas automáticas a nivel nacional. (Conferencia de "Modernización en el Servicio Meteorológico Nacional". 6 de Octubre, 1994).

En cuanto al sistema de telecomunicaciones meteorológicas, este consta de:

- 1 centro de telecomunicaciones
- 7 subcentros recolectores de datos meteorológicos (Chihuahua, Monterrey, Mazatlán, Veracruz, Acapulco, Tapachula y Mérida)
- 1 estación terrena receptora de imágenes de satélite.

Entre las actividades que tiene como centro el Servicio Meteorológico Nacional, se encuentran:

La observación y la difusión de datos básicos sobre las condiciones de la atmósfera; boletines, avisos y pronósticos varias veces al día, estudios climatológicos o hidrometeorológicos, y se encarga de integrar el Banco Climatológico Nacional.

Se realizan observaciones hora a hora, dentro del Observatorio Central Tacubaya, ininterrumpidamente durante las 24 horas y todos los días del año, basándose en la operación del Sistema Nacional de Observación Meteorológica y del Sistema Regional del Programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial, de la Organización Meteorológica Mundial. "Este último está integrado por múltiples estaciones de observación de la Asociación Regional IV, la cual comprende Canadá, Estados Unidos de América y los países Centroamericanos y del

Caribe". (Gómez Morales Benjamín y Arteaga Ramón).

A partir del año de 1992, se implanta en el Servicio Meteorológico Central una primera fase importante del programa de modernización, en el cual la Comisión Nacional del Agua señala que: "en la actualidad, el Servicio Meteorológico Nacional se encuentra en proceso de modernización y, para ello, se forman y capacitan especialistas en meteorología, telecomunicaciones e informática; asimismo se actualiza y se adquieren nuevos radares, estaciones hidroclimatológicas automáticas que, aunados a otros equipos, apoyan la elaboración de mejores pronósticos meteorológicos". (Comisión Nacional del Agua. 1992).

En este proceso se integra la tecnología automática para mejorar las observaciones que se realizan de manera convencional, tanto directa como instrumental, y en dicho observatorio. Este hecho representa una etapa significativa en las condiciones del servicio, ya que implica un cambio radical en la manera de obtener la información, pues la técnica de obtención de los datos es muy diferente a la que antes se realizaba.

En la actualidad, las ciencias de Meteorología y Climatología presentan una influencia importante a partir del avance tecnológico y de la incorporación de equipo moderno y sistematizado que apoya a las necesidades de observación que se efectúan convencionalmente, relacionadas con los fenómenos atmosféricos; el propósito fue tratar de hacer más eficiente los registros, así como obtener un rango mayor de confiabilidad en los climáticos, y abarcar un conocimiento más fiel de las condiciones que se suscitan en la atmósfera.

1.1 Antecedentes generales del Observatorio de Tacubaya

El Observatorio Meteorológico se funda el 8 de febrero de 1877, por decreto del presidente Porfirio Díaz con el nombre de Observatorio Meteorológico Magnético, e inicia sus actividades inicio a su trabajo el 6 de marzo del mismo año, en 1880 se independiza.

Durante la dirección de Mariano Bárcena se establecieron secciones meteorológicas en varios estados de la República. Se actualizaron los instrumentos de precisión para las observaciones y se practicaron investigaciones del clima y del tiempo.

En el período de Pastrana, tercer director del Observatorio, se aprueba la integración del

Observatorio y las Oficinas del Servicio Meteorológico. En 1910, hay un receso en la actividad meteorológica, a causa de la Revolución Mexicana, sin embargo el "Ing. Pastrana mantiene cierta actividad en algunos estados como Chiapas, donde instala varias estaciones meteorológicas de 1a y 2a clase, termopluviométricas, así como el Observatorio Central Estatal". (Observatorio Meteorológico Central México. 1916).

En julio de 1911, un documento enviado por la presidencia, dirigido al Ing. Romo señala que: "Sirvase usted pasar al edificio del Exarzobispado en Tacubaya, D.F., y ponerse de acuerdo con el Señor Ing. Pedro C. Sánchez, para elegir el local que desocupó la Comisión Geodésica, la parte donde pudiera instalarse el Observatorio Meteorológico Central..." localizado en Tacubaya, pero fue hasta "septiembre de 1916" cuando se empiezan a realizar algunos cambios del instrumental como el barógrafo (Observaciones Meteorológicas. Observatorio Meteorológico Central México. 1916).

En el año de 1913, el Observatorio se encontraba a cargo del Ing. Basilio Romo, se da un receso a las actividades meteorológicas el 9 de febrero, con motivo del cruento episodio conocido como la "Decena Trágica". (Breve Historia del Edificio de la Dirección de Geografía y Meteorología. p. 9).

El 1° de enero de 1917, inician las observaciones de manera sistemática en el Palacio de Ex-arzobispado localizado en Tacubaya; al suroeste de la ciudad de México, donde hasta la fecha continua con las actividades del comportamiento de la atmósfera.

El nuevo sitio de emplazamiento reunía condiciones aceptables en base a la normatividad que establece la OMM, ya que era un lugar que de acuerdo a un plano de Tacubaya realizado en 1899, la localidad conservaba rasgos naturales y una influencia importante de carácter poblacional, sin embargo, no afectaba directamente al lugar donde se emplazaría posteriormente el observatorio como se puede observar en el "Plano de la ciudad de Tacubaya, 1899".

Antes de la construcción del edificio que resguarda al observatorio en la actualidad, el espacio presentaba entre sus rasgos físicos, una serie de manzanas en proceso de poblamiento, algunas ya pobladas en la parte norte y noreste, mientras que el sitio que ocuparía posteriormente el observatorio, eran un lugar no poblado, rodeado por una barranca en la parte noroeste, algunos molinos y por el rancho de la Providencia, la ciudad mantenía rasgos

hidrológicos importantes como los ríos de Tacubaya, el río de la Piedad y el río de Schola, había algunos caminos de herradura, caminos de acceso como el de camino para Santa Fe, alguna haciendas como la "Hacienda de la Condesa" y dos colonias ya más estructuradas como la colonia Escandón y la de San Pedro de los Pinos. (Ver Plano de la ciudad de Tacubaya. 1899).

Cuando fungía como Director del Servicio Meteorológico Nacional, el Ing. Pedro C. Sánchez y de jefe del Observatorio Central, el Sr. J.C. Gómez, se editan algunas circulares, como la B en 1924, y C para el año de 1925, en las cuales se indican las instrucciones para determinar los distintos parámetros meteorológicos en los observatorios y estaciones del Servicio Meteorológico, en ellas, se dan detalles por cada parámetro, de los instrumentos y su cuidado, una manera de realizar las observaciones, así como la forma de llevar el control del registro, incluyendo las tablas de corrección de errores por parámetro, etc.

Un acontecimiento importante ocurrió en el año de 1928, cuando se promulga la Ley Orgánica del Distrito y Territorios Federales, que dividió al Distrito Federal en un Departamento Central y trece Delegaciones foráneas; en esta organización, Tacubaya, formaba parte del Departamento Central, y el "1° de enero de 1929, la ciudad de Tacubaya desaparece y se integra junto con las Villas de Tacuba y Mixcoac, a la ciudad de México". (Atlas de la Ciudad de México, (1930), p. 57), hecho que implicó modificaciones en el paisaje, tales, como un considerable crecimiento de la población, además del incremento de los servicios, elementos que ya vistos desde un punto de vista meteorológico, repercuten - algunos de ellos- de manera directa e indirecta en las observaciones, pues la dinámica atmosférica no deja de verse alterada en forma significativa.

Por otra parte, fue el presidente Manuel Avila Camacho, (1946-1952), quien dictó el 7 de diciembre de 1946, la Ley de Secretarías de Estado, que originó el nacimiento de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, a la que se fusionaron varias dependencias. Por tal motivo, los departamentos de Aguas de la Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología pasaron a formar parte de esta nueva institución gubernamental que se llamó Dirección de Geografía y Meteorología.

Entre los años de 1947 a 1970, el Servicio Meteorológico Nacional, formaba parte de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, y como responsables del Servicio Meteorológico, se

encontraban el Ing. Juan Mas Sinta, y el Capitán Roberto Castillo Mendez; durante este periodo, se realizaron algunos documentos (manuales) de carácter técnico, para las necesidades del observatorio meteorológico central, con el título de "Instrucciones para el uso de las estaciones climatológicas en el año de 1965", o bien circulares, y en ellas se habla de los distintos parámetros meteorológicos que se observaban en los observatorios e indicaban la forma de manejo del instrumental, la aplicación de las correcciones, así, como el emplazamiento de los instrumentos. (Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1965).

En cuanto a la situación que prevalecía dentro de los observatorios, incluyendo, el de Tacubaya, uno de los responsables del Servicio Meteorológico comenta que al momento de tomar su cargo, entre 1963 y 1971, "las condiciones que prevalecían de manera general, incluyendo al de Tacubaya, no eran las más adecuadas, ya que los aparatos no habían sido renovados durante cuarenta años atrás". Por tal circunstancia se manda instalar equipo nuevo, así, como el emplazamiento de veintinueve observatorios a nivel nacional. Entre otro de sus comentarios, mencionó que "cuando Bárcena era director del Servicio Meteorológico, los observatorios no eran como lo son en la actualidad, ya que se trataba de cuartos de 4x4x4 metros, con una aereación natural, se caracterizaban por tener persianas en todas direcciones y por lo tanto, el equipo instalado dentro de las oficinas recibía el aire en forma libre", menciona que la red de observatorios pretendía abarcar observaciones que favorecieran a la navegación aérea, y por ello se instalaban principalmente en los aeropuertos, sin embargo dicho proyecto no se llevó a cabo. Por consiguiente, se fortalece la red y se realiza un buen manejo de los mismos, y un aspecto que favorecía al buen funcionamiento, era la buena comunicación con las municipalidades, pues permitía un mejor control de la información meteorológica. (Meteorólogo Castillo. 1995).

En agosto de 1977, en el diario oficial, durante el gobierno de José López Portillo, Geografía y Meteorología, se transforma en la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Entre los años de 1971 a 1985, estando como director del Servicio Meteorológico Angel Anguiano, algunas de los observatorios desaparecen, y por lo tanto se reduce la red de observatorios.

Para el año de 1985, se establece el uso de las computadoras en el servicio, al respecto

algunos comentan que "las computadoras iban a ser utilizadas como máquinas de escribir, ya que no había gente capaz de analizar la cuestión meteorológica y que por lo tanto, sólo servirían para realizar trabajos bien presentados estéticamente, sin contener un análisis razonado". A la fecha, se puede decir que aún la tecnología no tiene su máximo aprovechamiento por la falta de capacitación del personal que labora en la Institución.

Durante una charla con una persona que tuvo a su cargo el Observatorio de Tacubaya, se habló de la problemática actual por la que atraviesa éste. Entre varias cosas comentó algunos aspectos relacionados con el personal que ha laborado en treinta años atrás en el Observatorio de Tacubaya. Entre lo que resalta que existió una planilla eficiente y completa, que inclusive les permitía realizar otros trabajos además de las observaciones día y noche ya que tenían relación con el Laboratorio de Instrumental Meteorológico, en el que se realizaban las actividades siguientes:

a) Instalación del equipo meteorológico.

b) Mantenimiento del equipo (instrumental).

c) Daban capacitación a la red de observadores a nivel nacional, para realizar el mantenimiento correctivo. Y si algún instrumento no funcionaba, este grupo lo arreglaba o bien lo sustituían por otro.

Sin embargo, en 1985, deja de funcionar el Laboratorio de Instrumental Meteorológico, hecho que propició el descuido total de los instrumentos meteorológicos tradicionales, tanto en su mantenimiento preventivo como en el correctivo.

Además, la falta de personal capaz de solventar las necesidades de un observatorio, no sólo a nivel Tacubaya, afectó de manera considerable a la red de observación de superficie a nivel nacional.

Entre otros comentarios señaló que "el material de trabajo, no era deficiente y se debía en parte, a que el Servicio Meteorológico, contaba con un taller de impresión, donde se realizaban todos los trabajos impresos del observatorio, tales como gráficas, formatos, etcétera, a excepción de la tinta para los aparatos registradores, la cual y hasta la fecha, es importada por la compañía que se dedica a la construcción de este tipo de instrumental meteorológico".

"El taller, surtía de material tanto a las estaciones climatológicas como a la red que

conformaban los observatorios de la red sinóptica de superficie, a través de la gerencia estatal de cada lugar".

En cuanto a la situación que prevalecía en el Observatorio en los años de 1978 a 1987, agrega que "las condiciones de funcionamiento eran las adecuadas, porque se cumplía con el propósito que este servicio representa". Lo anterior; significa que para que funcione un observatorio correctamente, debe contar con una planilla completa de observadores, que presente una continuidad en las observaciones y un punto importante es el que no tenga una deficiencia en la herramienta y equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Un aspecto significativo, para que los observatorios funcionaran bien, entre ellos el Central de Tacubaya, fue señalado por otra persona, que también había llegado a la conclusión de que el contacto directo y control de los medios de comunicación, permitan a través de las gerencias estatales, que existiera un vínculo de unión de información meteorológica entre los observatorios y el Central de Tacubaya, de donde partía la normatividad en cuanto al manejo y cuidado del equipo meteorológico, y la forma más adecuada de efectuar las observaciones.

Por otra parte, afirmó que una de las principales causas para que se suscitara el descuido del equipamiento del Observatorio de Tacubaya, aunada a la desaparición del taller de instrumentación meteorológica sucedida en 1985, corresponde a un proceso importante que se dió a partir de dicho año, después de los sismos que afectaron a la ciudad de México el 19 de septiembre, el cual se vincula al "Programa de descentralización". De acuerdo a éste, los observatorios pasarían a tener autonomía, y únicamente por parte de la institución rectora se definiría la normatividad para todos ellos, aunque la operatividad quedaba en sus manos. La gerencia estatal se encargaría de las necesidades del observatorio, del personal, para que realizara sus actividades. A la fecha, esto no se ha dado, y únicamente se han intensificado los trámites para su funcionamiento, así, parece ser que todo fue papeles y firmas y no resultados concretos. Además, tanto por parte de la gerencia central, como de las estatales, no existe seriedad ni responsabilidad en el trabajo, lo que conlleva a una falta de veracidad en la información meteorológica.

En 1986, toma el cargo del Servicio Meteorológico Nacional, el Ing. Guillermo Ortega Gil, y se plantea formalmente el proceso de modernización dentro del Servicio.

Proceso que dió pauta a diversas consecuencias que influyeron directamente en las

condiciones que persisten actualmente en los observatorios, y a lo que no quedó ajeno el Central de Tacubaya. Es por eso que dicho programa se menciona de manera más amplia y por separado de los demás hechos que propiciaron la situación actual.

Proceso de modernización dentro del Servicio Meteorológico Nacional

Para el año de 1986, da "inició el proceso de modernización, principalmente en el Servicio Meteorológico Nacional, con objeto de superar el atraso tecnológico de su infraestructura de observación y telecomunicaciones, así como de los métodos de diagnóstico y pronóstico".

Dicho programa, en 1989, da algunos resultados, entre los que destaca el vinculado a los observatorios, y que señala que "se adquirieron e instalaron 21 observatorios meteorológicos automáticos".

Posteriormente, para 1990, son varios los medios de información que toman la noticia en forma trascendente, así se publica en la revista "Muy Interesante", un artículo del Servicio Meteorológico Nacional, donde el Ing. Ortega Gil, director del Servicio, plantea algunas cuestiones del porqué desde el inicio de la administración "se pensó en la modernización del SMN, a fin de poder predecir con mayor anticipación los fenómenos naturales, tales como ciclones, huracanes, tormentas tropicales, etcétera".

Agrega que esta modernización se dará en cuatro etapas, la primera de ellas, habla de "la adquisición de datos que se obtienen a través de la red de superficie, con estaciones hidroclimatológicas, observatorios, radares, red de altura, radiosondeo, y la información que proporcionan los satélites. Otro aspecto es la consolidación de grupos de trabajo, modernización del equipo, y mejor manejo y administración de información". (Muy Interesante. (1990), p. 29).

En 1993, durante la visita del secretario general de la Organización Meteorológica Mundial, al Servicio Meteorológico Nacional, realizó varios comentarios con respecto al programa de modernización, tales como:

El día 13 de Mayo de 1993, en el periódico de Excelsior, Hank González, retoma en la XI Reunión Regional de la Organización Meteorológica Mundial, la importancia de la

modernización, destacando que "la Meteorología es en la actualidad un instrumento indispensable, para el adecuado desarrollo de las actividades productivas y de navegación, no solo en México, sino en todo el mundo, y anuncia que a fines de 1993, terminará la modernización del Servicio Meteorológico Nacional, con lo cual se podrán prevenir los efectos de huracanes y otros meteoros, y evitar desastres", como los que llegan a afectar a la agricultura. Agrega que "la Meteorología, es importante para saber lo que va a ocurrir en las próximas 24 horas, para salvar muchas vidas humanas".

Un aspecto económico dentro de la política de modernización, es el que no se escatimó el costo, aunque no dejó de haber mala planeación en lo que respecta a lo que debió hacerse con el presupuesto, lo anterior lo confirman las siguientes líneas, donde "el Presidente de la República ordenó un aumento notable de recursos para que la meteorología nacional esté a la altura de las mejores del mundo. Ya contamos con cinco mil estaciones en todo el país, con excelentes observatorios". Más tarde, el director general de la Comisión Nacional del Agua, Fernando González Villarreal, puntualizó, que "la modernización nacional demanda información meteorológica confiable para la agricultura, el transporte aéreo, terrestre y marítimo, el turismo, la industria y el comercio.

Explicó, que: "la modernización del Servicio Meteorológico se realiza en tres fases: consolidar grupos de trabajo especializados en los campos de la meteorología y la informática, para obtener equipo y procesar los datos con oportunidad, y manejo eficiente de la información". (Excelsior. (13 de mayo de 1993), p. 4-A).

Al respecto, el diario del Heraldó, agrega que "el programa de modernización para 1994, tiene como meta, contar con una planta de personal reforzada, con 70 profesionales y 20 especialistas; la operación a toda su capacidad de los nuevos equipos, y un desarrollo inicial de las herramientas de cálculo para archivar, procesar y difundir la nueva información meteorológica recolectada" (Moreno Solís, Olga. (1993), p. 5-A).

La importancia del programa de modernización dentro del Servicio Meteorológico, es retomado por "La Prensa", diario que escribe que la actividad meteorológica, es un sector muy importante en la problemática nacional, donde "la modernización de los sistemas de captación, proceso y difusión de información meteorológica, constituye una preocupación primordial del presidente de México". (La Prensa. (13 mayo 1993), p. 11). Por su parte, el

periódico "Uno más uno", redacta que "Hank González, expresó que con los nuevos sistemas de información, México, se encuentra debidamente preparado para dar a conocer a la población la presencia de toda clase de fenómenos, con una anticipación de 24 horas". Mientras Godwin, secretario general de la Organización Meteorológica Mundial, señaló que "el avance de la tecnología, problemas derivados del cambio climático en el mundo, la desertificación y degradación del medio ambiente, la creciente escasez de alimentos y la necesidad cada vez mayor de energía y agua, obligan a ser creativos e innovadores y a unir esfuerzos y recursos para dar una respuesta adecuada a estos retos" (Uno más Uno. (13 de mayo de 1993), p. 21).

Para el día 17 de mayo de 1993, en una entrevista con el Secretario general de la O.M.M. dió a conocer que "ningún país podrá explotar adecuadamente sus recursos naturales si no controla por completo sus sistemas informativos sobre la climatología, agregó que para un mejor desarrollo económico es necesario comprender cabalmente el clima y mantener los ecosistemas, así como conocer a fondo los recursos hidráulicos, en vista de que el agua dulce ya es y será más escasa en el futuro". Asimismo, durante una visita que realizó al Servicio Meteorológico, consideró que otros "servicios meteorológicos de otros países deberían seguir el ejemplo de México en modernización". (Excelsior. (17 de mayo de 1993), p. 5-A).

El Financiero, hace notar que "el Servicio Meteorológico Nacional, es uno de los más modernos del mundo, con el cual es posible brindar información climatológica confiable para diversos sectores económicos, lo anterior señalado por el Secretario General de la O.M.M." (El Financiero. (17 mayo de 1993), p. 56). Mientras el diario "El Novedades", escribe que Godwin Olou Patrick reitera el esfuerzo de México, para modernizar la estructura, equipo y material humano en el Servicio Meteorológico Nacional, además de señalar que en la actualidad "la meteorología moderna permite dar respuestas a las nuevas demandas de información climatológica confiable y oportuna para la agricultura, el transporte aéreo, marítimo y terrestre, el turismo, la industria y el comercio internacional".

Constató el secretario, que durante la visita al Servicio, se notaron "los cambios y modernización de los equipos de captación y procesamiento de información meteorológica, así como la capacitación que se brinda al personal especializado". (Novedades. (17 de mayo

de 1993), p. 6-A).

Por su parte, el *Universal*, subraya que durante la visita del secretario al Servicio Meteorológico, este mostró interés por los cambios que presentaba la institución, en cuanto a la "consolidación de grupos de trabajo, el equipamiento computarizado y el manejo eficiente de la información y difusión oportuna a los diversos usuarios" (*El Universal* (17 de mayo de 1993), p. 13-A).

El día del Meteorólogo, 23 de marzo de 1993, con el título de "La transferencia de tecnología en la modernización del Servicio Meteorológico", el Ing. Guillermo Ortega Gil, director actual del Servicio Meteorológico, expuso que "en el presente, la Comisión Nacional del Agua, moderniza el Servicio Meteorológico para responder a una demanda de nuestra sociedad de contar con mejores servicios meteorológicos y climatológicos. Esta modernización, "representa un ejemplo de transferencia tecnológica, por un lado se trata de contar con la implantación de la tecnología más avanzada que permita satisfacer las necesidades nacionales de información meteorológica y climatológica y, por otro, contar con los grupos de trabajo que aprovechen al máximo la nueva infraestructura para elaborar mejores productos y difundirlos oportunamente. Por ello, en el diseño del proyecto, los factores que se consideraron fundamentales, fueron:

- La identificación de necesidades nacionales de productos meteorológicos y climatológico;
- La tecnología disponible a nivel mundial y la operación de servicios meteorológicos extranjeros con distintos grados de desarrollo;
- Los recursos humanos especializados en meteorología, a nivel nacional y
- La capacidad científica y tecnológica instalada en el país".

De acuerdo al Ing. Ortega Gil, "el éxito de la modernización, estaría relacionado con la apropiada selección tecnológica del nuevo equipo, pero fundamentalmente con lograr consolidar grupos de trabajo con preparación sólida en los campos relacionados con la meteorología y la informática".

"Se estableció como objetivo prioritario de la modernización, el desarrollo profesional de especialistas del Servicio, ya que en nuestra opinión, la "transferencia de tecnología es redituable cuando se da entre profesionales o técnicos con semejantes niveles de formación

tenológica". (Ortega Gil, Guillermo. (1993), p.18).

Sin embargo, en todo lo escrito anteriormente, no se señala la planificación para tal objeto, y ni remotamente la distribución geográfica que debería tener el equipamiento automático, así como la importancia del mantenimiento durante la etapa de modernización.

En relación a la red de observaciones, se habla de la instalación de 600 estaciones climatológicas automáticas, de las cuales doscientas serían hidroclimatológicas.

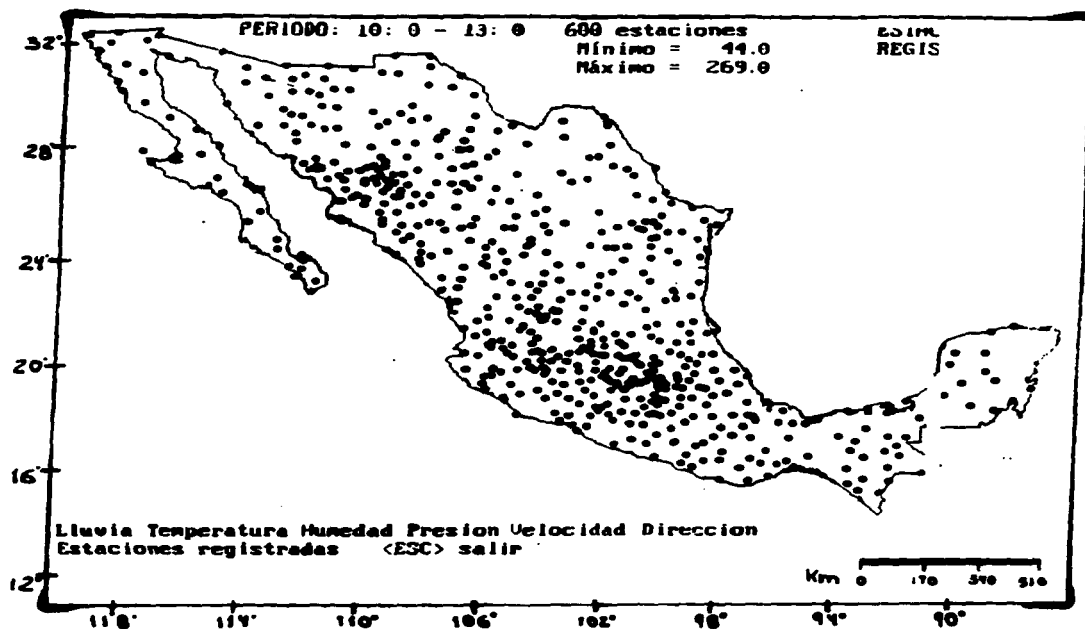
Con respecto a los observatorios, menciona que "adicionalmente, se instala una red sinóptica automática de superficie integrada por 77 estaciones ubicadas en los observatorios". (Ortega Gil, Guillermo. (1993), p. 19).

También al término de la ponencia, se expone que un rasgo importante de la modernización, consiste en lo siguiente: "el punto fundamental de la transferencia de tecnología, es la disponibilidad de personal con la capacidad tecnológica para asimilar la nueva tecnología o para transmitirla eficazmente. Por ello, nos planteamos la transferencia tecnológica, en un clima de cooperación y corresponsabilidad, pero sin pretender sustituir nuestro propio esfuerzo de consolidación tecnológica, por esquemas meramente asistenciales". (Ortega Gil, Enrique. (1993), p. 19).

Más tarde, Romero Centeno, dice que con relación al programa de modernización y ampliación, que de acuerdo a "la importancia que tiene la confiabilidad y oportunidad de este tipo de información, se tienen proyectos para continuar y ampliar a todas las instalaciones del territorio nacional el programa de modernización durante el período de 1990-1994". Como metas están: el "Modernizar el instrumental y las telecomunicaciones de los 77 observatorios sinópticos de superficie, introduciendo equipo meteorológico automático" (Romero Centeno, J. Alejandro. (1990), p. 87).

Tal programa en una segunda fase, contempla una etapa de ampliación de las redes de observación que permita una cobertura en todo el país, etapa en la que serían 103 los observatorios meteorológicos. "La configuración básica de las estaciones automáticas que serán utilizadas para los observatorios de la red sinóptica de superficie, contarían con sensores para la medición de las variables atmosféricas principales y además con una microcomputadora que realizaría la codificación de los datos en el formato del mensaje SINOP, permitiendo al observador introducir, a través del teclado, los datos adicionales que

no es posible obtener mediante el juego de sensores seleccionado".



Mapa que señale la red de estaciones automáticas a nivel nacional, a la cual se agregarían 77 estaciones meteorológicas automatizadas, conformando así la red de observaciones de superficie. (proyecto de modernización 1990-1994).

Romero Centeno, continúa diciendo que entre los principales objetivos que se pretenden cubrir, dentro de la red de observatorios de superficie, están:

- "Asegurar el registro continuo de la información meteorológica básica, independientemente de la presencia de un observador,

- Establecer sistemas de control de calidad de los datos,

- Agilizar la concentración de los datos sinópticos, sustituyendo los radios de BLU por la transmisión de datos través de líneas telefónicas,

- Reducir los errores de transmisión de datos, y

- Obtener registros digitalizados de las variables atmosféricas, cada 10 minutos, en el caso de la información obtenida por los sensores, y cada tres horas en el de la sinóptica, para incorporarlos directamente a la base de datos del Banco Nacional de Datos Climatológicos".

Para 1990, el programa contempla en relación a la red sinóptica básica, otros puntos importantes como:

"Se adquirieron y se encuentra en proceso de instalación, 21 estaciones sinópticas automáticas configuradas, mismas que serán instaladas en los observatorios". (Romero Centeno, J. Alejandro. (1990), p. 92).

Se deduce como conclusión, que existe la seguridad sobre los resultados de la modernización que "alrededor de la herramienta central de proceso de datos se modernizará el Sistema Nacional de Observación Meteorológica, a través del cual se asegurará el registro, concentración y asimilación de datos confiables, de calidad controlada", lo cual puede parecer una precipitada declaración, debido a que la información que se capta por medios automáticos a la fecha presenta algunas deficiencias (detalles) que deberían corregirse, y que el autor hubiera esperado, ya que no tomó en cuenta, que, desde la instalación de la estación meteorológica automática, la información es errática y hasta es manipulada por algunos sectores del Servicio Meteorológico. (Romero Centeno, J. Alejandro. (1990), p. 95).

Un hecho que acontece, aunado al establecimiento de la estación meteorológica automática, es que el Observatorio Central durante el mes de septiembre de 1992, sufre un reacomodo, ya

que se encontraba en un tercer nivel del edificio, y una parte de este se reubica en un nivel más abajo, y la razón de esto no queda muy clara. Quien estuvo a cargo de la operación, el físico Medina, (según los comentarios de la actual encargada del Observatorio), argumentó que "el aspecto que daba el observatorio hacia la gente que venía a consultarlo, es que lo viera muy desagradable y por lo tanto se tuvo la necesidad de cambiar de sitio el Observatorio", sin considerar cuestiones puramente meteorológicas, y sin interrumpir un periodo de 75 años aproximadamente de observaciones meteorológicas continuas en el mismo sitio, y sin una planificación o estudio previo de las condiciones que debería tener el nuevo sitio de emplazamiento. Sin embargo, finalmente, el cambio del equipamiento lo llevó el encargado de los instrumentos tradicionales, quien comenta al respecto, "fue una porción mínima la que se movió de lugar". Pero, otros que participaron en el emplazamiento aclaran que durante el movimiento, se consideraron las posibles correcciones de los instrumentos por gravedad, altura, entre otros, mientras que la actual encargada, manifestó que dicho cambio de operación estuvo de acorde a las necesidades del observatorio por las condiciones en que se encontraba antes de su traslado, pues no eran las más óptimas.

Por su parte, el personal del área del previsión de tiempo, del Servicio Meteorológico comentan no estar de acuerdo con dicho cambio, primero, por el hecho de que no fueron tomados en cuenta para llevarlo a cabo, a pesar de formar parte del personal que trabaja con los registros climáticos, y creen que desde esa fecha a la actualidad, los datos ahí asentados no son correctos ni reales, por las condiciones que prevalecen en el sitio de emplazamiento de los instrumentos que registran la presión atmosférica, entre otros. Uno de ellos, conocedor del manejo de un observatorio, dice que no se avisó a la OMM, con respecto a este cambio, y lo grave es que no se efectuaron adecuadamente las correcciones que permiten tener un dato confiable con respecto a la presión atmosférica de Tacubaya.

Lo mencionado anteriormente nos da una idea de algunas de las consecuencias de los hechos, así como de las repercusiones, que pueda tener la situación actual que presenta el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya.

CAPÍTULO II

GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

2.1 GEOGRAFÍA FÍSICA

2.1.1 Geografía de la Situación (Situación, Límites e Integración)

El Servicio Meteorológico Nacional se localiza en la parte suroeste del Distrito Federal, en la delegación Miguel Hidalgo, entre las colonias Observatorio y Tacubaya.

La delegación Miguel Hidalgo se sitúa en las siguientes coordenadas extremas:

19° 28' a 19° 23' de latitud norte

y

99° 10' a 99° 16' de longitud oeste.

Colinda al norte con la delegación Ascapotzalco a través de las avenidas Ferrocarriles Nacionales e Instituto Técnico Industrial. Al este limita con la delegación Cuauhtémoc en el Circuito Interior (Av. Instituto Técnico Industrial-Melchor Ocampo) y Avenida Insurgentes. Al sur con las delegaciones Benito Juárez, Alvaro Obregón y Cuajimalpa en el Anillo Periférico y las avenidas Observatorio, Constituyentes y Paseo de los Ahuehuetes. Al oeste colinda con los municipios de Huixquilicán y Naucalpan del Estado de México a través de las

avenidas Paseo de los Ahuehuetes, Industria Militar y parque Chapultepec, entre otras. (Miguel Hidalgo. Cuaderno de Información Básica Delegacional. 1990, p. 2).

Cuenta con una superficie de 44,11 km², lo que representa el 3.07 % del área total del Distrito Federal. La constituyen 2,431 manzanas, que conforman 129 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB), todas ellas de carácter urbano.

El área geoestadística de estudio se ubica entre las siguientes coordenadas geográficas extremas:

19° 23' 30" y 19° 25' 00" de latitud norte, así como

99° 10' 00" y 99° 13' 30" de longitud oeste.

Limita al norte con la segunda sección del Bosque de Chapultepec y la Av. Constituyentes; al noreste, se encuentra la colonia Condesa; al este colinda con el Periférico, y en la parte sureste limita con una parte de la colonia Nápoles, al sur se localizan las colonias de Bellavista y Pino Suárez; en la sección suroeste se hallan las colonias Belén de las Flores, y al oeste las colonias América, y Las Palmas, entre otras; al noroeste con el Panteón Civil de Dolores, mientras que en la parte centro se ve rodeada por la colonia Daniel Garza, al norte, y al sur, la Av. Observatorio.

Es un rectángulo regular de 4 350 metros de largo por 2 830 de ancho con una superficie total de 12 310, 500 m².

Concretamente, el Observatorio Central de Tacubaya se sitúa en la esquina sur-suroeste del edificio del Servicio Meteorológico Nacional, ubicado en el número 192, Col. Observatorio, Tacubaya; este colinda al sur con la Av. Observatorio, al SE con la Escuela Preparatoria No. 4 (Calle Angel M. Plata), al SW con la calle de EX-Arzbispado, y al norte con la calle Victoriano Cepeda.

El Observatorio en cuestión se ubica en las siguientes coordenadas geográficas:

19° 24' latitud norte y 99° 11' longitud oeste.

Le corresponde una altitud de 2 303 msnm.

Considerada el área de estudio, tiene una altura mayor de 2 300 metros y la mínima de 2,250 metros, con solo una diferencia de 50 metros. (Ver mapa topográfico).

Una de las localidades principales que conforman la zona de estudio es el bosque de Chapultepec con 19° 25' latitud norte y 99° 11' longitud oeste, a un altura de 2 250 msnm.

Entre otros sitios delegacionales que sirven de referencia se tienen los siguientes:

NOMBRE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTITUD
Tacuba	19 ° 27'	99 ° 12'	2,240
Santo Tomás	19 ° 27'	99 ° 10'	2,240
Pensilvania	19 ° 26'	99 ° 11'	2,240
Polanco	19 ° 25'	99 ° 12'	2,260
Lomas de Chapultepec	19 ° 25'	99 ° 13'	2,300
Lomas de Bezetas	19 ° 23'	99 ° 15'	2,500
Edif. Sede Delegacional	19 ° 24'	99 ° 11'	2,250

Cuadro no. 2.1 Sitios delegacionales y sus coordenadas.

Fuente: INEGI. (1993). Carta Topográfica, 1:50 000.

2.1.2 Geografía del relieve

Fisiografía

La parte suroeste de la Ciudad de México, pertenece a la subregión fisiográfica del Valle de México, que a la vez es un valle intermontano del Sistema Volcánico Transversal.

Los límites del Valle de México tienen como coordenadas extremas: Latitud norte, 19°03'53" y 20°11'09", y longitud oeste: 99°11'14" y 99°30'24".

Con una extensión de 9 600 km², 110 km de largo de noreste a sureste y 80 de ancho este a oeste, toca territorios de los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, y el Distrito federal con sus 16 delegaciones.

La menor altura del Valle es de 1 150 metros; presenta lomeríos que van desde los 2,250 hasta los 2 400 metros; las montañas se encuentran a más de 2 400 metros, se caracteriza por tener un 53% de terrenos planos y un 47% de cerriles.

Durante la formación de dicha región, donde actualmente se localiza la Delegación Miguel Hidalgo, destaca la tercera fase de las manifestaciones volcánicas que tienen lugar en el Valle y que pertenece al período Mioceno inferior, cuando se dieron también algunos eventos importantes como es el caso de la formación de elevaciones entre las que se encuentran los cerros Tlapacoyan, Zacatépetl y Chapultepec o Chapulín; este último perteneciente al área de estudio, cuenta con una edad de 17 millones de años.

Al final del "mioceno, y hasta el terciario superior, se formaron las sierras mayores, como lo es la Sierra de Las Cruces", conformada por los denominados Monte Alto y Monte bajo. (Correa Pérez, Genaro. (1989), inédito).

El área donde se localiza el Observatorio Central de Tacubaya, pertenece a la porción de lomeríos del Valle del suroeste del mismo y presenta un relieve plano al oeste de Chapultepec.

Hacia el suroeste se encuentran algunas cañadas profundas con orientación suroeste-noreste. Entre la Avenida marina Nacional y la Calzada México-Tacuba, el terreno tiene una pendiente suave y en ella se encuentra la eminencia del Cerro Chapultepec o Chapulín.

El sitio con menor altura se localiza hacia el este del área con 2 235 msnm, y la más alta a 2 600 msnm en la parte suroeste de la delegación (Ver mapa topográfico).

Particularmente, "en relación con la temperatura, mantiene un promedio de 16 °C y una evaporación de 900 mm anuales. Precipitación media de 700 mm anuales. El clima es templado con lluvias en verano (Cw). Contó con 174 manantiales" (Correa Pérez, Genaro. (1989), inédito).

Conforme se fue deforestando el relieve, quedó disectado y acusó más los rasgos de la erosión (junto a las barrancas formadas se establecieron minas de arena andesítica rosada

y semiazulada, para materiales de construcción). Antes, varias de las barrancas preexistentes fueron rellenadas con materiales de erosión y se formaron cauces que contienen materiales idénticos a los cortados por arroyos que se formaban.

No faltaron los acarrees que dieron lugar a conos de deyección estratificados, de arena y arcilla. A las partes más alejadas de los acarrees correspondieron dichos materiales determinados por la erosión fluvial que dominó, aunque no dejaron de presentarse los de índole mediana y dispersa.

2.1.3 Geografía de las rocas

Geología

2.1.3.1. Historia geológica de Tacubaya

El territorio de Tacubaya, lugar donde se localiza el observatorio del mismo nombre, es resultado de varios procesos geológicos vinculados a la porción central del Sistema Volcánico Transversal, y que dieron pauta a su formación actual.

Datos proporcionados por el Dr. Genaro Correa Pérez y que corresponden al holoceno definen a Tacubaya como una zona de acarrees diversos de origen pluvial, con una edad de 65 000 a 42 000 años. Los materiales de acarreo que se presentaron, en parte de origen volcánico y tanto del pleistoceno como del holoceno, quedaron depositados sobre las rocas mesozoicas. El mismo autor señala que en la Sierra de las Cruces, a donde pertenece el lomerío que nos ocupa, domina el material piroclástico y se encuentran brechas con alternancia de andesitas. También, que desde Chapultepec se advierten arenas volcánicas con un metro de espesor que reposan sobre tobas dentriticas y suelos residuales.

Ya desde La Angostura, en ambos lados del camino que sube, se localizan barrancas y minas

de arena. Se llegan a encontrar sin estratificación, gravas y fragmentos de tipo de las morrenas, que tienen estrias, acanaladuras, aristas o están pulidas (correspondientes a la glaciación Wisconsiniana). También se les asocian las brechas y las tobas. Los acarrees no dejan de ser corrientes de todo o lahares que se deslizaron en masa. (Correa Pérez, Genaro. (1985), inédito).

Los depósitos de brecha fueron emitidos violentamente de conductos volcánicos, próximos unos a otros, y situadas en líneas de fractura, sin duda alguna fueron prolongadas, pues solo así las lluvias pudieron intervenir en el acarreo distante. Los materiales cercanos se apilaron alrededor de los conos y perdían altura, y sólo se recuperaban en las secas. La alternancia de estaciones y materiales formó una plataforma sin estratificación que se deslizó, rellenando espacios vacíos y originando deslizamientos. Esto desgastó las bombas y las morrenas de épocas glaciares.

Las partes superiores fueron transportadas hacia partes bajas, en fragmentos cementados por arenas y cenizas. Las lluvias determinaron el arroyamiento de lo apilado y se formaron barrancas aunque posteriormente se llenaban. Lo acarreado se redondeaba y se formaban conglomerados y aluviones. Estos originaron conos de deyección con depósitos de arena y arcilla. (Correa Pérez, Genaro. (1985), inédito).

Menciona también el Dr. Correa Pérez, que en una topografía no tan estable, lo elevado detuvo materiales que represaban el agua y se formaron lagos efímeros, ya que el incesante transporte de los lahares los rellenaba, a ellos y a las depresiones. Las arenas, gravas, todos y brechas se acumulaban. En los lugares próximos a la planicie interior del valle lacustre, dominaron las arenas dispuestas en declive desde las partes altas a bajas. Los últimos arroyos y su erosión formó las barrancas y determinó las lomas.

En la parte sur del observatorio se pueden apreciar bancos de materiales, y en general, por lo que ya se ha indicado, en la mayor parte del área de estudio dominan los materiales piroclásticos y los que de ellos se derivan posteriormente.

Se tienen fracturas en donde se localiza el volcán de Chapultepec y las colonias vecinas de Narvarte y Del Valle. (Correa Pérez, Genaro. (1985), inédito).

El área se ve afectada por dos fallas geológicas, una en la parte noroeste, paralela a la Avenida Constituyentes, que se detiene en los límites de panteón Dolores. La otra se localiza

tanto al sur-suroeste del observatorio como al noroeste de la Colonia Santa Fe. (Véase el mapa geológico).

"Existen epicentros en Naucalpan y también en Los Remedios y Huixquilucan, donde se han registrado entre 10 a 50 temblores, algunos con escala superior a los 3.0 grados (Richter). En epicentros alineados entre Tacubaya, Mixcoac, Jardines del Pedregal y Fuentes Brotantes, también se han registrado temblores. Este alineamiento coincide con el de los volcanes de Chapultepec y Zacatepec (Zacatépetl) que se encuentra en las vecindades de Perisur". (Correa Pérez, Genaro. (1985), inédito).

2.1.4 Geografía de las aguas

Hidrogeografía.

La delegación Miguel Hidalgo, presenta una hidrogeografía de corrientes fluviales intermitentes que drenan del suroeste a noreste a lo largo de las cañadas, como las barrancas de Barrilaco y Tecamachalco. En el periodo de lluvias intensas los cauces de algunos arroyos causan deslaves y deslizamientos, lo anterior representa consecuentemente un riesgo para aquellas familias cuyas viviendas son construidas en tales sitios.

Dicha delegación corresponde ahora, a la cuenca del río Pánuco-Moctezuma como consecuencia que se desagua a través del Tajo de Nochistongo y que hace las veces de subafluente del río Tula que es afluente del río Moctezuma.

Dentro del área, se localizan dos lagos artificiales que pertenecen a la 1a sección del Bosque de Chapultepec.

También presenta rasgos de algunas corrientes que descienden de la parte más alta próxima al lugar como lo es la Sierra de las Cruces, pero al alejarse de esta, y llegar al área de estudio, pierden sus características físicas naturales al ser entubados.

(Carta hidrológica de Aguas Superficiales. Esc. 1:250,000. 1983).

Algunos de los arroyos recibían los nombres de los lugares por donde discurrían como el Santa Fé, Cuajimalpa y Tacubaya.

2.1.5 Geografía del Clima

Meteorología y Clima.

Varios estudios en relación al clima de un lugar, coinciden en la interrelación de los elementos atmosféricos con los factores geográficos que caracterizan el sitio, pues es esa misma relación la que da origen a un estado aparentemente estacionario de las condiciones meteorológicas. Es así como de acuerdo a trabajos realizados de manera delegacional, el área de estudio perteneciente a la Delegación Miguel Hidalgo, de acuerdo a Köppen, y modificado por Enriqueta García, tiene un clima en la parte noroeste, (donde colinda con las Delegaciones Cuauhtémoc y Azcapotzalco), templado subhúmedo con lluvias en verano C(w)(w), con una precipitación total entre 600 y 700 mm, y un régimen de lluvia invernal menor del 5% total anual. Al ir ascendiendo hacia la parte suroeste de la delegación el clima varía un poco, sin embargo, mantiene características muy similares al anterior. Su temperatura es de 16 °C, cuenta con una mayor humedad, y su precipitación va desde 800 a 900 mm, y los meses de julio y agosto son los más lluviosos.

El Observatorio Central de Tacubaya, de acuerdo a Enriqueta García, tiene clima Cb(w)(w)(f)g es decir, templado con verano fresco largo, subhúmedo con lluvias en verano, el comportamiento de algunos de los parámetros del observatorio a nivel local, resultado del promedio de treinta años, es el siguiente:

En la estación, se presenta una temperatura media anual de 15.6 °C, y una máxima extrema de 33 °C que se presenta en el mes de abril. Durante el mes de diciembre se tiene la mínima de las máximas extremas con 26.4 °C.

El observatorio cuenta con una temperatura máxima media de 23.4 °C, en abril el valor máximo con 26.6 °C, y la mínima de 20.8 °C durante el mes de diciembre.

Las temperaturas mínimas extremas que se registran tienen una media anual de -4.4 °C, una mínima de mínimas de -1.0 °C, en enero, y una temperatura máxima de mínimas hasta de 7.0 °C.

Las temperaturas mínimas promedio anuales son de 9.6 °C; la mínima es de 5.8 °C, en el mes de enero, y la máxima de 12.2 °C, en junio. La temperatura media mínima anual a la intemperie de -4.6 °C.

La presión media anual que presenta la estación del Observatorio es de 774.2 milibares (mb); registra una máxima de 774.8 mb en los meses de julio, agosto y noviembre, y una mínima durante el mes de marzo de 773.3 mb.

El Observatorio de Tacubaya, es un sitio que recibe vientos predominantes del norte y Noreste, los cuales por la altitud que conserva el lugar, así, como por el relieve del área, son encajonados en la parte suroeste de la ciudad, y contribuyen a empeorar las condiciones ambientales cuando se relacionan estos con el grado de contaminación que afecta a la parte indicada de la ciudad. La circulación local de los vientos está en función de la topografía del lugar así como la cercanía de la Sierra de las Cruces, pues existe un intercambio constante entre ambos espacios. Dentro del observatorio, se registra una humedad relativa media de un 60 % anual, con una mínima en el mes de marzo de 46%, y máxima de 71%, durante los meses de agosto y septiembre.

En Tacubaya, así como en cualquier área geográfica, el diagnóstico general de las nubes es difícil, pues como sabemos, estas son tan cambiantes que en cuestión de segundos pueden transformarse en otros tipos. Lo que si es posible, es indicar los tipos de nubes predominantes de acuerdo a la estación del año, así como sus caracteres.

La precipitación media anual es de 816.2 mm; las mayores se concentran en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Julio es el mes más lluvioso con 175.1 mm, y febrero con 4.3 mm, el menos lluvioso.

La tensión de vapor de la estación, presenta una media anual de 10.8 %, la mínima se da en febrero y es de 8.1 %, y la máxima de 13.3, en los meses de agosto y de septiembre.

El observatorio, percibe una cantidad de horas-sol de 1978.2, y en marzo se presenta la más

alta con 201.6, por la incidencia que tienen los rayos solares en la Tierra en la transición de la estación de primavera a verano; en septiembre es menor la cantidad de insolación y alcanza 118.9 horas, por la presencia de una mayor cantidad de nubosidad, además de que todavía se encuentra el periodo de lluvias.

2.1.5.1 El clima de la ciudad

Por las condiciones urbanas que prevalecen en el sitio de emplazamiento del observatorio de Tacubaya, deben considerarse algunas de las características que de acuerdo diversos autores presenta el clima urbano; esto como resultado del comportamiento que presentan los diversos elementos que integran la dinámica atmosférica del lugar.

La climatología urbana¹, se ha desarrollado en latitudes templadas, parte de la idea de que el hombre ha modificado el clima de la ciudad al mismo tiempo que ha alterado el paisaje rural que rodea a las ciudades (tala de bosques, drenaje, campos de cultivo, etc.).

Lowry (1977), señala que el clima de una localidad urbana es "la suma integrada de diversos elementos del clima (temperatura, humedad, etc.) y cada variable meteorológica es la suma lineal de las contribuciones atribuidas al macroclima, la topografía local y los efectos urbanos". (Ernesto Jáuregui, (1984), p. 25).

Algo importante es que "para estimar el efecto urbano en un elemento climático se requeriría obtener datos registrados antes de que se estableciera el asentamiento humano".

Lo anterior significa que para determinar los efectos sobre uno o varios elementos del clima, se debe contar con un registro de observaciones realizadas antes de la urbanización. (Ernesto Jáuregui, (1984), p. 25).

El mismo Jáuregui, indica que "la metodología que se usa actualmente para ilustrar los

¹ Climatología Urbana, que se dedica al "estudio de los procesos físicos y químicos que conducen a cambios en el medio de la atmósfera urbana". (Oña. (1984). s/p).

efectos de la urbanización en las ciudades bajas, tales como los contrastes térmicos entre ciudad y campo, es bastante inexacta y consecuentemente no completamente válida". (Ernesto Jáuregui, (1984), p. 25).

El programa mundial sobre el clima, de la Organización Meteorológica Mundial, manifiesta que gran parte de los estudios relacionados a la climatología urbana, son de carácter descriptivo, sin embargo, agrega que deben realizarse otro tipo de estudios que profundicen en los mecanismos físicos que se desarrollan en las ciudades, y que estos lleven a la comprensión de los problemas así como al empleo de sencillos modelos de predicción basados en datos elementales obtenidos a bajos costos tanto de equipo como de personal. Además señala que debido a la complejidad física del clima de las ciudades, a la necesidad de mejorar los conocimientos y la información al respecto, las: "estadísticas de climatología del centro de las ciudades y las zonas residenciales, así como las comparaciones de los elementos urbanos y rurales, estaciones temporarias y móviles y topografía requieren una cuidadosa programación de las mediciones climatológicas".

Es importante considerar que "las necesidades de datos de los climatólogos urbanos deberían indicarse por orden de urgencia, dándose también preferencia a los datos que pueden obtenerse mediante instrumentos y métodos sencillos, baratos, fiables y de fácil utilización". Las prácticas meteorológicas, deben tener como base una literatura clara que resultara aplicable de inmediato a nivel internacional, la cual debería abarcar lo siguiente: "programas y métodos de mediciones (incluidos elementos, emplazamiento y tiempo), descripción de los instrumentos (calibración y mantenimiento), técnicas de medición de la calidad del aire, presentación de datos y su análisis". (Organización Meteorológica Mundial, (1984), pp. VIII-DQ).

Entre las aplicaciones de la climatología urbana están los aspectos de:

- a) A través de datos detallados conocer las repercusiones de la urbanización sobre la salud del género humano. (ejemplo evitarse algunas enfermedades causadas por la contaminación como lo es el "stress" derivado del calor), alergenos atmosféricos, morbilidad, mortalidad, de la población;*
- b) Estudios del efecto de emplazamiento de las zonas industriales y los efectos nocivos para*

la sociedad:

c) La aplicación de modelos enfocados de transporte que favorezcan la mejora de la atmósfera urbana así como el "papel de la calidad de la superficie y el campo de viento en la generación de polvos e impacto del polvo y sus repercusiones";

d) El clima urbano y su repercusión en el deterioro de los "hidriscos urbanos, disponibilidad de agua en superficie y riesgo de inundaciones, con especial referencia al diseño de sistemas urbanos de abastecimiento y evaluación de aguas";

f) El impacto de las fuerzas climáticas en el trazado urbano, y la cuantificación de los efectos climáticos en las actividades económicas;

También en el "establecimiento de redes de observación urbana y las necesidades de exposición de los instrumentos en armonía con las características climáticas urbanas", tanto dentro del plano urbano como de sus límites.

(Organización Meteorológica Mundial, (1984), pp. X-XI).

Según Barry y Chorley, cuando el hombre sea capaz de emplear métodos directos para controlar los mecanismos que rigen la Meteorología, su mayor influencia continuará siendo a una escala local, debida a la construcción de grandes ciudades. Destruyendo y modificando los microclimas existentes y creando otros nuevos con características más complejas, según la densidad, el diseño y la función a que se destina la construcción.

Ambos autores reconocen que las influencias climáticas urbanas presentan una serie de elementos de comportamiento y de efectos en la estructura de las ciudades, las cuales clasifican en tres clases que son:

I- Producción de calor en las ciudades, donde "las características térmicas presentan un marcado contraste con los de la zona rural que las rodea", que se debe principalmente a tres factores que son:

- a) la producción directa de calor por combustión,*
- b) el desprendimiento gradual del calor almacenado durante el día en las construcciones de ladrillo, hormigón y demás materiales similares; y*
- c) la radiación que es devuelta a la superficie por reflexión en la capa de impurezas atmosféricas.*

La variabilidad de los elementos climáticos de acuerdo a la época del año, (pues en verano

las temperaturas son mayores, mientras que la combustión y las impurezas atmosféricas son mínimas), contribuye a que la pérdida de calor que experimentan los edificios sea un factor importante que provoca el efecto de "isla de calor". De acuerdo a los mismos autores, "el control principal del clima térmico de una ciudad lo ejerce la densidad de superficies urbanas, es decir, la superficie total de edificios, (...) calles y la geometría de la construcción". (R.G. Barry y R.J. Chorley, (1972), pp. 327-329).

En relación a lo dicho, T. R. Oke indica que en "todas las ciudades existen islas de calor cuyas características morfológicas se parecen a las comunidades templadas, incluida la sensibilidad a la densidad de construcción y a la utilización del terreno (por ejemplo los parques). La intensidad de la isla de calor parece también reaccionar ante el viento y las nubes, de conformidad con las normas de los climas templado". (T.R. Oke, (1984), p. 13).²

2- *Modificación de la composición atmosférica.* En la ciudad, son muy notorias las cantidades de impurezas que pueden estar presentes en la atmósfera, donde es frecuentemente el predominio del humo, el polvo, el anhídrido sulfuroso y otros gases originados en el proceso de combustión. Estos y otros elementos contaminantes causan un cambio importante en las propiedades térmicas de la atmósfera, en la atenuación de la luz del sol así como en la producción de numerosos núcleos de condensación.

Algunos estudiosos del clima urbano, mencionan que "la mayor concentración de humo tiene lugar cuando los vientos son flojes, la turbulencia vertical es baja, hay inversiones de temperatura y humedades relativas altas, y el aire sopla desde las zonas de fábricas o de gran densidad de población". Mientras que durante la noche la polución, permanece debajo de una capa estable situada unos centímetros por encima de la superficie y puede volver al nivel del suelo cuando la convección térmica provoca la mezcla vertical. El proceso conocido con el nombre de fumigación se manifiesta por "el efecto más directo de la contaminación atmosférica consiste en reducir la reflexión y la luz proveniente del sol". (R. G. Barry y R.J.

² Agradezco que: "Las comparaciones de la dinámica temporal de las islas de calor en diferentes zonas climáticas corren el riesgo de partir de bases diferentes por lo tanto cuando se hace un estudio de caso se deben retomar todos aquellos elementos particulares de la zona iniciando por su localización". (T.R. Oke, (1984), p.9).

Chorley, (1972), pp. 329-334).

Kratzer, en su libro de texto "Das Stadtklima" (El clima urbano) señala que "la contaminación del aire es uno de los fenómenos más destacados del clima urbano. En las áreas urbanas se concentran diversos tipos de fuentes de contaminación". Habla de la existencia de un ecosistema de la contaminación del aire el cual comprende un proceso que inicia en las fuentes y va hasta los receptores, y es el siguiente: "los contaminantes emitidos por una fuente sufren las turbulencias y la difusión atmosféricas, el transporte del viento, algunas reacciones químicas, hasta que por último se disipan (reducción) en la atmósfera. Estos mecanismos son los mismos en todas partes".

Continúa diciendo que "en el caso de los contaminantes primarios, tales como el polvo en suspensión y el bióxido de azufre, la calidad del aire depende de la cantidad de contaminante emitido y del régimen de ventilación de la atmósfera". (T. Kawamura, (1984), p. 39).

Respecto a lo anterior, "la contaminación del aire en las ciudades se ve afectada por las condiciones meteorológicas y climatológicas no sólo a nivel macroescalar (sinóptico) sino también al microescalar y a escala local. Especialmente las zonas urbanas con una topografía compleja, las condiciones meteorológicas locales afectan la distribución del viento y la estratificación térmica de la capa límite atmosférica". (T. Kawamura, (1984), p. 40).

3- Modificación de las características de superficie. "Las estructuras urbanas ejercen una considerable influencia en el movimiento del aire, produciendo turbulencia como consecuencia del aumento de la "asperidad" que crean en la superficie y de los efectos de canalización causados por las calles. Por término medio, las velocidades del viento son inferiores a las que se registran en campo abierto en los alrededores, debido al efecto protector de los edificios, y las velocidades del viento en el centro de la ciudad son generalmente inferiores en un 5% a las de los suburbios".

En cuanto al efecto de la urbanización y su relación con la humedad superficial, la falta de una capa de vegetación extensa en la ciudad, elimina una gran parte de la evapotranspiración, que a su vez, origina el bajo índice de humedad. Parte de lo anterior, conlleva a que "el aire de las ciudades de latitudes medias presente una tendencia a poseer

humedades absolutas menores que el de las zonas rurales, especialmente cuando soplan vientos flojos y la nubosidad es abundante. Mientras que con el aire en calma, las calles aprisionan el aire cálido, que conserva su humedad porque la cantidad de rocío que se deposita en las superficies cálidas de la ciudad es menor".

Así, "los contrastes de humedad que existen entre las zonas urbanas y las rurales son más notorios en el caso de la humedad relativa, que puede ser hasta de un 30 % menor en la ciudad durante la noche, como consecuencia de las temperaturas más elevadas". (R. G. Barry y R.J. Chorley. (1972), pp. 334-335).

Sin embargo, el comportamiento de la precipitación en las ciudades, y de acuerdo a varias opiniones, es difícil de precisar, como lo afirma T. R. Oke al decir que "la mayoría de la información disponible parece apoyar un relativo consenso respecto al incremento urbano, pero se recomienda no generalizar antes de haber procedido a un estudio muy detenido sobre el particular". (T. R. Oke, (1984), p. 13).

2.1.6 Geografía de los suelos

Suelos.

Sabemos que el suelo, es el sitio donde se desarrolla la vegetación, sin embargo, en la zona existe poco espacio para ello, ya que la mayor parte del área presenta un suelo ocupado por la vivienda. Como lo muestra la carta edafológica, predominan suelos de tipo fazem (H) y fazem háplicas (h), que se caracterizan por ser suelos pardos y simples; estos se pueden encontrar en relieves planos como montañosos, "no tienen acumulación caliza, ni yeso, ni mucha agua y arcilla en el subsuelo". (Correa Pérez, Genaro. (1991), p. 49).

En el suroeste de la zona, por donde se ubica el acueducto, se observan en pequeños espacios, suelos de tipo fluvial, materiales de arrastre característicos de los ríos.

En una mínima parte se localiza una área, con suelo de tipo litosol (I), al que se le intercala el tipo feozem háplico.

La parte suroeste de la zona, ocupada por el Panteón de Dolores, tiene un suelo tipo feozem, con algunas concreciones a menos de 100 centímetros de profundidad.

Al noroeste, en una sección del Bosque de Chapultepec, se localiza suelo lacustre, mientras que en la parte central del área en estudio en el meridiano de 99° 11', existe una franja de suelo tipo aluvial, y por las partes noreste y sureste, con predominio de arenas.

2.1.7 Geografía de las plantas

Vegetación.

La vegetación más representativa del lugar y la más cercana al sitio de estudio, como se observa en la carta topográfica, es la que conforma el bosque de Chapultepec, (en el cerro del Chapulín), asiento de los inmigrantes aztecas en 1280 y 1299. Lugar que consideraron sagrado, y que en 1428, Nezahualcóyolt, rey de Texcoco, enriqueció con el bosque de Toxoditum macranthum Ten (ahuehuetas). En nuestro tiempo, "el mayor árbol del Bosque de Chapultepec, mide 15 metros de circunferencia y 40 de altura. Otros tres ejemplares se forman en la glorieta de Miramón o de los Suicidas, y en el resto del Bosque otros 200". (Imagen de la gran capital. (1985). pp. 274-275).

Presenta varias especies, pero, aquí solo se mencionarían algunas de ellas, tales como: el Pinus cambroides Zucc. (Pino Piñonero), que mide entre 5-15 metros de altura. El Eichhornia crassipes Kunch. (lirio de agua, jacinto o cucharilla), una hierba acuática flotante o arraigada en el fango, que mide 15-25 cm de altura.

La *Juncus mexicanus* Will. (hierba anual o perenne), de rizoma rastrero, tallos erguidos y sencillos y hojas cilíndricas o planas.

El *Ceratophyllum demersum* L. que abunda en las aguas estancadas, y constituye una de las plantas herbáceas acuáticas sumergidas, sin raíces.

De la familia *Euphorbiaceae* (Euforbiáceas), se tiene la especie *Euphorbia pepus* L. (hierba del coyote). Mide de "30 a 60 cm con las hojas alternas, cortamente peciopedaladas, ovado-espatuladas, atenuadas, obtusas, enteras, que miden 1-2 cm de largo, por 5-9 mm de ancho; crece en los meses de agosto a septiembre y es una planta originaria de Europa, adventicia en América, común en terrenos modificados".

Existe el *Hibiscus spiralis* Cav., arbusto de ramas morenas, con los extremos de ellas y las hojas cubiertas de pelos estrellados. Con hojas lanceoladas u ovaladas, flores axilares, cáliz de unos 12 mm de largo, pétalos rojos, de 2 a 2.5 cm de largo. (Sólo se ha observado en este bosque).

Otra especie acuática como el *Myriophyllum hippuroides* Nutt. mide de 20 a 40 cm de altura, tallos delicados y nudosos. Tiene hojas veticiladas, pinadas, flores pequeñas axilares unisexuales, y domina en las zanjas del bosque. (Sánchez, Sánchez Oscar. (1976), s/p).

En cuanto a los efectos del clima en la capa de vegetación que cubre la superficie terrestre, se ha visto que "la estructura vertical de un bosque condiciona en gran parte el control que éste ejerce sobre las características locales de la atmósfera. Al mismo tiempo, es preciso reconocer que las diferencias botánicas son generalmente muy importantes, y que un mismo tipo de bosque puede influir de muy diversas maneras en el clima según sean la altura a que se encuentra, la zona climática o la época del año". Mientras que la disposición de un bosque en el espacio depende de las especies vegetales que en ella se encuentran, así como de asociaciones ecológicas, edad de las plantas y de otros factores botánicos.

"Gran parte de la influencia de un bosque en el clima puede explicarse en función de su geometría, y de sus características, como: a) morfológicas, b) tamaño, c) cobertura y, d) estratificación". Dentro de su morfología, se menciona la cantidad de ramas (bifurcación), periodicidad de crecimiento (es decir, hoja perenne o caduca), junto con el tamaño, densidad y textura de la hojas.

El tamaño de los árboles la copa de los mismos es importante por la obstrucción física que

desarrollan en los intercambios de radiación y el movimiento del aire.

Los efectos de los bosques dentro de la dinámica atmosférica, está en función de las modificaciones que aportan a los intercambios de energía y al flujo de aire, asimismo a la humedad y a la temperatura del medio que los rodea. (R. J. Barry y R. J. Chorley. (1972), pp. 336-337).

Algunos de los efectos de mayor importancia de los bosques, son el tipo de ramaje, pues este intercepta la radiación entrante y saliente, por otro lado la reflectividad (albedo) de las superficies vegetales con respecto a la radiación que les llega.

El efecto de este espacio geográfico dentro de la circulación de los vientos, está en función de la interceptación que ofrecen los bosques al movimiento lateral como vertical del aire. También influyen la densidad de vegetación y la época del año.

Asimismo, los bosques producen ciertos efectos microclimáticos, aparte de eliminar o captar el polvo del aire, por su acción filtrante.

"Su mayor influencia está en la interceptación de la lluvia por las copas de los árboles. Este efecto varía de acuerdo a la extensión de las copas, la estación del año y la intensidad de la precipitación". (R. G. Barry y R. J. Chorley. (1972), pp. 344-345).

En la modificación de la humedad ambiental, los bosques presentan los siguientes efectos:

- "La evaporación en el suelo del bosque es generalmente mucho menor, puesto que la cantidad de luz de sol recibida directamente, la velocidad del viento y las temperaturas máximas también lo son, y la humedad del aire generalmente es mayor",

- "Durante las horas de luz diurna las hojas transpiran agua a través de sus poros o estomas, por lo que esta pérdida está controlada por la duración del día, la temperatura de la hoja, la especie de árboles y su edad, así como también por factores meteorológicos tales como la energía radiante, la presión de vapor y la velocidad del viento". (R. G. Barry y R. J. Chorley. (1972), pp. 342-343).

- La vegetación de los bosques, participa activamente en la modificación del medio ambiente térmico, pues tiene influencia directa en "la estructura final de la temperatura, por la protección que proporciona contra los rayos del sol, su efecto amparador durante la noche, la pérdida de calor por evapotranspiración, la reducción de la velocidad del viento, y que son factores que influyen la temperatura ambiente" que los rodea. (R. G. Barry y R. J. Chorley.

2.1.8 Uso de suelo

La zona donde se encuentra emplazado el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya, presenta en la parte noroeste, una porción de suelo de uso pecuario, con pastizal inducido, que también corresponde al Panteón de Dolores.

La parte norte y noreste, es ocupada por el bosque de Chapultepec, conformado por una importante diversidad de árboles. En la actualidad, dentro de la meteorología y la climatología, el bosque, es un elemento importante que influye sobre algunos de los parámetros meteorológicos. Tales como la humedad, los vientos, la precipitación, entre otros, y por ello, se hace ésta mención.

El bosque, definido como: "una área relativamente extensa: 1) que presenta uno o varios ecosistemas, poco transformados por la explotación u ocupación humana, donde las especies vegetales y animales, los sitios geomorfológicos y los habitats son de especial interés científico, educativo o recreativo o encierran un paisaje natural de gran belleza; por ellos es determinante que: a) Se adopten (...) las medidas adecuadas para prevenir o eliminar lo más pronto posible la explotación u ocupación en toda el área, y para hacer cumplir las obligaciones (...) con estricto respecto de salvaguardar los rasgos ecológicos, geomorfológicos o estéticos del parque de carácter boscoso y que han motivado su creación; b) Que se siga permitiendo (...) el ingreso de visitantes bajo ciertas condiciones, con propósitos de inspiración, educativos, culturales y recreativos" . (Arreola Tinoco, José (1974), pp. 19-20).

En México, es lamentable que la vida vegetal dentro del espacio urbano, no se valore; son pocas realments los que se han percatado de su importancia social, ya que resulta básico la vida y cultura del género humano.

Dentro de la Meteorología debiera haber espacios que concentren sus estudios en la

concientización social sobre la importancia de estos lugares dentro de la vida diaria, a través de sus elementos, la dinámica atmosférica y su evolución.

Por la parte sursuroeste, el uso del suelo en la actualidad es totalmente habitacional, ocupado por la región denominada las Lomas. Hasta hace poco más de diecisiete años el lugar presentaba áreas de pastizal inducido.

Al norte del Observatorio, la Avenida Constituyentes, un área de transición entre el uso de suelo forestal (Bosque de Chapultepec) y el uso de suelo urbano.

En la parte sureste, se tiene un uso de suelo habitacional que se comparte con un área verde relativamente pequeña, ocupada por el parque Lira. (Ver mapa de uso de suelo).

"La zona más antigua de la Delegación está situada al noroeste donde se ubican las zonas habitacionales más populares que se mezclan con áreas industriales".(Zona de transición). (Cuaderno de Información Básica Delegacional. (1990), p. 2).

2.1.9 Geografía de los animales

Fauna

La fauna es inducida y se localiza en el Bosque de Chapultepec, en el Parque Zoológico, que data de la época del presidente Díaz. En el año de 1993, se realizaron nuevos trabajos de diseño arquitectónico y de exhibiciones, de topografía, mecánica de suelos y construcción de nuevos albergues. Con ello se pretendió que los habitats fueran lo más cercano a la realidad funcional de los ecosistemas que habitan dichos animales en estado de libertad. Entre algunos de los animales que viven en el Zoológico de Chapultepec, están: tigres, leones, panteras, osos, elefantes, changos, osos blancos, zorros, ardillas, algunos réptiles, aves como flamingos, pavos reales, huacamayas, águilas,alcones, etc. Dentro del edificio que alberga

*al Servicio Meteorológico Nacional, existe una fauna importante a considerar, pues a la fecha parece ser un problema que afecta directamente a la estructura del edificio, así como en algunas ocasiones a los instrumentos del observatorio central. Es la especie de *Meleopelia leucoptera* pichones o palomas que habitan en el mismo, las cuales han sobrevivido a través de los años; sin embargo, la construcción por ser muy antigua, se ha visto deteriorada en su estructura por el excrementos, de las palomas, y no sólo eso ya que colaboran en ocasiones a que algunas de las observaciones que realiza el observatorio no sean las más veraces por algunas situaciones que estos animales generan en los equipos y estructuras.*

Entre algunos de los problemas que la fauna ocasiona en el equipamiento del observatorio, tenemos el caso de los pichones que beben el agua del evaporímetro o lo ensucian con sus excrementos dando como resultado el que se tenga una medición errónea de dicho parámetro. Otro incidente se suscita en el termómetro de temperatura mínima a la intemperie el cual se ve en algunas ocasiones sucio por el excremento de los pichones.

2.1.10 Geografía del deterioro atmosférico

En la actualidad, el problema que implica el deterioro del espacio geográfico, es muestra de una organización y planeación erróneas, dentro de las políticas gubernamentales, y concretamente de la imprevisión de algunas Secretarías e Instituciones que analizan la biósfera, entre otras, además de la falta de concientización de la sociedad vinculada al uso racional de los recursos naturales y de la vida misma.

Esta temática se expone en forma constante en los medios de comunicación, y forma parte de un cuestionamiento por algunos de los sectores de la sociedad, más no se da una resolución para solucionar los problemas.

Hoy, el género humano, tiene la obligación de iniciar una nueva cultura en donde el

conocimiento del medio y la educación adecuada, se integren para generar soluciones prácticas e inmediatas a los problemas que generan el constante deterioro del medio geográfico y el descuido de los recursos naturales, teniendo como bases los estudios anteriores de las condiciones del medio y las que prevalecen en la actualidad. Se menciona lo anterior, por el papel que le compete el Servicio Meteorológico en esta cuestión, pues forma parte de las muchas instituciones que estudian el medio, en especial al de los cambios atmosféricos y su repercusión en el hombre, salud y actividades.

Entre algunos de los resultados que sirven de indicadores del deterioro que se advierte en la zona donde se ubica el observatorio de Tacubaya, se tiene un estudio de las condiciones atmosféricas practicado en la delegación Miguel Hidalgo en 1990, con base en los datos delegacionales de Mejoramiento Ecológico. Dicho trabajo mostró que algunos de los principales contaminantes atmosféricos que afectan el área, son los siguientes: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO²), dióxido de azufre (SO²) y ozono (O³), en gran parte se producen por vehículos automotores, la industria petroquímica y otras fuentes móviles no evaluadas. Las partículas suspendidas se constituyen de polvo y basura. Se presentan hidrocarburos y aceites en partículas finísimas así como materia fecal y plomo.

Por otra parte la modificación de los elementos que conforman el aire, así como su cantidad, son indicadores de las posibles variaciones en los datos registrados que se pueden tener de cada parámetro tomados tanto por la estación meteorológica automática como por los instrumentos tradicionales, pues algunos de ellos pueden verse influenciados más que los otros, y ello origina variaciones en sus registros. También el contenido de contaminates de la atmósfera que circunda al observatorio, repercute en el deterioro de los instrumentos tradicionales ya que algunos de estos se hallan a la intemperie, tales como el avaporímetro que se ve contaminado en su contenido de agua por algunas de las impurezas del aire; por su parte, la garita debe ser pintada con mayor frecuencia debido a que algunas de las partículas contaminantes modifican la consistencia de la pintura y esta última es la que protege la madera, además de que es la protectora contra la irradiación que pueden recibir los instrumentos que resguarda.

2.2 GEOGRAFÍA HUMANA

2.2.1 Geografía de la población citadina

La ciudad, espacio que presenta un dinamismo complejo centro donde convergen diversas dificultades de índole social, económico, político y ambiental. Áreas urbanas que funcionan como "polos de atracción" para la población debido a que brinda mayores oportunidades en cuanto a empleos, servicios, niveles de bienestar social y satisfactores, que las zonas circundantes en la mayoría de las ocasiones carecen.

Por lo consiguiente, los espacios rurales son expulsores de contingentes que incursionan a la ciudad con el anhelo de encontrar nuevas oportunidades, más favorables a sus necesidades e intereses. Sin embargo, muchas veces estos medios de población no pueden competir en la ciudad por carencias en su nivel educativo, además de caracterizarse por un alto índice de marginación.

Debido a la falta de un empleo seguro, el ingreso fuerte fundamental en el sostenimiento de las familias es una limitante que aflora y repercute en las diversas necesidades piden cubrir los satisfactores más indispensables.

En esta forma los asentamientos irregulares se incrementan en una constante competencia por ocupar un sitio donde residir las familias. La mayoría de veces se opta por incorporar las zonas periféricas donde hay aún espacio y cambiar el uso del suelo por habitacional.

Las concentraciones de factores en la ciudad contribuyen a empobrecer el ambiente, los vehículos entre otros, desechan los contaminantes atmosféricos y causan daños irremediables en la salud de la población sobretodo de índole respiratoria e inclusive crónicas que pueden causar la muerte.

No es exclusivo de la atmósfera el deterioro, lo mismo ocurre, con el agua, el suelo, la vegetación, que debido a las actividades que la población realiza los contamina y provoca otras modificaciones al ambiente.

Aunque a finales de la década de los cincuenta apenas llegaba a 2 millones de habitantes, la ciudad de México, considerada ahora la "ciudad más grande del mundo", ya que concentra más de 8 millones de habitantes (censo de 1990) se encuentra conurbada con los municipios del Estado de México en la parte norte, que eleva el número en casi 20 millones de habitantes, asimismo, presenta dificultades atmosféricas por los altos niveles de contaminación que generan las diversas actividades en la metrópoli, y las características físicas donde se asienta la ciudad en buena medida, contribuyen a encerrar los contaminantes sobre todo en la época invernal.

Dentro de la ciudad de México se localiza Tacubaya donde se halla el emplazamiento del Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya. Esta microregión citadina no deja de ser afectada por los inconvenientes de la concentración y los contaminantes, en grados superlativo, como todas las porciones del suroeste de la gran urbe.

2.2.1. Origen de la zona de estudio y evolución de su población

El área donde se ubica dicho emplazamiento pertenece a los tres asentamientos prehispánicos que dieron origen a la Delegación Miguel Hidalgo: Tacuba, Tacubaya y Chapultepec.

"Tacubaya (del náhuatl atlacuihuani), jarro para sacar agua; y yan, locativo verbal: lugar en que se toma el agua"). Espacio donde los mexicanos llegaron a fines del siglo XIII, Tacubaya era un simple paraje, después fue una aldea precaria y al consumarse la conquista española, formó parte del mayorazgo fundado por Cortés en 1535. El pueblo se formó con arreglo a lo dispuesto por el Primer Concilio Mexicano, que mandó juntar a los indios en poblaciones, hubo huertas de olivos y molinos de aceite y se producían ciruelas, granadas, membrillos y naranjas".

El edificio del emplazamiento ahudido, fue construido para Palacio Arzobispal en 1737, por orden del Sr. Arzobispo Juan Antonio Vizarrón y Eguiarreta, que más tarde ocuparon los presidentes Ignacio Comonfort y Antonio López de Santa Anna. Para los años de 1860, la villa de Tacubaya, tenía aproximadamente 3,377 habitantes y la reconocían como cabecera los pueblos de La Piedad y Mixcoac, entre otras.

En el año de "1888, Tacubaya presentaba nueve mil habitantes, que aumentaban a 12 mil en verano. En 1910, Tacubaya era cabecera de una de las 13 municipalidades del Distrito Federal y tenía 20,177, distribuidos en la cabecera. En los últimos 40 años, se fueron poblando los espacios que separaban la villa de la Ciudad de México y pronto Tacubaya se ve envuelta por la mancha urbana". (Imagen de la Gran Capital. (1985), p. 272).

Los datos indican que Tacubaya era un área elevada en comparación con otras que aun no pertenecían a la ciudad de México; no es hasta 1930 que se señala el enlace de ésta con la ciudad México. En planos realizados en el año de 1800, se presenta como un sitio con rasgos físicos importantes, destacando algunas corrientes fluviales, como el río de La Piedad, río Consulado, algunas barrancas como la de San Joaquín, la de Acevedo, así como la de la Palmas, por la parte noroeste de Tacubaya, haciendas como la del Prieto, no muy grandes en extensión, mas si en el paisaje que mostraban. En general, estaba integrada por barrios y haciendas. Aproximadamente tenía una población de 10,025 habitantes.

En otro plano del año de 1929, aún el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya, no era absorbido por la urbanización, como lo muestra la "carta geográfica del Distrito Federal" realizada por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Según datos que editó el censo de 1990, la Delegación Miguel Hidalgo, en el cual se halla localizada el área de estudio, presenta un cambio considerable en su población a partir de 1980 y de 1990, donde se puede observar lo siguiente:

POBLACION TOTAL POR SEXO					
AÑO/LUGAR	TOTAL	HOMBRES	%	MUJERES	%
1980					
D.F	8,831,079	4,234,602	48.0	4,596,477	52.0
Delegación	543,062	249,974	46.0	293,088	54.0
1990					
D.F.	8,235,744	3,939,911	47.8	4,295,833	52.2
Delegación	406,868	184,949	45.5	221,919	54.5

Cuadro no. 2.3 Población total por sexo.

Fuente: "Diario Federal, Resultados Definitivos. VII, VIII, IX, X y XI Censos Generales de Población y Vivienda, 1980 y 1990". INEGI. p. 13

Los datos nos ofrecen un panorama donde, en una década, se observa una disminución de la población en forma considerable, no solo a nivel delegacional sino en el Distrito Federal; esto se puede atribuir al movimiento poblacional que se dio a partir de los sismos de septiembre de 1985, pues la ciudad presentó una emigración grande a otros sitios con menor riesgo sísmico.

También, un elemento importante que contribuyó a este descenso poblacional, es la puesta en marcha del programa de descentralización administrativa del Distrito Federal.

Datos del censo de 1990 muestran, en la pirámide de edades de la delegación Miguel Hidalgo, un mayor porcentaje de gente joven con un rango de edad que va desde los 15 años a los 25 años. El segundo lugar lo ocupan los infantes de los 0 a 9 años de edad, mientras que el tercer lugar esta designado a la población de 30 a 40 años, lo que nos indica una delegación conformada por gente joven en un gran porcentaje.

El número de nacimientos anual dentro de la delegación fue de un total de 14 085, cifra que representa un 6.26% de la del Distrito Federal. Las defunciones generales en la delegación fueron de 3 089, entre hombres y mujeres, ello representa un 6.81 % de muertes en el D.F. Las defunciones entre niños menores de un año fueron 470 es decir un 9.75 % del total que se presentó en el D.F. En cuanto a los matrimonios, el total alcanzó la cifra de 2 844 y en porcentaje representa un 4.74 % de los del D.F. En cuanto al número de divorcios fue de un total de 104 y en porcentaje equivale al 1.63%.

El estado civil de la población está representado en su mayoría por un 40.6% de casados, y un 44.2% de solteros. Según el censo de 1990, un 91.4% de la población que integra la delegación practica la religión católica, y el restante está dividido entre los protestantes con un 2.5 %, los judíos 3.3% entre otros.

La mayor parte de las viviendas constan de 4 miembros, siguen las de 3 miembros y en tercer lugar están de 2 y 5 miembros. De acuerdo a los datos de los servicios de agua entubada, drenaje y energía eléctrica, la delegación presenta buenos servicios, los que más se han extendido entre 1970 y 1990 son los de drenaje, (un 20%).

En la cuestión de salud, la delegación también cuenta con un buen equipamiento de servicios médicos.

El grado de analfabetismo en la delegación es realmente bajo, ya que los datos de 1990 indican un porcentaje de 3.1% con respecto al total de la población.

La PEA (Población Económicamente Activa) en la delegación es del 66.8 %, y un 36.4 % del total de esta población percibe de 1 a 2 salarios mínimos; un menor porcentaje, como lo es el 16.5%, percibe menos de un salario mínimo.

De acuerdo a los datos registrados, el transporte y las comunicaciones cuentan con una buena infraestructura, ya que presenta bastantes servicios públicos y particulares.

El entorno urbano, que de manera directa afecta resultados meteorológicos como lo son las observaciones que se realizan dentro del observatorio, está constituido por algunos elementos irrelevantes, a saber por el lado sur-suroeste, se encuentra a unos cuantos metros de distancia, una gasolinera en donde diariamente, a todas horas, se concentra una cantidad considerable de calor y de contaminantes que se originan por la combustión, lo cual determina en conjunto que se manifieste en el área una considerable cantidad de energía calorífica; por la parte SSE encontramos otra fuente importante de calor, representada por el continuo tránsito que durante toda la semana se presenta en la Av. Observatorio.

En la esquina sur-suroeste, se localiza un semáforo, el cual, de acuerdo a estudios realizados por climatólogos dedicados al clima urbano, como el Dr. Ernesto Jaúregui, tal hecho determina indirectamente la formación de una celda de calor, aspecto que es clave para entender los procesos de modificación del clima en la ciudad.

El área vinculada al semáforo y que propicia la formación de una celda de calor afecta el comportamiento de los fenómenos meteorológicos que son registrados en el observatorio, ya que al ascender el calor, éste es captado por el instrumental tradicional que se halla arriba de la azotea del edificio.

En general, a su alrededor se hallan construcciones que en promedio son de tres pisos, y como lo marca la OMM, en el reglamento en la Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos, un edificio es un generador importante de calor.

En las calles que lo circundan, solo la calle General Victoriano Cepeda ubicada en la parte norte del edificio, presenta un considerable número de árboles, generadores de humedad y que disminuyen parcialmente algunos de los efectos generadores de calor que origina el intenso tráfico donde se localiza el Observatorio.

CAPÍTULO III

OPERACIÓN DE UN OBSERVATORIO

GENERALIDADES

3.1 Establecimiento de un observatorio

3.1.1 Antecedentes

Es difícil precisar a partir de que fecha la ciencia hoy llamada Climatología se dedica al conocimiento de los hechos meteorológicos. "En sus orígenes, hasta el siglo XVI, influyeron las creencias religiosas y la astrología, porque esa rama carecía (...) de todo carácter científico. En el siglo XVII, se inicia una importante evolución, estimulada por los grandes descubrimientos geográficos de finales del siglo XV y por la aparición de la Nueva Física (descubrimiento, por Huygens, del punto de congelación y del punto de ebullición del agua, investigaciones de Fahrenheit sobre la sobrefusión, observaciones barométricas en el Puy de Dome por Pascal y Descartes, ley de los gases de Dalton, etc.)". (Durand-Dastés, François. 1972).

El descubrimiento de aparatos de medida tales como el "higrómetro de Fernando II de Toscana; termómetro Florentín, el meteorógrafo de Wren, el higrómetro de cabello de De Desaussire, el anemómetro de Woltman, etc, así como las escalas termométricas de Huygens, de Fahrenheit, de Réaumur y de Celsius, llevó consigo la aparición de la disciplina". (Durand-Dastés, François. 1972).

La contribución más importante con relación a la ciencia meteorológica, y

posteriormente a la Climatológica, se debe a "Quetelet, primer director del Observatorio de Bélgica, quien, como presidente de la Primera Conferencia Meteorológica Internacional, fue uno de los promotores de la organización de un sistema de observación meteorológica sobre los mares. Esta conferencia constituyó uno de los acontecimientos más importantes a nivel internacional y marcó el principio de la cooperación efectiva en este dominio, cooperación que no cesa de desarrollarse después de la creación de la O.M.I. (Organización Meteorológica Internacional), establecida en 1878, sustituida en sus funciones por la O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial), organismo intergubernamental, cuya finalidad es el facilitar la cooperación mundial acerca del establecimiento de la red de estaciones de observación, impulsar la instalación de centros meteorológicos y la normalización de las observaciones meteorológicas, así como su publicación". (Durand-Dastés, François. (1972), pp. 12-14).

3.2 Creación del Observatorio Central

En el caso de México, existen escritos que no mencionan una normatividad establecida para el emplazamiento de un observatorio, pero dan a conocer algunas de las condiciones que favorecerían la obtención de resultados en las observaciones y el manejo de los instrumentos para recabar datos con menor grado de error.

En nuestro país, la actividad meteorológica dio inicio en el año de 1877, de manera sistemática, con la recopilación de los datos de algunos parámetros meteorológicos, cuando se instala el Observatorio Central en el centro de la Ciudad de México caracterizado por su emplazamiento que se efectuó con base en una normatividad científica, en relación a instrumentos y actividades.

Es importante recordar el primer emplazamiento y cómo se llevó a cabo, pues éste sirvió de referencia para la instalación de otros observatorios, además de considerar, que a pesar de la poca tecnología existente en ese tiempo, se contaba con una organización que implicaba un buen funcionamiento y resultados de actividades no poco trascendentes.

Para lo anterior, cabe señalar los datos que nos proporciona el primer director del Servicio Meteorológico: Mariano Bárcena, que en forma detallada nos expresa el emplazamiento y funciones en su informe de actividades que realizó en el año de 1904, donde proporciona detalles de las condiciones que prevalecían en ese momento, tanto dentro como en el entorno del sitio. Lo escrito en dicho informe es un antecedente de la actual organización en las redes de observación en superficie del territorio mexicano, con que cuenta el Servicio Meteorológico Nacional.

Entre otras cosas que se consideraron en el primer emplazamiento, se encuentran:

- El personal que debería trabajar en la oficina, las labores que debería realizar y algunas cuestiones sobre los instrumentos meteorológicos. Desde su fundación, existía cierta normatividad en la conformación de la planilla de trabajo, al respecto indicaba que el observatorio presentaba el siguiente personal:

"Un director, un primer observador, con el grado de subdirector; un segundo observador; cuatro observadores auxiliares; un telegrafista, etc.

Estos cargos los desempeñaban los Sres. Mariano Bárcena, Miguel Pérez, José Zendejas, Francisco Toro, Juan Orozco Berra, Joaquin Davis, Rafael Aguilar y Luis Beltrán.

Los seis primeros eran de planta, conforme la ley de presupuestos, y los dos últimos los ha añadido la Secretaría de Fomento, atendiendo a las necesidades de la oficina. Incluso el Director, toma parte en las observaciones horarias y demás labores de oficina, conforme a su reglamento económico". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 6).

Entre las actividades de la oficina se encontraban:

1. "Observación directa de los diversos instrumentos meteorológicos, hora a hora, de día y de noche, para lo cual hacen guardias alternativas el Director y los demás empleados del Observatorio.

2. Cálculo, discusión, arreglo y publicación de los datos obtenidos: formación de memorias especiales sobre diversos ramos de la Meteorología y aplicaciones a las otras ciencias.

3. Recolección de datos remitidos por los colaboradores del Observatorio: arreglo,

publicación y discusión de los mismos datos.

4. Trabajos administrativos, comprendiendo el régimen interno de la Oficina y sus relaciones con los corresponsales del país y del extranjero.

5. Observación periódica del estado de los campos, para señalar las relaciones entre los fenómenos atmosféricos y los de la vida vegetal".

Con relación a los trabajos de observación se tiene que:

"Conforme al programa del Observatorio desde el día de su fundación, 6 de Marzo de 1877, se han hecho observaciones horarias de termómetro, psicrómetro, barómetro, anemoscopio, anemómetro, cianómetro, ozonómetro y del estado del cielo". (Bárcena Mariano, (1904), p. 7).

En cuanto a los instrumentos, Bárcena expone que "a pesar que el Observatorio posee algunos instrumentos automáticos, prefiere la observación horaria personal", y utilizarla como término de comparación, según se usa en los observatorios de primer orden por la confianza que tales anotaciones tienen". Esta afirmación es muy importante y se debe seguir para justificar que es una de las razones para llevar a cabo las comparaciones.

El Observatorio realizaba observaciones de diversos tipos y utilidad en las investigaciones físicas, algunas de ellas eran "los cambios horarios de la temperatura del agua, la observación del psicrómetro a la intemperie, las observaciones barométricas cada cuarto de hora, al acercarse las horas trópicas; el estudio de los polvos atmosféricos; la micrografía aplicada a los mismos". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 7).

Se dedicaba también a los cálculos, discusión, arreglo y publicación de los datos anotados. Los cálculos se practicaban a medida que se iban anotando las observaciones; así se determinaban la humedad relativa, la tensión del vapor, las reducciones de la altura barométrica, los promedios, etc.

La formación de memorias especiales sobre determinados ramos de la Meteorología y sus aplicaciones se encomendaba a todos los miembros del Observatorio. El Director escribía los informes anuales de la Oficina, dirigía y formaba en gran parte el Anuario del Observatorio, estudiaba, entre otros temas, la sismografía, la pluviometría así como el estudio de la previsión del tiempo. Mientras que uno de los observadores se ocupaba de los estudios de magnetismo, de barometría, de termometría y de anemometría, otro de los observadores

auxiliares, "el Sr. Toro, lleva un diario de todos los fenómenos accidentales. El auxiliar: Sr. Orozco y Berra, se ocupa de las relaciones entre la Meteorología y la Higiene pública". (Bárcena Mariano, (1904), p. 8).

Según Bárcena, el Observatorio Central era una oficina de primer orden, pues en ella se observaban los datos atmosféricos en cada hora; y además colectaban, discutían y publicaban los de otras oficinas. También proporcionaba y publicaba oportunamente los datos que reunía sobre la Meteorología y sus aplicaciones.

Observatorio Meteorológico Central de México.

Datos correspondientes al día 7 de junio de 1915.

Temperatura. A la intemperie: media, 17.5; máxima, 21.5; mínima, 13.0; oscilación, 21.5. A la sombra: media, 18.1; máxima, 22.2; mínima, 13.9; oscilación, 14.9.
Humedad relativa por ciento: media, 64; máxima, 69; mínima, 51; oscilación, 68.
Presión barométrica reducida a 0° centígrados: media, 308.62; máxima, 307.13; mínima, 308.53; oscilación, 1.02.
Viento: Dirección dominante NE.; velocidad media en metros por segundo, 1.6; velocidad máxima en metros por segundo, 3.9; dirección del viento de velocidad máxima, N.
Nebulosidad media en décimas de la bóveda celeste, 7; evaporación a la intemperie en milímetros de altura, 1.92; lluvia en milímetros de altura, 14.86; Ocaso (cantidad media), 1.8.

Datos correspondientes al día 9 de junio de 1915.

Temperatura. A la intemperie: media, 16.8; máxima, 20.1; mínima, 12.4; oscilación, 16.7. A la sombra: media, 17.3; máxima, 21.0; mínima, 14.8; oscilación, 4.2.
Humedad relativa por ciento: media, 64; máxima, 77; mínima, 57; oscilación, 69.
Presión barométrica reducida a 0° centígrados: media, 307.28; máxima, 308.00; mínima, 306.02; oscilación, 3.57.
Viento: Dirección dominante N.; velocidad media, en metros por segundo, 1.8; velocidad máxima en metros por segundo, 3.8; dirección del viento de velocidad máxima, N.
Nebulosidad media en décimas de la bóveda celeste, 8; evaporación a la intemperie en milímetros de altura, 3.27; lluvia en milímetros de altura, 0.0; Ocaso (cantidad media), 1.2.

Observatorio Meteorológico Central de México.

Datos correspondientes al día 14 de junio de 1915.

Temperatura. A la intemperie: media, 20.2; máxima, 26.2; mínima, 12.0; oscilación, 18.5. A la sombra: media, 19.4; máxima, 25.2; mínima, 10.0; oscilación, 11.2.
Humedad relativa por ciento: media, 45; máxima, 78; mínima, 12; oscilación, 61.
Presión barométrica reducida a 0° centígrados: media, 307.64; máxima, 308.22; mínima, 306.91; oscilación, 1.07.
Viento: Dirección dominante N.; velocidad media en metros por segundo, 1.8; velocidad máxima en metros por segundo, 3.6; dirección del viento de velocidad máxima, N.NE.
Nebulosidad media en décimas de la bóveda celeste, 2; evaporación a la intemperie en milímetros de altura, 10.57; lluvia en milímetros de altura, 0.0; Ocaso (cantidad media), 1.4.

Observatorio Meteorológico Central de México.

Datos correspondientes al día 11 de junio de 1915.

Temperatura. A la intemperie: media, 18.2; máxima, 21.6; mínima, 10.2; oscilación, 21.6. A la sombra: media, 19.0; máxima, 23.3; mínima, 12.0; oscilación, 13.2.
Humedad relativa por ciento: media, 60; máxima, 84; mínima, 31; oscilación, 53.
Presión barométrica reducida a 0° centígrados: media, 308.58; máxima, 307.01; mínima, 308.49; oscilación, 1.02.
Viento: Dirección dominante NE.; velocidad media en metros por segundo, 2.0; velocidad máxima en metros por segundo, 6.8; dirección del viento de velocidad máxima, NE.
Nebulosidad media en décimas de la bóveda celeste, 4; evaporación a la intemperie en milímetros de altura, 6.60; lluvia en milímetros de altura, 4.23; Ocaso (cantidad media), 1.3.

Observatorio Meteorológico Central de México.

Datos correspondientes al día 16 de junio de 1915.

Temperatura. A la intemperie: media, 19.0; máxima, 26.0; mínima, 9.8; oscilación, 26.9. A la sombra: media, 18.4; máxima, 23.4; mínima, 13.3; oscilación, 13.2.
Humedad relativa por ciento: media, 62; máxima, 64; mínima, 18; oscilación, 49.
Presión barométrica reducida a 0° centígrados: media, 308.10; máxima, 308.22; mínima, 306.62; oscilación, 1.02.
Viento: Dirección dominante N.; velocidad media en metros por segundo, 2.0; velocidad máxima en metros por segundo, 7.5; dirección del viento de velocidad máxima, N.NE.
Nebulosidad media en décimas de la bóveda celeste, 4; evaporación a la intemperie en milímetros de altura, 6.60; lluvia en milímetros de altura, 0.0; Ocaso (cantidad media), 1.4.

Datos que publica el Observatorio en el Diario Oficial de 1915

Ejemplo: Diario oficial de 1915.

Las relaciones que guardaban con otras instituciones eran importantes y al respecto mencionaba que era "satisfactorio para la oficina (la relación ...) dentro y fuera de la República, pues el país cuenta con numerosos corresponsales que le proporcionan datos científicos, y en el exterior en relación con las principales instituciones de todo el mundo." (Bárcena Mariano. (1904), p. 10).

3.3 Establecimiento de un Observatorio de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Por definición, un Observatorio, en México, es un sitio con ciertas características propias que lo hacían un lugar científico y que se ha puesto para servicio de la población.

3.3.1 Actividades de un observatorio

La actividad elemental en cualquier observatorio es realizar observaciones horarias de los parámetros meteorológicos que se presentan en la atmósfera, de manera horaria y llevar un registro y control de los datos que se recopilan, así como dar la información de las mediciones a todos aquellos interesados en ella, sea vía telefónica o personalmente.

Ya antes se indicó que fue Bárcena quien primero apuntó los puntos básicos en relación a un observatorio, tales como: la organización, una primera clasificación de estaciones, administración y además da un papel específico al Observatorio Central dentro de las actividades meteorológicas nacionales.

El Observatorio, presentaba características muy particulares, entre las que se mencionan, "El Observatorio Meteorológico se está organizando de manera que conste de tantas secciones oficiales como Estados y Territorios tiene la República, es decir, de 31 secciones oficiales, además, de tener otras establecidas por particulares o asociaciones que se

incorporen al servicio oficial". (Bárcena Mariano. (1904), s/p).

Las secciones de los Estados se sujetan a las instrucciones dadas sobre el particular por el Observatorio Meteorológico Magnético Central de México, que se reconoce como la Oficina Central del Servicio Meteorológico del país, tanto con respecto a la elección de los instrumentos como a su instalación, a la manera de observarlos, a las horas de realizar la observación así como la manera de anotar y transmitir las observaciones.

Existían dos tipos de estaciones, las meteorológicas y las termopluviométricas. Las segundas se dividían en "estaciones termopluviométricas especiales y en estaciones de 1ª y de 2ª clase; estas últimas hacen más que dos observaciones al día, una en la mañana y otra por la tarde y las especiales, que son las que pueden hacer más de dos observaciones diariamente simultáneas entre ellas". (El Servicio Meteorológico de la República Mexicana. (1904), pp. 5-7).

Por otro lado, agrega que las "estaciones Meteorológicas, que son las destinadas principalmente a suministrar datos para la formación de las cartas diarias del tiempo, se dividen también en Estaciones de 1ª y de 2ª clase". (El Servicio Meteorológico de la República Mexicana. (1904), pp. 5-7).

Con respecto al equipamiento, los instrumentos con que se dotaban a las Estaciones Meteorológicas de primera clase, eran "1 barómetro de Renou, de cubeta ancha y escala compensada, construido por Tonnelot, termómetro de máxima de estrangulación de Negretti, termómetro de mínima de sistema Rutherford, psicrómetro, veleta, anemómetro del sistema del Dr. Robinson, anemómetro veleta registrador, pluviómetro de 226 milímetros de abertura, heliofanógrafo o heliógrafo, espejo de nubes o nefoscopio simple de Marie Davy, nefómetro".

A las Estaciones Meteorológicas de segunda clase debían contener los instrumentos siguientes:

"aneroide comparado periódicamente, psicrómetro, termómetrografo de Bellani, veleta; pero pueden tener anemómetro y otros instrumentos, siendo la sustitución del barómetro de mercurio por el aneroide lo que caracteriza principalmente a estas estaciones de las meteorológicas de primera clase".

Los Observatorios u Oficinas Centrales constan además de los instrumentos de las

Estaciones Meteorológicas de 1ª clase, con otros instrumentos necesarios para hacer observaciones tanto de abrigo como a la intemperie; que les permiten observar la evaporación, el ozono, la electricidad atmosférica y la temperatura del suelo y del agua cuando están establecidos a orillas del mar o de algún lago o río. Pueden, además, tener toda clase de instrumentos registradores y los necesarios para estudios especiales

Dentro de la estructura de un Observatorio, donde se realizan observaciones, es importante, el emplazamiento y condiciones de sitio además de los instrumentos que lo conforman, ya que son la base de los datos que ahí se acumulan.

La Organización Meteorológica Mundial, a través de sus normatividades, establece los requerimientos de una estación meteorológica o bien en su caso un observatorio, ya que como anteriormente se mencionó, este último se diferencia por la medición de otros parámetros meteorológicos así como por tener la función de centro receptor de información que se transmite de su red de estaciones.

Se tienen antecedentes en relación a características que deberían de ser cumplidas para que las estaciones meteorológicas funcionaran de manera correcta; como es el caso de la organización de los observatorios y estaciones meteorológicas que menciona Bárcena en su informe que realizó en 1904.

La elección y comparación de los instrumentos fue vital para la realización de las observaciones; él lo manifiesta al decir que "la elección de los instrumentos para las Estaciones se hace por el Observatorio Meteorológico Central de México, en donde se comparan y se les anotan sus correcciones antes de emitirlos a su destino". Se habla que "cada año los Inspectores del Servicio visitarán estas estaciones y rectificarán con instrumentos comparadores, las comparaciones de los suyos", se cita la existencia de instrumentos patrón, que son aquéllos que se encuentran calibrados y permiten a su vez calibrar otros, y que actualmente se encuentran en el Servicio Meteorológico Nacional.

3.4 Normatividad en la instalación de una estación meteorológica (observatorio), establecida por la OMM.

Es posible que antes de la aparición de la meteorología como ciencia, los seres humanos

podían observar en forma poco sistemática, y por lo tanto en cualquier momento y espacio, los fenómenos que se suscitaban en la superficie terrestre así como en la atmósfera, sin tener la necesidad de herramientas para hacerlo, tales como instrumentos, aparatos e inclusive un espacio específico para llevarlo a cabo, además de buscar la forma de que su equipamiento no sufriera un deterioro considerable, y se presentara un buen acondicionamiento para sus instrumentos. En las circunstancias anteriores, el estudio y conocimiento de las características geográficas físicas del lugar son un punto clave, junto con el factor humano, para el buen funcionamiento de una estación meteorológica o climatológica.

Nuevamente es Mariano Bárcena quien habla por vez primera de un equipamiento para este tipo de espacios dedicados a la actividad meteorológica y de cierta normatividad para su manejo, al declarar que "la instalación de los instrumentos se hace conforme a las instrucciones para las Estaciones Meteorológicas y para las estaciones Termopluiométricas publicadas por el Observatorio Central, a saber: el barómetro se instala en una pieza aireada, en lugar en que esté cubierto de corrientes de aire, entre una caja prismática triangular susceptible de abrirse; el psicrómetro y los termómetros de máxima y de mínima que deben observarse al abrigo se colocan entre un cuarto doble de madera, de doble techo y dobles paredes de persianas, de un metro cuadrado de la sección interior. Este abrigo, construido de mayores dimensiones, u otros construidos de mampostería y persianas de madera con la propiedad esencial de ser de doble techo y de dobles paredes de persianas inclinadas en dirección perpendicular las interiores respecto a las externas, y de ser éstas últimas más anchas y separadas que las primeras, pero sin que por ellas pueda pasar ni un rayo de sol aun cuando esté dicho astro en el horizonte, son los adoptados para los observatorios, en donde además de los instrumentos de lectura directa de las Estaciones Meteorológicas deben ponerse entre ellos el termómetro, el psicrómetro e higrómetro registradores y los evaporómetros de lectura directa y registrador. Estos abrigos, en los lugares que es posible, se colocan de toda preferencia en el centro de un campo de observación cuya superficie esté cubierta por zacate o grama; pero en la generalidad de los casos están sobre azotea y rodeados de cajones con tierra y pasto para evitar las reflexiones directas de las partes inmediatas del suelo". (El Servicio Meteorológico de la República Mexicana. (1904), pp. 17-20).

Un detalle importante es el que las garitas que contenían los termómetros y otros instrumentos debían estar orientadas hacia el "norte" para que recibieran directamente el efecto de los vientos.

El pluviómetro y el evaporómetro de la intemperie se deben instalar a un metro o metro y medio de distancia uno de otro, en el mismo plano horizontal, a una altura de un metro aproximadamente del piso, y en un lugar donde no tengan abrigo de ninguna clase en ninguna dirección.

El anemómetro y la veleta se deben instalar siempre sobre el techo del edificio a la altura necesaria para recibir libremente en cualquier dirección la acción del viento.

El nefómetro y el nefoscopio se deben colocar en un lugar en que haya visibilidad en todo el cielo, y el heliógrafo en un poste, de tal manera que reciba en todo momento los rayos directos del sol desde la puesta hasta el ocaso.

Existe hasta el momento, una serie de normatividades establecidas por la Organización Meteorológica Mundial para las actividades que debe realizar la red de estaciones con carácter meteorológico, así, como la forma de llevarlas a cabo, considerando que parte de esta red la conforman los observatorios.

Entre los requerimientos en la instalación de una estación u observatorio dados por la O.M.M., en la Guía de Instrumentos (1990), se señalan en el siguiente apartado.

3.4.1 La instalación de un observatorio

En un observatorio, se realizan, de acuerdo a la normatividad, observaciones donde se consideran los elementos en las observaciones sinópticas, que son las que realizan los observatorios, o en una estación terrestre principal, y que según el reglamento de la Organización Meteorológica Mundial, son: "a) tiempo presente, b) tiempo pasado, c) dirección y velocidad del viento, d) nubosidad, e) tipo de nubes, f) altura de la base de las nubes, g) visibilidad, h) temperatura, i) humedad, j) presión atmosférica, junto con observaciones de los siguientes elementos, según determinen las resoluciones de las Asociaciones Regionales; k) tendencia, l) características de la tendencia de la presión, m) temperaturas extremas, n) cantidad de precipitación, o) estado del suelo, p) dirección del

movimiento de las nubes, q) fenómenos especiales". (Reglamento Técnico. Volumen I. (1984), s/p).

La Organización Meteorológica Mundial presenta una serie de requerimientos que deben ser ejecutados al establecer una estación meteorológica o un observatorio; tales recomendaciones permiten el buen funcionamiento de la estación así como obtener datos de buena calidad y mayor grado de confiabilidad.

3.4.1.1 Instrumental meteorológico

Para llevar a efecto las actividades en un observatorio o bien en otro tipo de estaciones dedicadas a las observaciones meteorológicas, se requiere de un instrumental meteorológico básico.

Se distinguen dos tipos fundamentales de instrumentos con que puede contar un observatorio:

- a) De lectura directa.*
- b) De registro.*

"Los instrumentos de lectura directa están basados en la alteración que sufre un elemento sensible cuando interviene un elemento meteorológico". Es decir, existe una reacción o un cambio en el instrumento después de ser afectado por algún elemento. (Arteaga Ramírez, Ramón y Romo González, José R. (1983), pp. 42-43).

Los instrumentos de registro, se conforman por tres partes.

- a) Elemento sensible: éste "se altera, en su forma o en sus características físicas, cuando interviene un elemento meteorológico".*
- b) Elemento transmisor-amplificador: el cual "tiene la función de ampliar y transmitir, al elemento registrador, la alteración del elemento sensible, de tal forma que dicha alteración se visualice como un cambio en longitud o en un ángulo."*
- c) Elemento registrador, "provisto de un mecanismo de relojería que permite imprimir en una gráfica o banda de papel, una sucesión de puntos representativos de las alteraciones del elemento sensible; al ser éstas continuas, la sucesión de puntos constituye una línea que*

representa las variaciones experimentadas por el elemento meteorológico en un tiempo determinado". (Arteaga Ramírez, Ramón y Romo González, José R. (1983), p. 43).

La Organización Meteorológica Mundial menciona que el equipo instrumental esencial de una estación climatológica normal o de una estación de la red sinóptica es el siguiente:

Termómetros, seco y húmedo (o higrómetro para temperaturas muy bajas), termómetros de máxima y mínima, garita termométrica, pluviómetro.

Otros instrumentos elementales para una estación sinóptica y convenientes en una estación meteorológica son:

Barómetro, barógrafo, anemómetro o anemógrafo, veleta.

En cuanto al equipamiento de un observatorio, es conveniente hacer notar que después de Bárcena, fueron las circulares editadas por la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos en 1924 y 1925, las que dan a conocer la situación del observatorio ya que existían pocos autores que mencionaban dentro de la Meteorología y Climatología los rasgos importantes que lo conformaban, pues sólo daban a conocer a las estaciones meteorológicas, climatológicas y sus tipos, pero no tomaban en cuenta que el Observatorio merecía un apartado individual, ya que fungía como centro de recopilación e información meteorológica con observaciones más profundas (completas), pues éstas abarcaban un número mayor de fenómenos atmosféricos, así como un mayor equipamiento en su estructura.

De acuerdo a opiniones recolectadas dentro del Servicio Meteorológico Nacional, en función de las condiciones de instalación así como de equipamiento de un observatorio, especialistas en Meteorología, geógrafos, entre otros, comentaron al respecto que los requerimientos para establecer un observatorio, son los mismos que la O.M.M. establece para las estaciones meteorológicas de tipo sinóptico, pero, como se ha mencionado, éste posee características muy particulares que se abordarán más adelante, así como otros instrumentos que lo diferencian de cualquier tipo de estación.

Según la O.M.M., un observatorio puede presentar otro tipo de instrumentos tales como:

Termógrafo, higrógrafo, heliógrafo, termómetros del suelo, radiómetros, medidores cualitativos del punto de rocío, telémetro de nubes, pluviógrafo, termómetro de mínima sobre hierba, termómetros de temperatura del agua y registradores (cuando proceda), evaporímetros, etcétera.

Habría que agregar que por lo general los observatorios han captado en forma paulatina el avance tecnológico del momento, y desde 1986, a partir de la modernización del servicio, algunos cuentan con estaciones meteorológicas automáticas en su estructura, lo cual les permite tener un medio de apoyo y comparación en sus observaciones que realizan de manera tradicional a través de un observador.

3.4.1.2 Emplazamiento de los instrumentos en un observatorio

Un aspecto a considerar al establecer un observatorio, o bien una estación meteorológica, es el emplazamiento de cada uno de los instrumentos, pues cada uno requiere de ciertas condiciones ambientales para tener un buen funcionamiento.

De acuerdo con las normas establecidas por la OMM, relacionadas a la exposición, algunos de los instrumentos meteorológicos se indica que la exposición de cada uno constituye un factor significativo debido a que son varios los puntos de observación, y lo que implica que en un momento dado los datos que se obtengan en cada uno de ellos puedan ser comparables entre sí y con otras estaciones, por lo tanto, se requiere que las condiciones de emplazamiento sean similares. Se establece que para instalar un observatorio o bien una estación, se tiene que tomar en cuenta la pendiente del terreno, y se indica que debe ser una parcela de terreno llano, cubierto de hierba baja, y de unos nueve metros por seis, pues ésta resulta satisfactoria para los instrumentos que han de medir la temperatura y humedad ambientes, siempre que esté adecuadamente situada. Debe estar fuera de la influencia inmediata de árboles y edificios, y en una posición tal que constituya una buena representación de las condiciones colindantes. En lo posible, la estación no debe estar situada sobre o cerca de laderas muy inclinadas, crestas, acantilados o depresiones. También se debe evitar la proximidad inmediata de grandes edificios. En algunas ocasiones existen excepciones para los elementos que conforman el equipamiento, como es el caso de los instrumentos de medida de la precipitación, que requieren una distribución adecuada de árboles o arbustos similares que actúen como pantalla contra el viento sin crear turbulencias perjudiciales. Una de las

características, es según la OMM, que un observatorio abarque un área de influencia con un radio de 40 a 50 km, y hay que considerar que este realiza el manejo de datos de carácter meteorológico y posteriormente climático.

Los tipos de instrumentos que deban utilizarse, así como sus características y los métodos empleados, son importantes para la presentación y transmisión de los valores de los parámetros medidos. Los instrumentos meteorológicos deben presentar un emplazamiento, utilización y mantenimiento, que sea conforme a las prácticas, procedimientos y especificaciones recomendados por la O.M.M., y a cada país miembro, corresponde adoptar las medidas pertinentes para la inspección de sus estaciones a intervalos de tiempo frecuentes para conseguir mantener un nivel de calidad en las observaciones, y asegurarse que los instrumentos y sus indicadores funcionen correctamente, comprobando si la exposición de esos instrumentos se ha alterado de modo significativo.

Cada parámetro meteorológico a pesar de estar correlacionado con el conjunto que integra la atmósfera, se debe tratar por separado, así, también se hace necesario establecer un acondicionamiento y emplazamiento de los instrumentos que miden y registran dicho parámetro; debido a ello, la OMM, plantea algunas normas en función de las necesidades y requerimientos de cada instrumento que mide y registra el fenómeno atmosférico y argumenta que algunos factores y elementos del clima pueden repercutir de manera importante en este elemento, su registro u observación.

Las normas técnicas a seguir en el establecimiento de los aparatos que miden la temperatura son:

En la exposición de los termómetros "(aparatos meteorológicos con los que se indica la dilatación térmica y el cambio de resistencia eléctrica con la temperatura)". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p.).

También se menciona que la importancia que tiene la radiación a nivel general, es que representa un factor que determina las características del comportamiento de la temperatura (variación durante un corto o largo periodo de tiempo).

Dicha "radiación procedente del sol, las nubes, el terreno y otros objetos circundantes pasa a través del aire sin cambio apreciable de temperatura, mientras que un termómetro expuesto libremente a la intemperie puede absorber considerable radiación. Como

consecuencia de ello, su temperatura puede diferir de la temperatura verdadera del aire, dependiendo esta diferencia de la intensidad de la radiación y de la relación que existe entre la radiación absorbida y el calor disipado. Para algunos elementos termométricos, tales como el fino alambre utilizado en un termómetro de resistencia descubierta, la diferencia puede ser muy pequeña e incluso despreciable, pero en la mayoría de los termómetros operativos más usuales la diferencia puede ser de hasta 25 °C en condiciones extremadamente desfavorables. En consecuencia, es necesario proteger el termómetro de la radiación mediante una garita o pantalla que sirva de soporte al termómetro y también que le proteja de la precipitación, permitiendo, al mismo tiempo, la libre circulación del aire a su alrededor e impidiendo cualquier daño accidental". (Organización Meteorológica Nacional. (1990), s/p).

Para la protección de estos instrumentos, la O.M.M., indica la siguiente normatividad al momento de trabajar con tales instrumentos (termómetros), la cual señala que "las garitas termométricas o bien llamadas abrigo meteorológico para instrumentos, son las que protegen a los termómetros que miden la temperatura".

3.5 Garitas termométricas

Por definición, una garita termométrica o abrigo meteorológico es la "estructura destinada a proteger ciertos instrumentos de la radiación y las intemperies, consiguiendo al mismo tiempo una ventilación adecuada". (Vocabulario Meteorológico Internacional. O.M.M. (1992), s/p).

Las diversas variedades de garitas con paredes de celosía se fundan en la ventilación natural.

Al diseñar una garita, debe hacerse lo posible para que constituya un recinto de temperatura uniforme igual a la del aire exterior.

La garita tiene que rodear completamente a los termómetros e impedir que entre el calor radiante y la precipitación.

Las paredes deberán ser preferentemente de doble celosía en forma de persiana, y el piso

estar hecho de listones dispuestos en dos niveles alternados, aunque existen también otros tipos de construcción que satisfacen los requisitos citados.

La cubierta tiene que mantener una doble capa, con un espacio de ventilación entre ambas.

El tamaño y construcción de la garita debe mantener la capacidad de acumulación de calor lo más baja posible y, al mismo tiempo, que permita un amplio espacio entre los instrumentos y las paredes. Esta última característica excluye toda posibilidad de contacto directo de los sensores del termómetro con las paredes.

Tratar de evitar el contacto directo entre los sensores y el soporte donde están montados los termómetros.

La garita deberá estar pintada por fuera y por dentro de color blanco, con una pintura no higroscópica.

También de acuerdo a la O.M.M., cuando las paredes de la garita son dobles, el aire comprendido entre ambas capas sirve para reducir la cantidad de calor que de otro modo pasaría de la pared exterior hasta el recinto interior, especialmente con fuerte sol.

Cuando el viento es apreciable, el aire que hay entre las paredes cambia continuamente, y por lo tanto la transmisión de calor hacia adentro procedente de las paredes exteriores disminuye todavía más.

"La libre circulación del aire a través de toda la garita contribuye a que la temperatura de la pared interior se adapte a los cambios del aire ambiente. Por otra parte, la libre circulación del aire dentro de la garita permite que el termómetro siga los cambios del aire ambiente con mayor rapidez que si actuaran únicamente los intercambios de radiación. Sin embargo, el aire que circula a través de la garita permanece algún tiempo en contacto con las paredes exteriores y, por lo consiguiente, puede allí alterar su temperatura. El efecto antes mencionado resulta apreciable cuando el viento débil y la temperatura de la pared externa es muy distinta de la temperatura del aire. Por tanto, cabe esperar que la temperatura de la garita sea superior a la verdadera temperatura del aire en un día de fuerte sol y de calma, y ligeramente inferior en una noche despejada y en calma, con errores que quizá lleguen a +2.5 °C y -0.5 °C respectivamente, en casos extremos. Se pueden introducir errores adicionales por enfriamiento debido a la evaporación procedente de una garita mojada después de la lluvia. Todos estos errores ejercen además una influencia directa en

las lecturas de otros instrumentos instalados dentro de la garita, tales como los higrómetros".

"La temperatura observada debe ser representativa de las condiciones del aire libre en la zona lo más amplia posible en los alrededores de la estación, a la altura comprendida entre 1,25 y 2,00 metros por encima del nivel del terreno; hecho importante en el trabajo meteorológico. Para el emplazamiento de la garita, se especifica la altura sobre el nivel del terreno debido a los grandes gradientes verticales de temperatura que pueden existir en las capas más bajas de la atmósfera". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

De acuerdo con lo anterior, el mejor emplazamiento para la garita y los termómetros es el siguiente:

- 1) Por encima del nivel del terreno;**
- 2) Con libre exposición al sol y al viento y no abrigada por árboles, edificios u otras obstrucciones próximas.**
- 3) Se debe evitar el emplazamiento en una ladera muy inclinada o en una oquedad, lugares que sólo deben utilizarse en condiciones excepcionales.**

La Geografía del lugar donde se establezca una estación o bien un observatorio, es sumamente importante, ya que de acuerdo a ella será el comportamiento de la dinámica atmosférica. La O.M.M., manifiesta en su documento técnico, que se deben retomar las características geográficas, y al respecto, hace ciertas observaciones básicas para el buen funcionamiento de la estación, tales como:

a) "En pequeñas poblaciones y grandes ciudades cabe esperar que las peculiaridades locales sean más acentuadas que en los distritos rurales.

b) Las observaciones de temperatura en la terraza de los edificios son de dudosa significación y utilidad debido al variable gradiente vertical de temperatura y al efecto que el edificio mismo ejerce en la distribución de dicha temperatura".

Un requisito más para el emplazamiento de una garita es el que sólo necesita una puerta, situada de tal modo que el sol no llegue a los termómetros cuando dicha puerta se abra al momento de la observación.

Respecto al material de construcción para una garita, la mayoría de ellas están hechas de madera, sin embargo, recientes diseños utilizan materiales plásticos que ofrecen mayor

protección contra la radiación, debido a la nueva forma de sus celosías en persiana que permite una mejor circulación del flujo del aire. Tanto la garita como su soporte deben estar contruidos con materiales robustos y firmemente instalados, de modo que se reduzcan al mínimo los errores de las lecturas de los termómetros de máxima y de mínima causados por la vibración del viento. En algunas zonas, donde la vibración del viento no puede ser completamente amortiguada, se recomienda la utilización de soportes elásticos en forma de escuadra para el montaje.

Una nota importante es en relación al tipo de terreno, ya que si está situado por debajo de la garita debe estar sembrado de hierba o bien, si la hierba no crece, debe ser la misma superficie natural que haya en toda la zona.

La garita debe mantenerse limpia y volverse a pintar periódicamente; en muchos lugares basta pintar la garita cada dos años, pero en las regiones afectadas por la contaminación atmosférica puede ser necesario hacerlo todos los años.

Un medio para reducir los errores causados por una ventilación insuficiente es el utilizar la ventilación artificial en las estaciones sinópticas, especialmente para los termómetros eléctricos que no exigen una garita espaciosa.

Cuando se recurre a una ventilación artificial, mediante un ventilador eléctrico, se debe procurar impedir que llegue a los termómetros el calor procedente del motor y del ventilador.

Si se aplica en forma correcta, esta ventilación artificial reduce los errores debidos a la falta de aireación.

La termometría, que trata aspectos relacionados con el funcionamiento y el uso de los termómetros, infiere algunas particularidades a considerar cuando se está trabajando con este tipo de instrumentos lo cual ayuda a obtener mejores resultados. Entre algunas de las cualidades a considerar como lo es:

a) Tiempo de respuesta de los termómetros

No es conveniente utilizar termómetros con muy pequeña constante de tiempo, ya que la temperatura del aire fluctua continuamente hasta un grado o dos en el espacio de unos pocos segundos y, por consiguiente, para obtener una lectura representativa con dicho termómetro sería preciso tomar el valor medio de varias lecturas, en tanto que con un termómetro de una constante mayor de tiempo demasiado larga puede haber errores al producirse cambios de

temperatura a largo plazo. Se recomienda que la constante de tiempo, que se define como el tiempo necesario para que un termómetro registre 63,2 por ciento de un cambio instantáneo de la temperatura del aire, debe estar comprendida entre 30 y 60 segundos, con una velocidad del viento de 5 m/s-1.

Existen diversos tipos de temperatura y a su vez instrumentos para realizarlas. Así tenemos que las mediciones más comunes tanto en un observatorio como una estación climatológica o meteorológica, pueden ser:

Medida de la temperatura mínima de la hierba y de la temperatura del suelo-

"La temperatura mínima de la hierba es la más baja alcanzada durante la noche, por un termómetro libremente expuesto a la intemperie exactamente por encima de una hierba corta". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p). Esta se mide con un termómetro de mínima, montado en soportes adecuados, de tal modo que quede inclinado con un ángulo de aproximadamente 2° con respecto a la horizontal, estando el depósito del termómetro más bajo que el resto, a una altura comprendida entre 25 mm y 50 mm por encima del terreno y en contacto con los extremos de la hierba.

Normalmente, el termómetro se pone en la estación durante la última hora de observación que se realice antes de la puesta del sol, y su lectura se hace a la mañana siguiente. El instrumento se mantiene en una garita o dentro de una habitación durante el día. Puede ocurrir que el termómetro quede expuesto durante todo el día; con fuerte sol, esta exposición del termómetro puede hacer que el alcohol destile y se deposite en la parte alta del interior del tubo. Este efecto puede reducirse al mínimo colocando una plancha negra de metal hacia el extremo del tubo del termómetro opuesto al depósito; esta plancha absorbe más radiación y, consecuentemente, alcanza una temperatura más elevada que el resto del termómetro. Por consiguiente, cualquier vapor se condensará mucho más abajo que el extremo de la columna de alcohol.

Las profundidades normalizadas para las medidas de temperatura del suelo son: 5, 10, 20, 50 y 100 cm por debajo de la superficie; se pueden incluir otras profundidades adicionales. El lugar en que deben realizarse estas medidas es una parcela llana, aproximadamente un cuadrado de 75 cm de lado, que sea representativo de los alrededores de los cuales se requiere información. Si la superficie no es representativa del terreno que la rodea, su extensión debe

ser inferior a 100 m².

Para describir el lugar donde se realizan las medidas de temperatura del suelo, se debe tener en cuenta el tipo de suelo, la capa que lo cubre y el grado y dirección de la pendiente del terreno. Siempre que sea posible se deberán indicar las constantes físicas del suelo, tales como densidad, conductividad térmica y contenido de humedad del terreno. Se tiene que incluir el nivel de la capa freática (si está comprendida en los primeros cinco metros de profundidad) y la estructura del suelo.

Para la fabricación de los termómetros existen ciertos requisitos de construcción, que permiten conocer un poco mejor el comportamiento de los mismos.

En el caso de las observaciones habituales, de temperatura del aire, incluidas las temperaturas máximas, mínima y del termómetro húmedo, se hace uso de termómetros de líquido en tubo de vidrio. Éstos utilizan la diferencia de dilatación de un líquido puro con respecto a su recipiente de vidrio, para indicar la temperatura. La varilla del termómetro es un tubo hueco, con diámetro interior capilar, unido al depósito del termómetro; el volumen del líquido en el termómetro es tal que el depósito está lleno completamente, pero la varilla sólo está parcialmente por las temperaturas que se registran. Los cambios de volumen del líquido con respecto a su recipiente se indican mediante cambios de longitud del líquido en la varilla.

Se calibra tomando como base un termómetro patrón, se marca una escala de temperatura en la varilla, o en una escala separada, unida al termómetro.

El líquido utilizado depende de la gama de temperaturas que han de medirse; el mercurio se utiliza habitualmente para temperaturas por encima de su punto de congelación (-38,8 °C), mientras el alcohol etílico u otro líquido orgánico puro, para temperaturas más bajas. El vidrio debe ser del denominado normal, aprobado para su utilización en termómetros. El vidrio del depósito debe ser del menor espesor, compatible con una resistencia razonable, para que facilite la conducción de calor hacia el interior del depósito así como hacia el exterior. Un diámetro interior más pequeño facilita el movimiento dentro de la varilla para un cambio de temperatura dado, pero reduce la utilidad de la gama de temperatura del termómetro para determinada longitud de la varilla. El termómetro debe ser templado antes de su graduación, para reducir al mínimo los pequeños cambios que puedan presentarse en

el vidrio con el tiempo.

Existen cuatro tipos principales de construcción de termómetros meteorológicos, que son:

- a) Termómetro con montura, con la escala grabada en la varilla del termómetro;*
- b) Termómetro con montura, con la escala grabada en una banda de vidrio opalescente unida a la varilla del termómetro, dentro de una montura;*
- c) Termómetro sin montura, con las marcas de graduación sobre la varilla que llevan por detrás una lámina de metal, porcelana o madera con la numeración de la escala;*
- d) Termómetro sin montura, con la escala grabada en la varilla.*

Los tipos a y b tienen la ventaja sobre los otros dos, debido a que las marcas de sus escalas no se deterioran con el uso. En los tipos c y d, las marcas han de ser enegrecidas de vez en cuando; por otra parte, estos termómetros son más fáciles de hacer que los tipos a y b. Los a y d, tienen la ventaja de hacer menos posibles los errores de paralaje.

Cualquiera que sea el tipo de termómetro que se adopte, la montura del mismo no debe ser demasiado voluminosa, con el fin de mantener siempre baja su capacidad calorífica. Al mismo tiempo, debe ser suficientemente robusta como para resistir los riesgos normales de manipulación y transporte.

Cuando se trata de termómetros de mercurio, especialmente los de máxima, es importante que el vacío que existe encima de la columna de mercurio sea casi perfecto. Todos los termómetros deben estar graduados para su inmersión total, con excepción de los termómetros que miden la temperatura del suelo.

Es importante recordar que, independientemente del tipo de termómetro, la calidad y confiabilidad de sus mediciones y la confiabilidad de éstas son básicas pues en toda medición meteorológica debe estar implícita la precisión, ya que de ésta depende la validez e importancia de la información.

Los termómetros, como parte importante en la medición de la temperaturas, cuentan con un rango de precisión que establece la Organización Meteorológica Mundial. De acuerdo a comentarios, no resulta económico utilizar termómetros que satisfagan directamente las condiciones que especifica la OMM; en su lugar, han de utilizarse termómetros más baratos calibrados con un patrón de laboratorio, aplicando las debidas correcciones a las lecturas. También es necesario limitar el número e importancia de las correcciones con objeto de

mantener los errores residuales dentro de límites razonables.

<i>Requisitos de precisión de los termómetros</i>			
<i>Tipo de termómetro °C</i>	<i>Común</i>	<i>máxima</i>	<i>mínima</i>
<i>Amplitud de la escala</i>	<i>-39 a +45</i>	<i>-30 a +50</i>	<i>-40 a +40</i>
<i>Alcance de la calibración</i>	<i>-30 a +40</i>	<i>-30 a +50</i>	<i>-30 a +30</i>

Cuadro no. 3.1 Requisitos de precisión de los termómetros.

3.6 La presión del aire

Otro de los elementos tomados en cuenta dentro de un observatorio, e importante en cuanto a su relevancia en estudios de la dinámica atmosférica es la presión del aire, que al interpretarse o evaluarse con otros parámetros meteorológicos nos permite entender más claramente el comportamiento de la atmósfera que nos rodea.

Existen aparatos que miden en forma directa la presión del aire, es el caso de un barómetro de mercurio tipo Kew; este mide la presión atmosférica, definida como "la fuerza por unidad de superficie ejercida en dicha superficie por el peso de la atmósfera que está por encima". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p.), aparatos graduados en milímetros o pulgadas de mercurio en condiciones normales.

Los datos de presión deben ser expresados preferentemente en hectopascales, pero si se piden en otras unidades, se debe dar preferencia a las unidades de tipo antes mencionadas

para lo cual existen factores de conversión.

Para efectuar una lectura correcta, la OMM establece el método a seguir, que consiste en: leer la temperatura del termómetro que se halla adjunto al depósito de mercurio. La lectura "debe ser hecha lo más rápidamente posible, pues la temperatura del termómetro puede subir debido a la presencia del observador; golpear ligeramente el instrumento con el dedo, dos o tres veces, a fin de estabilizar la superficie del mercurio; si la luz normal no es suficiente, iluminar la pantalla o la hoja de papel blanco situado detrás del instrumento; colocar el nonio. El cursor debe ser llevado a una posición tal que su base posterior, su base anterior y el vértice del menisco de la columna de mercurio estén alineados. Cuando esta operación se realiza correctamente, se debe ver un pequeño triángulo iluminado a cada lado del menisco. Pero no se debe ver luz entre el nonio y el vértice del menisco. Hay que tener cuidado para no cometer error de paralaje en esta operación. Posteriormente se lee la escala y se registra el dato." (Compendio de Apuntes para la formación del personal meteorológico de la clase IV. O.M.M. (1976), p. 234).

La normatividad para este tipo de instrumentos está en función de su sensibilidad ante los cambios bruscos de la atmósfera. La OMM establece que "es muy importante elegir cuidadosamente el sitio donde ha de instalarse el barómetro en una estación meteorológica. Es indispensable, que el instrumento esté instalado en un sitio bien iluminado de una habitación cuya temperatura varíe poco o lentamente y que esté sólidamente colgado, en posición vertical, sin peligro de choques importantes". (Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la clase IV. OMM. (1976), p. 234).

Para proteger al barómetro contra un manejo brusco, el polvo y las corrientes de aire, se recomienda que el instrumento esté situado en una caja que disponga de una tapa con bisagra y que esté dotada de suficiente ventilación para impedir la estratificación del aire en su interior. "Un barómetro no podrá dar una lectura verdadera de la presión estática si está bajo la influencia de una racha de viento. Las lecturas fluctuarán con la velocidad y dirección del viento, dependiendo también de la magnitud de las fluctuaciones de la naturaleza de las puertas y ventanas del recinto y de su posición con respecto a la dirección del viento". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La presión depende de otros elementos meteorológicos como lo son especialmente la

temperatura y la gravedad, por lo que debe considerarse al realizar la lectura de este instrumento, para mayor confiabilidad del registro.

3.6.1 Principales fuentes de error en las mediciones de la presión

Entre las principales fuentes que determinan error en las mediciones se tienen las siguientes:

a) Efecto del viento.- El viento puede causar cambios dinámicos de presión en el recinto donde está situado el instrumento. Estas fluctuaciones se agregan a la presión estática y, cuando de trata de vientos en rachas, puede significar una magnitud de dos o tres hectopascales.

b) Incertidumbre de la temperatura del instrumento.- La temperatura indicada por el termómetro adjunto no será idéntica a la temperatura media del mercurio, de la escala y de la cubeta. Este error debe reducirse mediante la exposición favorable y la utilización de un procedimiento adecuado de observación. Hay que considerar, en este caso, la existencia de un amplio y estable gradiente vertical de temperatura dentro de una habitación, que puede causar diferencias considerables entre las temperaturas de las partes superior e inferior del barómetro. Mediante el uso de un ventilador eléctrico se puede impedir la distribución de temperatura, pero esto puede causar variaciones locales de presión, por lo tanto, el ventilador debe detenerse momentos antes de hacer la observación. En condiciones habituales, el error de la reducción de temperatura no excederá a 0,1 hPa si se han considerado las citadas precauciones.

c) Vacío imperfecto de la cámara barométrica.- Este tipo de error se aprecia cuando no existe un vacío perfecto o sólo una cantidad despreciable de gas por encima de la columna de mercurio cuando el instrumento ha sido calibrado. Cualquier cambio de este tipo causará errores en la lectura de la presión. La existencia de vapor de agua no puede ser detectada de manera como se hace para detectar el gas, ya que éste se condensa cuando el volumen de la cámara barométrica se reduce. La ley de Boyle, dice al respecto que: "el error debido al aire, y vapor de agua sin saturar contenidos en la cámara barométrica, será inversamente proporcional al volumen de dicha cámara". Se sabe que la única manera satisfactoria de

eliminar este error es mediante una calibración en toda la escala y, si el error es grande, se debe rellenar o sustituir el tubo del barómetro.

Entre otros errores, existe el de una "depresión capilar de las superficies de mercurio", en donde, la altura del menisco y con él la depresión capilar de determinado tubo puede cambiar con la contaminación del mercurio, la tendencia de la presión y posición del mismo. La OMM, recomienda que, en lo posible, la altura media del menisco, se debe observar durante la calibración original y anotarla en el certificado del barómetro. "No se deben hacer correcciones en lo que respecta a la desviación de la altura original del menisco, y esta información debe ser únicamente utilizada como indicación de la necesidad o no de revisar o calibrar el barómetro. Un cambio de 1mm en la altura del menisco (de 1,8 a 0,8 mm) puede causar un error de aproximadamente 0,5 hPa en las lecturas de presión". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Se toma en cuenta el hecho de que una gran variación del ángulo de contacto entre el mercurio y las paredes de la cubeta, en un barómetro de cubeta fija, puede causar pequeños errores, pero apreciables en la presión observada.

La precisión se ve modificada también por otro tipos de error como lo es la "falta de verticalidad" en el instrumento, ya que, de acuerdo a ésta, la presión que indique tendrá un error por exceso de 0,02 hPa aproximadamente.

En la precisión general de las lecturas de presión corregidas, la desviación típica de una sola lectura barométrica en una estación meteorológica ordinaria, deben estar comprendidas entre $\pm 0,33$ hPa. Este error sería principalmente el resultado de una incertidumbre inevitable en la corrección del instrumento, y el error se debe al efecto de bombeo sobre la superficie de mercurio. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La OMM, señala que existen otro tipo de barómetros, pero menos inseguros en comparación con el de mercurio; pero con algunas ventajas en cuanto su reducido tamaño y facilidad de transporte. (Organización Meteorológica Mundial. (1990). s/p).

"El barómetro aneróide está constituido por una cápsula metálica flexible, herméticamente cerrada, en el interior de la cual se ha hecho completa o parcialmente el vacío. Por la influencia de las variaciones de presión atmosférica, los centros de las dos membranas opuestas de la cápsula barométrica se acercan más o menos". (Compendio de

apuntes para la formación de personal meteorológico clase IV, volumen de meteorología general. (1993), p. 38).

A cualquier presión dada existirá un equilibrio entre la fuerza debida al muelle y la presión externa. La cámara anerode puede estar hecha de materiales (acero o cobre y berilio) que tengan propiedades elásticas tales que la cámara pueda actuar por si misma como un muelle.

Un barómetro de este tipo, para que dé lecturas satisfactorias, debe presentar los siguientes requisitos:

- Estar "compensado en lo que respecta a la temperatura, de modo que las lecturas no varíen más de 0,5 hPa para un cambio de temperatura de 30 °C;

- Los errores de escala en cualquier punto no exceder de $\pm 0,5$ hPa y permanecer con esta tolerancia durante un período de un año;

- La histéresis debe ser lo suficientemente pequeña como para garantizar que la diferencia de lectura antes de un cambio de presión de 50 hPa, y después de su retorno al valor original, no exceda de 0,5 hPa". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Este tipo de barómetros deben calibrarse comparándolos con los barómetros de mercurio. (Compendio de apuntes para la formación de personal meteorológico clase IV. Volumen meteorología general. (1993), p. 39).

3.6.2 Exposición y métodos de observación

Según lo establece la Organización Meteorológica Mundial, el barómetro anerode también se rige por las mismas normas utilizadas para un barómetro de mercurio; además, este instrumento debe ser leído siempre en la misma posición (vertical u horizontal), en la que ha sido calibrado. No se debe dejar de dar unos golpecitos y hacer dicha lectura con una precisión de 0,1 hPa.

En cuanto a las correcciones, este instrumento debe ser objeto de corrección instrumental, aunque ya se supone que el instrumento está bien calibrado en lo que respecta al registro de temperatura y que por lo tanto debe omitirse la corrección por gravedad. (Organización

Meteorológica Mundial. (1990), s/p.).

3.6.3 Fuentes de error del barómetro aneroides

Las causas de error en las lecturas de este instrumento se deben principalmente a la incompleta compensación de la temperatura. El debilitamiento del resorte, a consecuencia del aumento de temperatura, da como resultado que la presión indicada por el instrumento sea muy elevada.

Se pueden presentar otro tipo de errores por elasticidad, cuando el barómetro aneroides está expuesto a un amplio y rápido cambio de presión, como la que resulta cuando, por ejemplo, se producen fuertes rachas de viento, después de lo cual la presión vuelve a su valor original. En estas circunstancias, el instrumento indicará, debido a su histéresis (retraso), una lectura ligeramente distinta a la de la presión verdadera, y puede transcurrir un lapso de tiempo considerable antes de que esta diferencia pase a ser poco notable o desapercibida.

Sin embargo, en las estaciones de superficie, se encuentran los instrumentos habitualmente sujetos a dichos cambios de presión y sus errores de histéresis no son excesivos. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p.).

Para llevar a cabo la medición de la presión atmosférica, se cuenta también con otro tipo de aparato registrador, el llamado microbarógrafo, que conforma su estructura con una serie de cápsulas aneroides colocadas unas a continuación de otras, de manera que sus deformaciones se suman y comunican al estilete un movimiento vigoroso. Un sistema de palancas amplifica la dilatación o la contracción de las cápsulas. Estas deformaciones son transmitidas a un brazo, provisto, en su extremo, de una pluma que se desplaza en arco de círculo sobre una banda de papel que se coloca sobre un tambor, el cual gira al impulso de un aparato de relojería, a razón de una vuelta por semana, y así se obtiene un registro continuo de la estación atmosférica del observatorio.

3.6.4 Instalación y método de observación

Para que este aparato registrador, indique lecturas veraces, se debe instalar en un lugar protegido de los cambios bruscos de temperatura, vibraciones y suciedad. No debe estar expuesto a los rayos directos del sol. Es conveniente que se halle montado sobre un cojín de espuma de goma para reducir así el efecto de las vibraciones. La exposición debe ser tal que permita obtener una iluminación uniforme para la lectura del barógrafo, disponiendo de luz artificial para casos de necesidad.

El barógrafo se lee sin tocar el instrumento. Las marcas de la hora o cualquier inspección que exija levantar la cubierta se tiene que hacer siempre después de que haya terminado la lectura. La banda debe ser leída con una precisión de 0,1 hPa.

En este aparato de registro, además de los citados errores, deben cuidarse los de la fricción de la plumilla y del papel. El control de la plumilla depende de la sección transversal útil del aneroides. En el barógrafo bien construido, la fricción de la plumilla es considerablemente mayor que la de todos los pivotes y cojinetes del instrumento y, por consiguiente, tiene que ser objeto de especial atención, si no se quiere tener errores, por lo que para prevenirlos se recomienda que esté sujeto a revisiones periódicas adecuadas y tener a disposición cápsulas aneroides suficientemente grandes.

Un barógrafo de primera clase tendrá que mantener una precisión de $\pm 0,2$ hPa, aproximadamente, al término de las demás correcciones, y conservar dicha precisión durante un periodo de uno o dos meses.

En la actualidad, a un barómetro de lectura automática se le puede conectar un dispositivo de cálculo, como lo es un microprocesador, que puede estar programado para facilitar datos debidamente muestreados y que, a su vez, pueden ser presentados gráficamente con el fin de obtener un registro similar al de un barógrafo.

"El error de una sola lectura barométrica es, en la mayoría de los casos, aleatorio, siempre que el instrumento esté en perfecto orden. Por lo tanto, en algunos casos, los errores pueden sumarse cuando se restan dos lecturas para determinar la magnitud del cambio. Pero, los errores del barógrafo son, en parte, de carácter sistemático porque, en un periodo relativamente corto de tres horas, es probable que sean del mismo signo y, por consiguiente, disminuyan por sustracción. Otra razón más para elegir el barógrafo es la conveniencia de limitar la necesidad de reducir las lecturas barométricas al nivel de

estación". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.6.5 Requisitos generales de los barógrafos

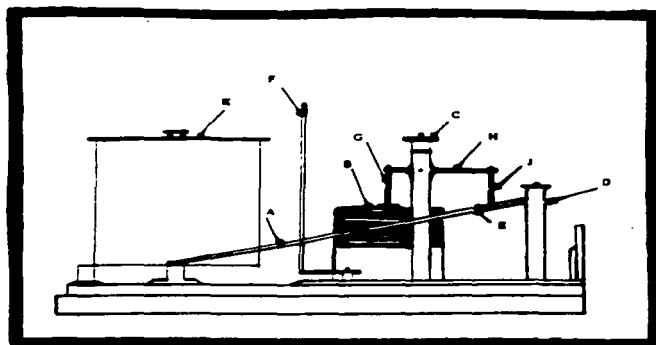
Se recomienda que las bandas de los barógrafos para fines sinópticos reúnan las siguientes condiciones:

- a) Que estén graduados en hPa (hectopascuales).*
- b) Que puedan leerse con precisión de 0,1 hPa;*
- c) Que tengan un factor de escala de 10 hPa por cada 1,5 cm de la banda.*

Además, conviene que cumplan con los siguientes requisitos:

- d) El barógrafo debe utilizar una unidad aneróide de primera clase.*
- e) Estar compensado respecto a la temperatura, de modo que las lecturas no varíen en más de 1 hPa para un cambio de temperatura de 20 °C;*
- f) Los errores de escala no exceder de 1,5 hPa en cualquier punto;*
- g) La histéresis sea suficientemente pequeña para garantizar la diferencia de lectura antes de un cambio de presión de 50 hPa y que después vuelva a su valor original, sin excederse de 1 hPa;*
- h) Haber un sistema para marcar la hora que permita hacer señales sin levantar la cubierta del aparato;*
- i) El brazo de la plumilla, tiene que girar unido a un soporte de eje inclinado, en tal forma que la plumilla se adapte a la banda por gravedad y haber un medio que permita ajustar la posición de la plumilla.*

A continuación el esquema señala algunas de las partes que integran al barógrafo, el cual permite entender mejor su mecanismo de trabajo.



- A) Brazo portapluma**
- B) Cápsula**
- C) Tornillo de ajuste del punto cero**
- D) Varilla de transmisión**
- E) Sistema de amplificación y fijación del brazo portapluma**
- F) Palanca para separar la pluma**
- H) Sistema de transmisión**
- K) Tambor con movimiento de relojería**

Fig. 3.1 Barógrafo aneroide

Por la importancia de la presión atmosférica en diversas actividades que realiza el hombre, y por que así está determinado por la Organización Meteorológica Mundial, todos los barómetros, de cualquier estación u observatorio, en particular si es el rector más importante del país, deben ser verificadas periódicamente por un inspector.

Con el objeto de que todos los Servicios Meteorológicos establezcan de manera análoga los programas de corrección de barómetros, es conveniente que adopten prácticas uniformes con relación a la elección de los equipos, periodos de comparación, y procedimientos de aplicación.

Técnicas permisibles de corrección y de eliminación de deficiencias. Para el objeto se propone un programa en relación a comparaciones que incluye lo que sigue:

a) "Comparación del barómetro nacional de trabajo B con el barómetro patrón A, primario o secundario, al menos cada dos años. Si B y A están situadas en el mismo centro, no se requieren patrones itinerantes". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Dicho programa plantea un proceso para homogeneizar la confiabilidad de los barómetros.

A nivel mundial, se busca tener un registro confiable en la presión atmosférica, y se han propuesto distintas formas de comparación, que permitan tener lecturas reales y confiables de la presión atmosférica en cualquier sitio.

En un observatorio de superficie, las observaciones que se realizan son más completas, que las que corresponden a las estaciones climatológicas o bien meteorológicas, porque en aquél es mayor el número de parámetros que se registran, por lo tanto, es más completo el equipamiento y los resultados que se obtienen. Cabe señalar que por la importancia que tiene el observatorio de Tacubaya, como receptor de información meteorológica estatal nacional, aspira a ser ejemplo para el país en cuanto a registros óptimos de carácter meteorológico, así como en el manejo y confiabilidad de sus observaciones y calidad de los trabajos que de ellas se deriven y de los ordenamientos para realizar actividades. A Tacubaya, que funge como centro receptor le compete mostrarse como observatorio de primer nivel y óptimas realizaciones en cuanto a registros meteorológicos, y ser visto como ejemplo en cuanto al

manejo y cuidado de sus trabajos, ya que en no pocas ocasiones, de éste parten las directrices hacia otros observatorios en relación a la forma de realizar sus actividades.

Antes se mencionaron dos parámetros importantes vinculados a la presión atmosférica y la temperatura, para que de manera detallada el lector tenga una idea clara de las condiciones de su emplazamiento, manejo instrumental y un mayor conocimiento de la aplicación de las técnicas de observación que son indispensables para obtener buenos resultados.

Otras de las tareas de medición que se realizan en un observatorio, son las que siguen:

- La de la humedad relativa del aire, que por definición es "el cociente, expresado en tantos por ciento, entre la fracción molar del vapor de agua y la fracción molar de agua saturante que el aire tendría si estuviera saturado con respecto al agua a la misma presión y a la temperatura". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Los métodos de medida, que se utilizan generalmente en la meteorología, se clasifican en cuatro grupos:

a) "Método termodinámico (psicrómetros).

b) Método que utiliza el cambio de dimensiones de sustancias higroscópicas (higrómetros de cabello).

c) Método que utiliza el cambio de resistencia eléctrica debido a la absorción;

d) Método de condensación (higrómetros de punto de rocío o de punto de congelación)". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

De los métodos señalados, los 2 primeros tienen aplicación en el observatorio meteorológico de Tacubaya, para medir la humedad atmosférica, con instrumentos manuales. Los 2 últimos solo se emplean en las mediciones automáticas.

"Los psicrómetros, pueden ser subdivididos en psicrómetros de garita estacionaria, psicrómetros portátiles tipo Assman y psicrómetros-onda". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Algunas veces al psicrómetro también se le llama higrómetro de termómetro seco y de termómetro húmedo.

La OMM, menciona que para el uso de los psicrómetros, se debe considerar lo siguiente:

a) Los termómetros húmedo y seco, deben estar ventilados y protegidos de la radiación al menos por dos pantallas metálicas pulidas y sin pintar, separadas del resto de los aparatos

por materiales aislantes, o bien por una garita de celosía en persiana más una pantalla de metal pulido;

b) Debe haber conducciones de aire separadas para los dos termómetros;

c) Si se utiliza la segunda alternativa del primer apartado, la entrada de los conductos de aire debe estar situada de tal modo que de la verdadera temperatura ambiente y el aire debe desembocar sobre la garita en tal posición que impida su recirculación;

d) Se debe procurar impedir en todo momento la transferencia de cantidades significativas de calor desde el motor a los termómetros;

e) El recipiente de agua y la mecha deben estar dispuestos de tal modo que el agua llegue al depósito del termómetro prácticamente a la misma temperatura que la del depósito del termómetro húmedo,

f) Las medidas deben tomarse a una altura comprendida entre 1,25 y 2 metros por encima del nivel del terreno.

Al respecto la OMM, da seguimiento cabal a estas prácticas, y señala que para lograr una precisión máxima con los psicrómetros es conveniente, se adopten posiciones que se necesiten para que los termómetros húmedo y seco, tengan el mismo coeficiente de inercia, aproximadamente; aunque ambos lleven depósito del mismo tamaño, el termómetro húmedo, cuenta con una inercia considerablemente menor que la del termómetro seco. La muselina que lo cubre, debe estar bien ajustada alrededor del depósito y prolongarse al menos dos centímetros más allá de él.

3.7 Exposición de los psicrómetros

Existen dos tipos de psicrómetros:

El Psicrómetro simple sin ventilación artificial, que es de uso general, y se utiliza especialmente en las estaciones climatológicas. Lo habitual es que los termómetros seco y húmedo estén sujetos verticalmente dentro de una garita termométrica. La mecha tiene que mantenerse lo más recta posible y su longitud, ser tal, que el agua llegue al depósito del

termómetro prácticamente a la misma temperatura del depósito y en cantidad suficiente, aunque no excesiva. Si no se utiliza la mecha, el depósito del termómetro húmedo, debe ser protegido de la suciedad y para ello estar encerrado en un pequeño tubo de vidrio entre las lecturas.

Psicrómetros ventilados artificialmente.- Se distinguen dos tipos, unos tipo Assman, de garita aspirada y los del tipo honda. Las observaciones con el psicrómetro Assman, se defecían en un sitio abierto, manteniendo el instrumento colgado de un gancho o escuadra unida a un poste delgado, o bien manteniéndolo con una mano y el brazo estirado horizontalmente y con las tomas de aire ligeramente inclinadas en la dirección del viento. Si se le mantiene a la intemperie, se debe de proteger contra la precipitación y la radiación.

El psicrómetro Assman, presenta un procedimiento de observación que consta de los siguientes pasos:

- a) Humedecer el termómetro húmedo,*
- b) Dar cuerda al motor del aparato de relojería,*
- c) Esperar dos o tres minutos o hasta que la lectura del termómetro húmedo permanezca estable,*
- d) Leer el termómetro seco,*
- e) Leer el termómetro húmedo,*
- f) Verificar las lecturas del termómetro seco,*

Las temperaturas indicadas por los termómetros se deben leer con una aproximación de una décima de grado. Se tiene que evitar cometer errores de paralaje.

Existen otros psicrómetros como los de aspiración para garita y el tipo de onda.

3.7.1 Manejo de los psicrómetros

Para el manejo de los psicrómetros, se formulan las siguientes recomendaciones "el tejido utilizado para cubrir el termómetro húmedo, debe ser fino pero tupido. Antes de su

instalación, se deberá lavar el psicrómetro cuidadosamente con jabón puro y agua, enjuagándolo varias veces en agua destilada". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

"Cualquier contaminación visible se considere como una clara indicación de la necesidad de hacer una sustitución. En el manejo de la muselina y de la mecha³ conviene proceder con gran cuidado para impedir su contaminación con las manos". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Para el termómetro húmedo, debe utilizarse agua destilada.

3.7.2 Procedimiento de observación

Con relación al procedimiento que se requiere al realizar las lecturas de los termómetros con una precisión de una décima de grado, se tiene que tomar en cuenta que debe cambiarse la muselina y la mecha, esto se hará inmediatamente después o bastante tiempo antes de realizar la lectura. Al realizar una observación, las lecturas de los dos termómetros deberán efectuarse simultáneamente siempre que sea posible, y asegurar que sea suficiente el agua en el termómetro húmedo.

3.7.3 Fuentes de error en psicrometría

Al efectuar medidas psicrométricas, es importante conocer en toda la gama de temperaturas los errores del índice de los termómetros, y aplicar a las lecturas las correcciones que se vinculan al error antes de utilizar las tablas de humedad. Un error de una o dos décimas de

³ *Se debe cambiar la muselina y mecha con regularidad. La sustitución debe hacerse una vez a la semana, por la exposición continua de estos.*

En caso de zonas que presenten polvo o son industriales, puede ser necesario cambiar la muselina y la mecha con mayor frecuencia.

grado causará otros más graves con relación al fenómeno la humedad a bajas temperaturas.

Una ventilación insuficiente, puede ser más grave de lo que parece si se utilizan tablas de humedad inadecuadas. La precisión de un psicrómetro simple es mucho menor que la de un psicrómetro sometido a ventilación artificial constante. La velocidad del aire, que pasa sobre los termómetros será, en la práctica, diferente a la generalidad.

La magnitud de los errores, dependerá de la humedad y temperatura del aire. En aire seco, el error puede llegar a ser del diez por ciento de la humedad relativa, pero ordinariamente será del orden de un escaso porcentaje de humedad relativa en las latitudes como las templadas.

Otros errores van relacionados a la contaminación de la muselina o a las impurezas del agua; por ello el termómetro húmedo y su muselina deben lavarse a intervalos regulares en agua destilada para eliminar las impurezas solubles que puedan presentarse. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Según Benjamin Gómez y Ramón Arteaga al grupo de aparatos compuestos; que "son aquellos que miden o registran dos o más elementos meteorológicos en forma simultánea". Este se llama termohigrógrafo o higrótermógrafo, y "registra la temperatura y la humedad relativa de manera simultánea". (Gómez Benjamín y Arteaga Ramón. (1987), p. 125).

El aparato realiza registros en una gráfica que se encuentra dividida en dos secciones. La de la parte superior de la misma, se cuenta con una escala para registrar la temperatura del aire, y la parte inferior, una escala en porcentajes que registra la cantidad de humedad relativa del momento; esta se define como "la relación entre la masa de vapor de agua contenida actualmente en un volumen dado del aire y la que podría contener el mismo volumen si estuviese saturado a la misma temperatura", y por lo regular se expresa en porcentaje. (Compendio de apuntes para la formación de personal meteorológico clase IV. (1993), p. 56).

"La unidad para la medición de la humedad está basada en la propiedad que tienen los cabellos de alargarse con la humedad y acortarse con la sequedad. Los higrómetros, de cabello se componen simplemente de un haz de cabellos previamente desengrasados, cuyos cambio de longitud determinan el movimiento de una aguja que marca el valor de la humedad ambiente. El higrógrafo, viene a ser un higrómetro adaptado al aparato

registrator. En (el registro ...) de la temperatura (termógrafo), se tiene como sensor una placa metálica cuyos cambios de longitud determinan el movimiento de la plumilla inscriptora, (la cual ...) marca el valor de la temperatura sobre la banda de papel". (Torres Ruíz, Edmundo. (1986), p. 28).

La OMM, dice que la velocidad de respuesta de un higrotermógrafo, depende mucho de la temperatura del aire. A $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, la inercia del instrumento es aproximadamente tres veces mayor que la que se tiene a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, por encima de cero.

Para temperaturas del aire comprendidas entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, y con humedades relativas entre el 20 y el 80 por ciento, se aclara que un buen higrógrafo, si se encuentra sometido a un brusco cambio de humedad relativa, debe indicar el 90 por ciento del cambio en un plazo de tres minutos aproximadamente.

Con relación a la exposición y manejo de dicho tipo de aparatos, se establece lo siguiente: Se coloca dentro de la garita termométrica.

El cabello debe lavarse a intervalos frecuentes con agua destilada, utilizando un cepillo suave para eliminar el polvo acumulado. Los cabellos no deben tocarse con los dedos. La humedad del aire, puede cambiar rápidamente, y por consiguiente, es importante trazar las marcas de tiempo. Al hacerlo, se debe mover el brazo de la plumilla en la dirección de la humedad relativa decreciente en la tabla correspondiente al cálculo de la de humedad. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.7.4 Métodos de observación y errores

El higrotermógrafo debe de golpearse ligeramente con el dedo, antes de realizar la lectura. Procurar no tocar el higrógrafo entre los cambios de bandas. Las lecturas tienen que ser legibles y con una precisión de lectura de la humedad relativa del 1%.

3.8 La precipitación

Un elemento meteorológico a registrar de importante valor dentro de la Meteorología es la precipitación, la cual se define como: "el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes y se deposita en el terreno procedente del aire". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La precipitación, clasificada también como un higrometeoro, "consiste en un conjunto de partículas de agua, líquida o sólida, en caída o suspensión en la atmósfera, o levantadas de la superficie del globo por el viento, o depositadas sobre los objetos del suelo o en la atmósfera libre". (Secretaría de Agricultura y Ganadería. (1976), p. 72).

Del higrometeoro, existe una serie de conceptos o definiciones, entre las que se cuentan:

a) "Caída de un conjunto de partículas que se originan principalmente en las nubes y que comprenden la lluvia, la llovizna, la nieve, la cinarra y los prismas de hielo.

b) Caída de un conjunto de partículas que se evaporan o subliman antes de alcanzar la superficie terrestre.

c) Hidrometeoros formados por un conjunto de partículas en suspensión en el aire. La niebla y la neblina son análogos a las nubes, pero se consideran como meteoros, porque se producen en la proximidad de la superficie terrestre o en su contacto.

d) Las partículas sólidas o líquidas levantadas de la superficie del globo por el viento. La ventisca (conjunto de partículas de nieve levantadas del suelo por un viento bastante fuerte; existe la ventisca alta y la baja.) y los rociones (conjunto de gotitas de agua arrancadas por el viento en la superficie de una vasta extensión de agua, generalmente en las crestas de las olas.), no se observan más que en las capas inferiores de la atmósfera.

e) Depósito sobre los cuerpos de partículas líquidas o sólidas. Comprende el rocío, la escarcha, la cencellada y la cencellada transparente". (Secretaría de Agricultura y Ganadería. (1976), pp. 72-73).

La medida de la precipitación se expresa por la altura de la capa de agua que cubriría el

suelo, si no se filtrase, evaporase, ni escurriese, y suponiendo, en su caso, que la precipitación sólida se hubiese fundido totalmente. A esta medida se le llama altura de precipitación.

La intensidad de la precipitación "es la velocidad de crecimiento de la altura de precipitación. También es igual a la velocidad con la cual la precipitación se acumula en el pluviómetro. Se acostumbra a expresarla con los términos débil, moderada o fuerte".

Los hidrometeoros pueden producirse en forma de chubascos o de manera más o menos uniforme intermitente o continua.

Los "chubascos, se caracterizan porque empiezan y terminan bruscamente. Generalmente, tienen variaciones rápidas, y algunas veces resultan violentos por la intensidad de la precipitación, y las gotas de agua y las partículas sólidas que caen en el transcurso del chubasco son con frecuencia (...) que las que caen en las otras precipitaciones".

Existen las precipitaciones intermitentes que, como su nombre lo indica, son las que se interrumpen y vuelven a empezar alternativamente; "no son continuas en la superficie del globo. Sin embargo, la nube que las origina es más o menos continua. Estas precipitaciones se diferencian de los chubascos en que tanto su principio como su final no son bruscos. En las precipitaciones que no son chubascos no hay claros de nubes durante el transcurso de las mismas".

Existen, de acuerdo al Atlas Internacional de Nubes Volumen I, diversos higrometeoros con su respectiva definición, sin embargo, en este espacio solo se hará mención de ellos, dejando a consideración del lector el interés por incrementar su conocimiento en relación al tema.

Cualquier método para medir la precipitación debe tratar de obtener una muestra representativa de la verdadera cantidad que ha caído sobre el área a representar. Por lo anterior, "la elección del lugar, así como el error sistemático de medida, son importantes" (OMM, (1982); Allerup y Madsen, (1979); y Braslavsky y otros autores, (1975), s/p).

En el caso de la precipitación, las unidades de medición a considerar en este elemento, son "unidades lineales, las cantidades diarias de precipitación deben leerse con la precisión de 0,2 mm y, de ser posible, con la precisión de 0,1 mm; las cantidades semanales o mensuales deben leerse con la precisión de 1 mm (al menos). Las medidas diarias de la precipitación deben efectuarse a horas fijas". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La medición es un trabajo que debe realizarse con gran cuidado por la trascendencia que

tienen estos datos que generalmente son útiles para los agricultores.

Para llevar a cabo la medición de la precipitación, existen instrumentos de lectura directa y otros de registro.

El instrumento que más se utiliza es el pluviómetro, que consiste en un recipiente abierto de lados verticales, que presenta una forma de cilindro recto. Se utilizan distintos tamaños y formas con relación a la boca y a su altura, de acuerdo con los requerimientos y países.

Para tomar la lectura de la lluvia captada en el instrumento, se utiliza una regla de madera graduada para determinar la profundidad; también se hace midiendo el volumen o bien pesando el contenido.

Es importante que la boca del instrumento esté a una altura determinada del terreno, aunque en ocasiones se menciona que puede estar al mismo nivel del terreno circundante. La boca del pluviómetro debe estar "por encima de la altura de las posibles salpicaduras procedentes del terreno". Pues éstos se "utilizan únicamente para registrar la precipitación líquida; están situados en un hoyo con la boca del pluviómetro al nivel del terreno y a una distancia de 0,6 metros del borde más próximo del hoyo".

Es conveniente que el hoyo se proteja con una red de plástico contra las salpicaduras; es necesario prever un sistema que permita vaciar el agua del hoyo.

Algunos errores que se pueden presentar en el registro de la precipitación, según marca la OMM, son sistemáticos y se atribuyen principalmente a "las aceleraciones sistemáticas horizontales y verticales medias del viento justamente sobre la boca de los pluviómetros elevados, que impiden que algunas partículas de la precipitación entren en el pluviómetro".

Esto origina que la cantidad de lluvia captada por el instrumento sea menor que la real incidente.

Entre otros errores sistemáticos que se pueden presentar están los siguientes:

- a) "Mojadura de las paredes internas del pluviómetro, del colector y del depósito;*
 - b) Evaporación de parte del agua acumulada en el depósito;*
 - c) Salpicadura de gotas de agua procedentes del pluviómetro o que entran en él".*
- (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).*

Los errores aleatorios se producen a causa del mal manejo de la varilla graduada, derramamiento del líquido cuando se trasvasa para medirla, la fuga del agua hacia el interior

o hacia el exterior del pluviómetro, procedimientos de observación, la deformación o daños del pluviómetro o de su boca, desviaciones de la posición de la boca con respecto a la horizontal.

Una forma de reducir los errores aleatorios es la de verificar frecuentemente el instrumento así como los valores medidos, tomando las lecturas adecuadas para corregirlos. Por su parte, los errores sistemáticos y sus magnitudes varían de acuerdo a las condiciones instrumentales y meteorológicas.

También los errores por mojadura y evaporación se pueden reducir usando pluviómetros, cuyas paredes sean de sección cónica desde la parte cilíndrica del colector hasta el embudo cónico, tratando con ello de suprimir la habitual junta entre ellos. No deben pintarse las superficies internas, pues más tarde aparecen grietas que pueden causar más pérdidas por mojadura; las superficies externas pueden pintarse de blanco para reducir el grado de evaporación.

3.8.1 Emplazamiento del pluviómetro

La importancia de instalar el pluviómetro en el sitio más adecuado permite obtener con mayor confiabilidad los datos de la precipitación.

Para el emplazamiento de un pluviómetro se debe considerar "la deformación sistemática del campo de viento por encima de la boca del pluviómetro, así como los efectos que el lugar mismo ejerce en la trayectoria del aire". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

En cuanto a cómo reducir los efectos de campo del viento, se recomienda la habitación de un lugar abrigado, pero no tanto, que los perfiles circundantes puedan interferir directamente y causar una reducción de la precipitación captada. Tales efectos se pueden reducir con la utilización de un pluviómetro al nivel del suelo para que capte la precipitación líquida.

Se recomienda en general que la distancia de cualquier objeto respecto al instrumento, "no (sea ..) inferior al doble de la distancia de su altura por encima de la boca del pluviómetro".

En cada sitio se debe estimar el ángulo vertical medio de los siguientes aspectos:

a) "de los obstáculos (además de realizarse un plano de la ubicación ...). (Para ello ...) evitar las laderas o las terrazas de los edificios. La superficie que rodea al pluviómetro puede estar cubierta de hierba corta, grava o guijarros, pero en todos los casos se han de evitar las superficies duras o llanas (...) de hormigón para impedir las excesivas salpicaduras en el interior del pluviómetro". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

Un aspecto importante es que a pesar de realizar distintos tipos de análisis con este aparato, será más sencillo, si se utiliza el mismo tipo de pluviómetros y se aplican los mismos criterios de emplazamiento, consideración que debe retomarse al realizar la planificación de las redes.

3.8.2 Características generales del pluviómetro tradicional

Entre los caracteres generales del pluviómetro tradicional están los que siguen:

- Tiene la forma de un colector situado por encima de un embudo, que da paso a un depósito.

- El tamaño de la boca del colector no es determinante cuando se trata de precipitación líquida, pero se requiere un área de 200 cm².

Entre los requisitos que ha de reunir un pluviómetro se encuentran:

a) "La boca del colector, debe tener un borde afilado, siendo la vertiente interior siempre vertical y la exterior con un profundo biselado".

b) "El área de la boca del pluviómetro debe (tenerse ...) con una precisión de un 0,5 por ciento y la construcción ser (de manera ...) tal que ésta área permanezca constante mientras el pluviómetro esté en uso normal".

c) "El colector debe diseñarse de modo que se impida que la lluvia salpique hacia adentro o hacia afuera; -se puede lograr haciendo que la pared vertical del instrumento sea lo suficientemente profunda y la pendiente del embudo inclinado-, (al menos 45 °)".

d) "El depósito, tener una entrada estrecha, suficientemente protegida de la radiación, para reducir al mínimo las pérdidas de agua por evaporación". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

3.9 Métodos de medición de la precipitación

Para medir la precipitación captada por un pluviómetro ordinario, se utilizan por lo regular dos tipos de aparatos "una probeta y una varilla graduada. La probeta debe ser de vidrio o plástico transparente con un coeficiente de expansión térmica adecuado y estar claramente marcada para indicar el tamaño o tipo de pluviómetro. (El diámetro de la probeta ...), debe ser inferior al 33 por ciento del diámetro del pluviómetro; cuanto menor sea el diámetro relativo, mayor será la precisión de la medida". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

En cuanto a las graduaciones de los aparatos, deben "estar (señaladas ...) con trazo fino; en general deben ser marcas con intervalos de 0,2 mm, y líneas claramente grabadas que correspondan al milímetro entero. También es conveniente marcar la línea que corresponde a 0,1 mm. El error máximo de las graduaciones no debe exceder de $\pm 0,05$ mm para la graduación de 2 mm o más, y de $\pm 0,02$ mm por debajo de dicha marca". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

Mientras que para medir pequeñas cantidades de precipitación con la precisión adecuada, hay que considerar que "el diámetro interior deberá ir disminuyendo hacia la base. En todas las medidas, el fondo del menisco de agua debe definir el nivel del agua y la probeta debe mantenerse en posición vertical durante la lectura para evitar errores de paralaje". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

En relación con las varillas o regletas, tenemos que sus principales características son:

- "Deben ser de madera de cedro o de otro material adecuado que no absorba demasiada agua y que sólo posea un escaso efecto capilar.

- "Las varillas de madera no resultan adecuadas si se ha añadido aceite al colector para suprimir la evaporación; en este caso se deben utilizar varillas de metal o de otros materiales de los que pueda quitarse fácilmente el aceite. Las varillas no metálicas deben tener un pie de latón para evitar el desgaste y estar graduadas en función de las áreas relativas de la sección de la boca del pluviómetro y del colector; las graduaciones se

marcarán al menos cada 10 mm, y se debe prever el desplazamiento de las marcas debido al mismo material de la varilla. El error máximo de la varilla no debe exceder de $\pm 0,5$ mm en cualquier punto. Siempre que sea posible la medida con varilla debe verificarse utilizando una medida volumétrica". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Otra manera de medir la precipitación es a través del peso preciso, procedimiento que presenta ventajas, ya que se mide el peso total del depósito y su contenido y se resta la tara ya conocida. No hay riesgo de que se vierta agua, y cualquier cantidad de ésta adherida al depósito queda incluida en el peso.

Sin embargo, en la actualidad se utilizan los métodos más sencillos y baratos.

3.9.1 Métodos para calcular la corrección del error sistemático

Se sabe que es difícil medir la cantidad real de la precipitación, inclusive que los pluviómetros utilizados para ello captan una precipitación inferior al 30 por ciento de la real que llega al suelo. Existen excepciones en las que se conocen con exactitud todos los otros componentes del balance hídrico, la más verdadera cantidad de precipitación debe estimarse y corrigiendo los errores que a continuación se mencionan:

- a) Como "la deformación sistemática del campo de viento por encima de la boca del pluviómetro";*
- b) lo relativo a hundimiento de las paredes interiores del colector;*
- c) lo coneciado por la evaporación evaporación del depósito;*
- d) "la pérdida por mojadura en el interior del depósito, cuando se lo vacía". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).*

O otros errores lo son las salpicaduras hacia adentro y o afuera del pluviómetro, así como los errores aleatorios de observación y por instrumento.

Al realizar algunos de los ajustes en las mediciones de la precipitación, se llega a considerar "la velocidad del viento en la boca del pluviómetro durante la precipitación, el tamaño de las gotas, la intensidad de la precipitación, la temperatura y humedad del aire y las características del lugar de emplazamiento del pluviómetro. Estos datos han de deducirse

de las observaciones meteorológicas ordinarias realizadas en el lugar, con el objeto de hacer ajustes diarios".

Existen dentro de la Meteorología otros instrumentos para medir la precipitación acumulada durante el día. Se trata de los aparatos registradores llamados pluviógrafos, entre los que se usan tres tipos principales; de peso el de balanza o depósito basculante y el de flotador, también nombrado de sifón. Únicamente el pluviógrafo de peso, es óptimo para medir todo tipo de precipitación, mientras que los otros dos se limitan a medir la precipitación líquida.

3.10 Pluviógrafos

3.10.1 Pluviógrafo de peso

En estos aparatos de registro, "el peso de un recipiente junto con la precipitación acumulada en él, se registran continuamente. Se va registrando, toda la precipitación a medida que cae. Los pluviógrafos de peso resultan especialmente útiles para registrar la nieve, granizo y las mezclas de nieve y lluvia caídas, ya que la precipitación sólida no requiera fusión antes de ser registrada". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.10.2 Pluviógrafo de flotador

A este tipo de pluviógrafo se le denomina también de "sifón, donde la lluvia pasa a un recipiente que es en realidad la cámara donde se desliza un ligero flotador. A medida que el nivel del agua se eleva dentro de la cámara del flotador, el movimiento vertical de éste se transmite mediante un mecanismo adecuado al movimiento de una plumilla, la cual se desliza sobre la banda. Ajustando de manera propia dimensiones de la boca del colector, el flotador y la cámara del flotador, se puede utilizar cualquier escala para la banda de registro". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.10.3 Pluviógrafo de balanza o de depósito basculante

Se trata de "un ligero recipiente metálico, (que ...) esté dividido en dos compartimientos y se (encuentra ...) en equilibrio inestable con respecto a un eje horizontal. En su posición normal, el recipiente se apoya en uno de los dos toques que le impiden inclinarse completamente. El agua de lluvia es conducida desde un colector hasta el compartimento que se (localiza ...) más alto y después de que (entra ...) una cantidad de lluvia predeterminada en el compartimento, el depósito pasa a estar en equilibrio inestable y se inclina sobre la posición de reposo. Los compartimentos del depósito tienen una forma tal que el agua se vacía desde el más bajo. Mientras tanto, el agua (al caer...) entra en el compartimento que se (situa ... por arriba). El movimiento del depósito cuando se inclina debe utilizarse para que inicie el funcionamiento de un contacto que produzca un registro continuo, pero escalonado; la distancia entre cada escalón del registro representa el tiempo requerido para que caiga determinada cantidad de lluvia. Esta cantidad de lluvia no debe exceder de 0,2 mm si se quieren obtener registros detallados". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Existen varios aparatos registradores de la intensidad de la lluvia que se han diseñado y utilizado para fines específicos, pero en su mayoría son complejos. Según la OMM, es posible obtener un buen registro de la precipitación para diversos fines, a partir de un pluviógrafo de flotador o de peso, tomando como base un período de tiempo adecuado.

3.10.4 Métodos de registro

El método más sencillo para producir un registro de la precipitación es desplazar una banda cronológica, mediante un sistema de relojería a cuerda o eléctrico, para y que sobre ella se deslice la plumilla cuando el flotador o el dispositivo de pesada se muevan o cuando se cierre

el circuito eléctrico.

Existen dos tipos principales de banda:

a) "La banda de tambor. Esta banda se fija alrededor de un tambor que efectúa exactamente un giro diario, un giro semanal, o un giro durante el período que se desee;

b) La banda de rodillos. Accionan esta banda unos rodillos que la hacen pasar bajo la plumilla y, alterando la velocidad de la banda, este aparato registrador puede funcionar durante períodos comprendidos entre una semana y un mes durante períodos más largos". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

También los mecanismos de un flotador, depósito o mecanismo de pesada pueden convertirse en señales eléctricas y transmitirse por radio o por cable a una estación receptora lejana.

En la actualidad, las observaciones de este elemento meteorológico se realizan por diversos medios, como a través de los radares, que detectan la presencia de precipitación hasta una distancia limitada principalmente por el sistema, el tamaño y número de gotas por unidad de volumen, así como el efecto de curvatura de la tierra. Las dimensiones del área eficaz de captación quedan limitadas por el tipo de sistema y las condiciones geográficas del sitio. Los datos que se obtienen son de bastante utilidad para los hidrólogos y responsables de avenamiento de las tierras, así como para los meteorólogos. Se utilizan para las actividades agrícolas, la industria de la construcción, la aviación, para el transporte de superficie y el transporte público en general.

En la detección de tormentas tropicales, el radar participa eficazmente. Se dice que con un buen equipo de radar, bien ubicado, resulta posible detectar la precipitación fuerte asociada con estas tormentas y ciclones incluso de más de 400 km, especialmente si existe una propagación anómala de las ondas electromagnéticas.

Otra manera de realizar las mediciones de la precipitación es a través de los satélites, los cuales se utilizan para observar los grandes e importantes sistemas nubosos que originan las precipitaciones. Mediante el satélite, es posible deducir información útil sobre la extensión y distribución en el tiempo de la precipitación.

Además, a partir de las observaciones de nubes por satélite se pueden establecer estimaciones aproximadas de las cantidades de lluvia. Estas estimaciones se fundan en la

cantidad, tipo y espesor de nubes observadas o deducidas, y de la posibilidad de lluvia así como su intensidad. (Collier y Murray, (1972); Follansbee. (1976), s/p).

Entre otros tipos de precipitación se encuentran el rocío, la cencellada blanca y la escarcha.

En cuanto al rocío, se dice que es un "fenómeno nocturno y aunque relativamente pequeño en tamaño y muy variable en cada lugar, es de gran interés en las zonas áridas" (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La cantidad de rocío depositado en una superficie dada y en un periodo determinado se expresa en kilogramos por m² o en milímetros de espesor de rocío. La cantidad de este parámetro "depende de las características (y dimensiones) de la superficie, de modo que los resultados obtenidos con los instrumentos no son necesariamente representativos del depósito de rocío sobre una superficie natural". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

El método directo que se utiliza hoy consiste en exponer a la puesta del sol una lámina seca de peso conocido, de un material higroscópico como el yeso; se deduce que el aumento del peso es causado por el rocío.

Se cuenta con diversos instrumentos para la medición de la formación, cantidad y duración del rocío. Algunos de ellos son "los aparatos registradores de duración del rocío que utilizan elementos que cambian por sí mismos -de tal modo que indican o registran el periodo de humedad- o bien están dotados de sensores eléctricos en los que la conductividad eléctrica de la superficie de las hojas naturales o artificiales cambia en presencia del agua debida a la lluvia, nieve, niebla húmeda o rocío. Cuando existe rocío, la cantidad de humedad depositada en forma de precipitación o rocío se pesa y registra". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

En los aparatos registradores y por su tipo de gráfica se puede distinguir si los depósitos de lluvia fueron originados por la niebla, rocío o la lluvia.

Existe un aparato llamado lisímetro que mide la cantidad de rocío, sin embargo, dicho instrumento, no es capaz de registrar el rocío destilado, y por lo tanto se utiliza otra técnica, como lo es "la técnica del papel secante, que consiste en pesar cierto número de papeles de filtro antes y después de que hayan sido comprimidos contra la superficie que interese medir". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.11 La evaporación

Un parámetro más de los que se registran en un observatorio es el índice de evaporación, ésta se define como: "la cantidad de agua evaporada desde una unidad de superficie durante una unidad de tiempo". Se expresa en masa o volumen de agua líquida y se representa como la altura equivalente de agua evaporada por unidad de tiempo en toda la superficie considerada. La unidad es normalmente un día y la altura puede expresarse en milímetros o centímetros. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Entre los factores que pueden afectar este elemento son los factores meteorológicos y factores superficiales.

Los factores meteorológicos se dividen en elementos energéticos y aerodinámicos. Los energéticos se refieren a la energía que se necesita para que el agua pase de la fase líquida a la fase de vapor, y en la naturaleza esa energía la suministra la radiación solar y terrestre.

Entre los segundos, se encuentran la velocidad del viento en la superficie y la diferencia de presión de vapor entre la superficie terrestre y la atmósfera inferior; controlan la magnitud de la transferencia del vapor de agua evaporado.

El índice de evaporación se mide mediante un instrumento llamado evaporímetro, con el que se realiza la medición de la pérdida de agua en una superficie normal saturada. Este tipo de aparatos no miden la evaporación de una superficie natural, así como tampoco la evapotranspiración real, o la "evaporación potencial (es decir, la que se produciría si el suelo estuviera ampliamente provisto de agua)". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p). Por lo anterior, se recomienda que los valores que se obtengan de este elemento se utilicen después de haber realizado el ajuste conveniente que lleve a los resultados a una estimación correcta de la evaporación del sitio donde se realice la observación.

La cantidad de evaporación se mide mediante el uso de un tornillo psicrométrico que permite medir el nivel del agua contenida en una cubeta o tanque.

Se utilizan dos tipos de exposición que son:

a) Enterrados, en donde la mayor parte del tanque está por debajo del nivel del terreno, por lo que la superficie del aparato queda al mismo nivel del terreno;

b) Por encima del terreno, en el que todo el aparato está situado a baja altura con respecto al terreno.

Existen algunas ventajas en el uso de evaporímetros por encima del terreno, tales como, el bajo costo de éstos y la facilidad de instalación; la suciedad no las salpica mucho ni arrastra el aire hasta el agua de los alrededores. Sin embargo, presentan ciertas desventajas en cuanto a la cantidad de agua evaporada que es mayor que en los evaporímetros enterrados; la causa de ello la constituye la energía radiante adicional que incide en las paredes laterales.

La Organización Meteorológica Mundial recomienda que este tipo de aparatos sea de material inoxidable, y que las juntas sean de tal forma que se reduzca al mínimo el riesgo de que el tanque tenga pérdidas de agua por falta de estanqueidad.

Para medir el índice de evaporación, se utiliza el evaporímetro estadounidense de cubeta de Clase A que está compuesto de un cilindro de 25.4 cm de profundidad y 120,7 cm de diámetro. La cubeta está construida de hierro galvanizado de 0,8 mm de espesor, o de cobre o metal que habitualmente se deja sin pintar. La cubeta se llena hasta cinco centímetros por debajo del borde.

El nivel del agua se mide mediante una escala en forma de gancho o un punto fijo de referencia. Consiste en una escala móvil y un nomio dotado de un gancho, cuyo extremo toca la superficie del agua cuando aquélla está correctamente ajustada.

3.11.1 Método de observación

La evaporación diaria se calcula evaluando la diferencia del nivel del agua en la cubeta en días sucesivos, y teniendo en cuenta, la altura de la precipitación, si ésta existe, durante el periodo considerado.

El nivel de la superficie del agua en el evaporímetro es importante, ya que si el evaporímetro está demasiado lleno, hasta un 10 por ciento (o quizá más) por la lluvia caída, puede salpicar

fuera, lo cual conduce a una estimación por exceso de la evaporación. Si el nivel del agua es demasiado bajo, se producirá una reducción del índice de evaporación (de aproximadamente 2.5 por ciento por cada centímetro por debajo del nivel de referencia y de 5cm, en las zonas templadas), esto a consecuencia de la sombra y protección excesivas a que se encuentra sometida la boca del evaporímetro. Si la profundidad del agua es demasiado escasa, aumenta el índice de evaporación debido al mayor calentamiento de la superficie del agua.

3.11.2 Mantenimiento

Debe realizarse una inspección por lo menos una vez al mes, dedicando especial atención a la detección de fugas de agua. Los aparatos deben limpiarse con la frecuencia necesaria para mantenerlos exentos de residuos vegetales, sedimentos, residuos flotantes y películas de aceite.

En las estaciones sin personal, especialmente las que están situadas en las regiones áridas y tropicales, a menudo resulta necesario proteger el evaporímetro de los pájaros y otros pequeños animales. Para ello se pueden utilizarse:

a) "Repelentes químicos. Cuando se recurre a este tipo de protección, se debe tener sumo cuidado de no alterar significativamente las características físicas del agua del evaporímetro".

b) "Una tela metálica sobre la cubeta del evaporímetro. Impide las pérdidas de agua debidas a los pájaros y otros animales, pero reducen las pérdidas originadas por la evaporación, impidiendo parcialmente el paso de la radiación solar hasta el agua y reduciendo el movimiento del viento sobre la superficie de la misma". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.12 Radiación Solar

Otro de los elementos meteorológicos que se registra en un observatorio es la radiación solar; esta es importante, ya que es la fuente principal de energía de la Tierra. Respecto a ella se tienen algunos estudios dentro de la ciencia meteorológica, como lo son:

- a) "las transformaciones de la energía en el sistema Tierra-atmósfera, así como sus variaciones tanto en el tiempo como en el espacio";*
 - b) análisis de "las propiedades y distribución de la atmósfera y en particular los elementos que la constituyen, tales como los aerosoles, el vapor de agua, el ozono", etc;*
 - c) la "distribución y las variaciones de la radiación incidente, reflejada y total resultante;*
 - d) las necesidades derivadas de las actividades de la biología, de la medicina, de la agricultura, de la arquitectura y de la industria relacionadas con la radiación".*
- (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).*

Según el origen de la radiación, ésta puede ser radiación solar y radiación terrestre.

La primera se define como "la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar incidente en el límite de la atmósfera terrestre se denomina radiación solar extraterrestre", parte de ella penetra a través de la atmósfera y llega a la superficie terrestre, otra parte se dispersa y/o es absorbida por las moléculas gaseosas, las partículas de aerosoles y las gotas y cristales de nubes que constituyen la atmósfera.

La radiación terrestre es "la radiación de onda larga emitida por la superficie de la Tierra y por los gases, los aerosoles y las nubes de la atmósfera, y es también parcialmente absorbida dentro de la atmósfera".

En la ciencia meteorológica, la suma de las dos clases de radiaciones se denomina "radiación solar".

Por otra parte, tenemos "la luz que es la radiación que resulta visible al ojo humano. El intervalo espectral de la radiación visible se define por el rendimiento luminoso espectral para un observador corriente". De acuerdo a la definición se tiene que:

- "el 99 por ciento de la radiación visible está comprendida entre 400 nm y 730 nm.*
- La radiación cuya longitud de onda es inferior a 400 nm se denomina ultravioleta.*
- de longitud de onda superior a 730 nm, infrarroja".*

En lo que se refiere a las horas de observación, se comenta la importancia de tener una red mundial de medidas de la radiación homogénea en sus registros, tanto en la calibración como en los instantes en que se lleva a cabo la observación. Por lo tanto, "todas las medidas de la radiación deben referirse a lo que se conoce como Tiempo Aparente Local (LAT) y como Tiempo Solar Verdadero (TST)". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3.12.1 Instrumentos para medir la radiación

Con relación al uso de los instrumentos que miden la radiación, encontramos que éstos se clasifican de acuerdo a los distintos criterios empleados, "el tipo de variable que se pretende medir, el campo de visión, la respuesta espectral y el empleo principal a que se destina". (Organización Meteorológica Mundial. 1990), s/p).

En los observatorios, otro de los elementos meteorológicos que se miden es la duración de la insolación. Ésta se registra con un heliógrafo, aparato que permite determinar la duración total de la insolación cada hora o cada día. Se obtiene sobre, "una banda constituida por una tira de cartulina que se quema en el punto en que se forma la imagen del Sol".

El heliógrafo más utilizado es el de Campell - Stokes, "constituido por una esfera de vidrio de unos 10 cm de diámetro, montada concéntricamente en el interior de un casquete esférico, cuyo diámetro es tal que los rayos solares forman un foco muy intenso sobre una banda de cartulina encajada en unas ranuras del casquete".

El dispositivo de soporte de la esfera varía según la latitud. (Compendio de apuntes para la formación de personal meteorológico de la clase IV. (1976), p. 333).

Presenta tres pares de ranuras paralelas, en donde se pueden alojar tres clases de gráficas. Los modelos de las bandas registradoras que se utilizan según la época del año son:

- a) "Las bandas para verano, que son largas y curvas"*
- b) "Las bandas de invierno que también son curvas, pero más cortas que las (de verano ...)"*
- c) "bandas para los equinoccios", (Compendio de apuntes para la formación de*

personal meteorológico de la clase IV. (1976), p. 334).

La lectura correcta de las bandas debe hacerse con cuidado, pues de ello depende la exactitud de este elemento.

3.13 El viento

El viento, elemento importante, es otro de los parámetros que se registran en el observatorio, se define como el aire en movimiento o la "magnitud vectorial tridimensional con fluctuaciones aleatorias de pequeña escala en el espacio y en el tiempo, sobrepuestas a un flujo organizado de mayor escala".

Para medir el viento en superficie, se utiliza una veleta y un anemómetro. La velocidad del viento se expresa en "metros por segundo o en nudos, con precisión de una unidad y, para fines sinópticos, debe representar el promedio sobre un período de diez minutos". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Los anemómetros de cazoleta y de hélice son lo que se utilizan en forma habitual para determinar la velocidad del viento y comprenden dos subsistemas: el rotor y el generador de señal. "La clase de respuesta ante el cambio de velocidad del viento que tienen los sensores de cazoleta y de hélice se puede caracterizar por una constante de distancia, magnitud que es directamente proporcional al momento de inercia del rotor y es inversamente proporcional a la densidad del aire; por otra parte, depende además de cierto número de factores geométricos". (Mac Gready y Jax. (1964), s/p).

En cuanto a la dirección del viento, se utilizan las veletas que presentan dos subsistemas: la veleta y el generador de señales. Debe estar bien equilibrada, y que no tenga una posición adecuada en caso de que el eje no esté vertical; debe estar bien diseñada para tener una sola posición de equilibrio con respecto a la dirección del viento.

Para los observatorios es importante tener registros de fenómenos meteorológicos que ayuden a entender mejor las condiciones de la dinámica atmosférica.

3.14 La nubosidad

Y entre otros fenómenos que registra, tenemos el de la observación de las nubes; este tipo de observaciones es de tipo sensorial y atañe a las características físicas de las mismas, incluye su extensión (vertical y horizontal), estructura y forma, y observaciones instrumentales de su altura sobre el suelo así como la dirección y velocidad de su movimiento.

Para determinar el tipo de nubes, la OMM, tiene aprobadas distintas clasificaciones y especificaciones para ello.

En este tipo de observaciones, se considera, las formas de nubes, la cantidad de nubes que se mide en octas, "(que significa la octava parte de la bóveda celeste vista por el observador)", además de la altura de las nubes, donde "la base de una nube se define como la zona más baja en que la intensidad del enturbiamiento cambia perceptiblemente respecto al aire claro o la calima a la correspondiente a las gotas de agua o a los cristales de hielo". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Existe otro elemento que se considera dentro de las observaciones meteorológicas, este fenómeno va ligado a los factores relacionados con la vista humana. Por lo anterior, su medición se ve sometida a "variaciones de las capacidades perceptiva e interpretativa, así como a las características de la fuente luminosa y a factores de transmisión". Se agrega que las observaciones diurnas de la visibilidad son de buena calidad, mientras que las nocturnas son difíciles de definir, y por lo tanto de controlar, ya que depende de la selección de indicadores luminosos.

Dentro de la meteorología, el concepto de visibilidad se aplica de dos manera diferentes, una de ellas es "uno de los parámetros que sirven para identificar las características de una masa de aire, especialmente para las necesidades de la meteorología sinóptica y la climatología". La segunda manera "constituye un parámetro operacional que corresponde a criterios específicos de una aplicación determinada. En este caso se utiliza directamente en términos de distancia de visibilidad". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Además de los elementos que se mencionaron este apartado, en un observatorio se llevan

a efecto observaciones de fenómenos diversos, tales como los hidrometeoros, la lluvia, el chubasco, la niebla, el rocío, la escarcha y la helada. También de algunos litometeoros entre los que están: la calima, el humo, el polvo y la tolvanera, de los fotometeoros entre los cuales se encuentran el halo y el arcoiris. Asimismo, de los llamados electrometeoros como lo son: el trueno y el relámpago.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA

4.1 LA ESTACIÓN SINÓPTICA.

Existen antecedentes de un análisis de las condiciones que prevalectan en el observatorio central, que realizó en 1904, el primer director del Servicio Meteorológico. En él presentaba algunas de las características mas importantes que incidían de manera considerable en las observaciones que en el sitio se realizaban. Habla de las condiciones geográficas así como de las urbanas del emplazamiento del mismo en el Palacio Nacional, en el Centro de la Ciudad de México.

En su descripción menciona lo siguiente:

"La situación del Observatorio es precisamente la que a su clase conviene, y que difícilmente podría encontrar en cualquier otro edificio, que no se construyera especialmente, teniendo en cuenta las múltiples exigencias que la práctica ha ido señalando".

"Colocado a una altura que lo pone en aptitud de recibir con entera libertad la acción de los vientos, sin que su temperatura y su humedad se modifiquen, lejos de la irradiación de otras construcciones, dominando los grandes patios del Palacio Nacional y la Plaza de la Constitución, sin estar expuesto a la acción de las corrientes encajonadas en las calles, como cualquier otro lugar, y pudiendo observar desde su situación dominante multitud de

fenómenos accidentales que escaparían a los observadores en otros lugares suroeste.

El Observatorio se caracteriza por encontrarse en forma ventajosa, que lo será mucho más, cuando esta Secretaría se sirva acordar la construcción de los nuevos departamentos.

El Observatorio, clasificado ya entre los de primer orden en el mundo científico, (...) proporciona, en consecuencia, los elementos conducentes; más no podrá satisfacer a las exigencias crecientes de la ciencia ni a su meditado plan de estudios, si no acrecienta convenientemente el local que ocupa". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 2).

En el informe plantea un problema que en la actualidad persiste y que se relaciona con el personal, donde menciona que "es realmente reducido el personal con que cuenta la Oficina, a pesar de tener dos empleados auxiliares, la carencia de personal está subsanada con la eficiencia del personal existente, en el cumplimiento de sus deberes, las labores de la Oficina son verdaderamente rudas, por no interrumpirse ni de día ni de noche desde su fundación, y por ir creciendo constantemente". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 3).

La Meteorología y por lo tanto la Climatología parten de la observación de los diversos elementos meteorológicos, y de acuerdo a la confiabilidad y solidez de la misma son los resultados que se logran.

Desde el inicio de la Meteorología sistemática, Bárcena (1904), reconoce que "las observaciones directas, (...) son la base excelente de sus estudios, y mediante las cuales se han hecho aquí y en el extranjero notables deducciones del régimen atmosférico de México, lo que exige muy laboriosa constancia".

Al inicio de su establecimiento, los estudios que se realizaban dentro del Observatorio, abarcaron no solo temas respecto a la Meteorología, sino que comprendían "la mayor parte de los numerosos problemas de la física atmosférica, no solo en su parte especulativa, sino también en sus principales y más útiles aplicaciones; muy variados son, los datos que ha podido proporcionar el Observatorio a las corporaciones nacionales y extranjeras, así como a multitud de particulares que con mucha frecuencia le consultan".

Existía un Boletín del Ministerio de Fomento que publicaba la serie horaria de observaciones con todos sus detalles, y los resultados de las observaciones practicadas en las numerosas estaciones meteorológicas dependientes de esta Oficina. (Bárcena Mariano. (1904). p. 3).

En él también se señala que "la observación y las discusiones especulativas para el adelanto de la ciencia, su parte abstracta, el estudio asiduo de las relaciones entre los fenómenos físico-atmosféricos y la higiene de las poblaciones y la agricultura; la determinación de los variados climas del territorio mexicano y la predicción del tiempo, son los principales asuntos que cultiva el Observatorio y acerca de los cuales se lisonjea de ir realizando sólidos progresos". (Bárcena Mariano. (1904), p. 4).

En el mismo informe, Bárcena presenta una fase descriptiva de las condiciones del emplazamiento del instrumental con que contaba el Observatorio, parte importante del diagnóstico lo que se señala como sigue: "la instalación de los instrumentos, se hace conforme a las instrucciones para las Estaciones Meteorológicas y para las Estaciones termopluiométricas".

El observatorio consta de "un salón principal, un departamento anexo de dos pisos, y otro departamento aislado en que se practican las observaciones magnéticas. El salón principal lleva a lo largo de su fachada Norte, una galería exterior de persianas móviles, dentro de la cual se encuentran los termómetros libres, los psicrómetros y el hidrotermómetro; el piso de la galería está dispuesto de manera que los instrumentos queden perfectamente ventilados, a cuyo efecto ayuda la disposición que a diversas horas del día se da a las puertas y persianas de la propia galería, lográndose así que los instrumentos estén expuestos a la sombra y al aire libre.

En el espesor del mismo muro que ve al norte, se encuentra colocado el catetómetro, exactamente frente al barómetro patrón que está en la ventana sur. En el interior del salón se hallan, en el centro, el meteorógrafo del Padre Secchi, cuyos instrumentos accesorios están en la azotea y en la galería de que antes se habló; se encuentran igualmente en el interior del salón, los seismógrafos del país, estudio profundamente interesante, pues da a conocer los fenómenos de la vida vegetal en sus relaciones con la variación del clima, (...) pues es así como en el país y fuera de él se conoce cuáles son las plantas útiles que en cada mes del año prosperan o decaen". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 5).

En cuanto a la edición de los datos agrega que "la revista Climatológica da a conocer un gran conjunto de datos variados, que abarcan una gran parte del vasto territorio de la República. La prensa de la capital diariamente recibe amplia relación acerca del estado

que ha guardado el tiempo el día anterior en grande extensión del país, lo que se obtiene con la cooperación activa de muchas oficinas telegráficas que cada mañana a primera hora transmiten al Observatorio, en breve resumen, noticia completa de la marcha de los elementos atmosféricos en sus respectivas localidades".

Otro aspecto que debe considerarse en un diagnóstico, es el instrumental meteorológico con que se realizan las observaciones pues de este depende parte de la calidad y precisión de las mismas. En el informe se dedica un espacio para los instrumentos donde comenta al respecto que "el Observatorio ha procurado proveerse de los instrumentos necesarios para todos los estudios que practica y se propone emprender, y ha reunido ya una colección muy apreciable de instrumentos y aparatos. Es muy grato hacer constar, que no todos los instrumentos adquiridos por la Oficina han sido mandados construir en el extranjero, sino que algunos de ellos se han fabricado en México por hábiles obreros mexicanos, sin exceso de costo, siendo de tan buena calidad como los que hubieran venido de alguna fábrica europea". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 4).

"En la azotea existen los pluviómetros, atmómetros, veletas, aspas de los anemómetros y los termómetros expuestos a la intemperie: un pararrayos protege al edificio de las descargas eléctricas". Con respecto a la comunicación que existía en esos momentos para la propagación de la información meteorológica, hace este un comentario al respecto donde menciona que "un aparato telegráfico establecido en el salón principal, pone en comunicación al Observatorio con la Oficina Central de los telégrafos federales". (Bárcena, Mariano. (1904), p. 5).

Lo anterior denota la importancia de mantener una comunicación constante entre los distintos centros de información meteorológica, pues de ello depende en la mayor parte el conocimiento general de las condiciones atmosféricas a nivel nacional.

4.2 Situación actual del Observatorio Central de Tacubaya

El observatorio de Tacubaya, se encuentra ubicado en la esquina sursuroeste del edificio del Servicio Meteorológico Nacional localizado en el número 192 (con una extensión de 46.90 metros de frente y 126.00 metros de fondo.

En la colonia del mismo nombre, el observatorio colinda al sursureste con la Av. Observatorio, al sureste con la Escuela Preparatoria No. 4 (calle Angel M. Plata), al sursuroeste con la calle de Ex-Arzobispado, y al norte colinda con la calle Victoriano Cepeda.

La Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional, pertenece a la Subdirección General de Administración del Agua, que desde el 28 de diciembre de 1994, depende de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Antes la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Esta Subgerencia, a su vez se encuentra subdividida en varias áreas de trabajo, una de ellas corresponde a "Redes de Observación y Telecomunicaciones" de la cual depende actualmente el Observatorio Central de Tacubaya.

Existe un departamento dentro del Servicio Meteorológico donde es fundamental el papel del observatorio, y que constituye el área de climatología que entre otras actividades que le competen están las que se resumen en el siguiente cuadro:

<i>Actividades</i>	<i>Tareas</i>
<i>Observaciones</i>	<i>Planeamiento de la red, estaciones, instrumentos, observadores, inspección.</i>
<i>Archivos</i>	<i>Concentración de datos, proceso control de calidad, archivo, documentación.</i>
<i>Servicios</i>	<i>Copias, recuperación de datos, resúmenes, información, interpretación.</i>
<i>Publicaciones</i>	<i>Información actual, datos históricos, estadísticas, mapas, atlas, bibliografías.</i>
<i>Aplicaciones</i>	<i>Técnicas, consultas.</i>
<i>Pronósticos</i>	<i>Desarrollo, preparación.</i>
<i>Investigación</i>	<i>Investigación de los procesos climatológicos y del sistema climático.</i>
<i>Coordinación</i>	<i>Administración, gestión y formación profesional.</i>

Cuadro 4.1

Como se puede ver en el cuadro anterior, una de las actividades importantes es el realizar observaciones, que a nivel nacional ocupan un lugar esencial en varias de las actividades económicas que se desarrollan en el país.

Un observatorio de acuerdo a su definición, se clasifica como una estación "en la que se efectúan observaciones sinópticas de superficie". (Reglamento Técnico. Vol. 1. (1984), s/p).

Además, realiza otras actividades relacionadas con la Meteorología así como trabajos de

Climatología.

En la actualidad poco se menciona sobre a la importancia que tienen los observatorios, así, como de la situación que prevalece dentro de la red, y del papel de los mismos dentro de la Meteorología en México. En la etapa de modernización que se presenta en el servicio Meteorológico, y que se hace evidente por el uso de estaciones meteorológicas automáticas, se descuidando a las del sistema tradicional, lo que se advierte por el deterioro en su administración, en la falta de atención a los equipos ordinarios, por las carencias que se tienen de materiales de trabajo para los mismos, así como por la poca cantidad y confiabilidad de las observaciones meteorológicas y climatológicas que en los centros se realiza.

En la actualidad el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya, guarda las siguientes condiciones:

Está dividido en dos secciones, una de ellas dentro de la oficina, y otra a la intemperie, en la esquina sursuroeste de la azotea del edificio.

De acuerdo a lo que establece la Organización Meteorológica Mundial, con relación al establecimiento de un Observatorio, Tacubaya cuenta con todo el equipamiento necesario para evaluar cada uno de los parámetros meteorológicos, sin embargo su emplazamiento presenta situaciones poco favorables para un buen funcionamiento y óptimos resultados.

Tacubaya pertenece a una red de 77 observatorios de superficie que conforman la red del Servicio Meteorológico Nacional; estos influyen directamente en los estudios que se realizan, pues son la fuente más importante de obtención de información meteorológica como climatológica. Al respecto el Dr. Jorge A. Vivó, menciona que "los observatorios centrales de los países tienen a su cargo observaciones directas y la recopilación de informes de las estaciones meteorológicas, barcos, etc., mediante los cuales puede establecerse la previsión del tiempo". (Vivó A. Jorge. (1962), p. 226). Por su parte, la Organización Meteorológica Mundial, plantea que en los observatorios se realizan observaciones de superficie, - "observación distinta de una observación en altitud, efectuada en la superficie de la tierra), y observaciones sinópticas- (Observación de superficie o en altitud efectuada a las horas fijas establecidas)". (Reglamento Técnico. Volumen I. (1984), s/p).

Actualmente, parece ser que el objetivo se ha desvirtuado, pues existe un serie de

situaciones que repercuten considerablemente en la función que tienen estos, lo que influye directamente en que exista una información con un bajo índice de confiabilidad.

4.2.1 Equipamiento

Para el caso específico de Tacubaya, es necesario retomar aspectos de su emplazamiento para inferir de acuerdo a este, las situaciones que presenta actualmente.

Como ya se mencionó anteriormente, se halla dividido en dos secciones, la primera se localiza dentro de la oficina del Servicio, resguarda los instrumentos que registran y miden la presión atmosférica, (tales como el barómetro de mercurio tipo Kew, el barómetro aneroide, el microbarógrafo); cuenta con un anemocinemógrafo electrónico que registra la velocidad y la dirección del viento, y este se sitúa en la parte norte de la oficina; también se localiza parte de la estación meteorológica automática, como lo es el procesador de datos, así, como el monitor que muestra los datos climatológicos y meteorológicos, ya sea numericamente o en representación gráfica.

Dentro de la oficina, se cuenta con las máquinas donde se realizan los cálculos respectivos de cada observación. Una computadora, la cual contiene un programa instalado, llamado "Presión", que a través de una serie de fórmulas integradas al paquete, realiza las correcciones de presión atmosférica de la estación y la presión reducida a nivel medio del mar, de este también se obtienen los datos de tensión real del vapor y el punto de rocío.

La oficina concentra el material necesario para que halla un funcionamiento adecuado de los instrumentos, tales como las gráficas que son utilizadas por los aparatos registradores, tinta, plumillas, regletas para realizar la lectura del pluviómetro, y en general se encuentran los materiales de trabajo que se utilizan diariamente para obtener las observaciones horarias.



Fig. 4.1 Foto que muestra la distribución de cada uno de los instrumentos meteorológicos localizados en la oficina de Tacubaya.

En relación con el parámetro de la presión atmosférica, la oficina resguarda al barógrafo, aparato registrador que proporciona un diagrama continuo de la presión atmosférica, en un determinado intervalo de tiempo. El elemento sensible está constituido generalmente por un dispositivo aneroides. Este se localiza en la esquina sur-sureste, de la oficina, a una altura de 140 centímetros del piso.

Para el caso específico de Tacubaya, los registros se reportan en hectopascales, sin embargo, algunos usuarios lo llegan a solicitar en mm de mercurio (Hg).

De acuerdo a lo anterior, el barómetro de mercurio de tipo Kew de Tacubaya, cumple con la mayoría de las condiciones que señala la OMM, no así las más adecuadas, para obtener un alto grado de precisión en el registro de la presión.

Fig. 4.2 Barómetro tipo Kew de Tacubaya



Este instrumento se localiza en la esquina suroeste de la oficina del Observatorio, alejado medio metro del piso, y presenta una altura de metro y medio.

Por otra parte, para que las lecturas del mismo sean más reales, existe hasta cierto punto, una ventilación natural, ya que la oficina no presenta cristales en la parte superior de la misma, lo que permite el paso y circulación del aire en forma libre.

Un problema a considerar en la localización de este instrumento, es que se encuentra adjunto a la fuente de energía de las computadoras y junto a la ventana, lo que constituyen dos fuentes de calor de incidencia notable en las lecturas que se obtienen de este, debido a la sencibilidad del mercurio que contiene el termómetro adjunto a dicho instrumento.

Quizás podría verse como una ventaja para este observatorio el contar con personal capacitado, así como con el instrumental de comparación en el momento que se requiriera, es decir, cuando se localicen lecturas extrañas en el barómetro, o bien, no se dan lecturas reales de la presión atmosférica en el momento de la observación, pudiendo, en tal caso, ser calibrado de inmediato, con el barómetro patrón "(barómetro patrón primario o secundario, capaz de realizar determinaciones independientes de la presión con una precisión de al menos $\pm 0,05$ hPa)", que se localiza en este servicio. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p). Sin embargo, en ocasiones no se tiene cuidado y llegan a suscitarse notables errores en los registros de este parámetro.

En cuanto a la hora de la observación de la presión del aire, aunque ésta se realiza cada hora, no existe un seguimiento o norma general para toma de la lectura, lo que repercute considerablemente en el tipo, diferencias y calidad de datos que registra cada observador que efectúa el registro, pues cada uno de ellos trabaja con este parámetro como si fuera diferente. En apariencia es difícil que se trabaje de manera correcta en un observatorio, por el descuido y la organización del encargado, y por la falta de conciencia de parte de los trabajadores que desempeñan el papel de observadores, pues muchos de ellos, antes de trabajar con parámetros meteorológicos, ni siquiera sabían que existían, por lo tanto, se necesita de una concientización de la importancia del trabajo para que posteriormente se obtengan resultados consecuentes con la situación real del tiempo en el observatorio, y reconozcan la importancia de obtener lecturas con un alto grado de precisión.

Por lo lo expuesto en el segundo capítulo, que trata la normatividad, las condiciones más aceptables del emplazamiento de los instrumentos que registran o miden la presión así como el tipo de errores y correcciones, se podría considerar y rectificar de manera prioritaria lo que afecta en forma considerable en los registros de presión del Observatorio de Tacubaya.

De los muchos errores que se cometen al realizar la observación de este parámetro en el observatorio central de Tacubaya, conocidos a través de la experiencia misma de haber

hecho el papel de observador durante un tiempo, además de ver y verificar los datos registrados, se encuentran entre los más frecuentes los que siguen:

1) No se toma la lectura en el mismo período de tiempo que corresponde durante todas las horas, esto se debe a que algunos de los observadores la realizan antes o después.

De acuerdo a la normatividad que establece la OMM, debido a la sencibilidad de este aparato, la lectura debe ser lo más rápida posible y conservando un orden al realizarla, sin embargo, en Tacubaya, son pocos los observadores que consideran dicha recomendación.

2) Un error de acuerdo a la experiencia que se obtuvo al realizar la lectura, es la forma tan distinta de hacer observaciones de cada observador, esto repercute de manera considerable, y no poco incide, ya que al tener cuatro o más observadores incluyendo al encargado, debemos considerar cuatro tipos de errores al plasmar los datos de este parámetro.

3) Un aspecto importante es que el barómetro se encuentra cerca de la fuente de energía que alimenta a la computadora de trabajo del observatorio, lo cual significa que el instrumento recibe durante todo el día una cantidad de calor, en apariencia insignificante, por la distancia entre ambos que no es mucha, pero si consideramos la sencibilidad del instrumento, se está incurriendo en un error, que se debe solucionar con prontitud, ya que ello es posible.

4) Otro error muy importante que llega a presentarse en la presión de Tacubaya, es el ocasionado en el programa de Presión, pues ya son varias las ocasiones en que se presentan fallas de carácter posiblemente mecánico, y que arrojan resultados de presión altos o bajos durante el día, diferencias que inmediatamente se advierten al observar el comportamiento diario de la presión, y ofrecen un error que radica en que estas lecturas se consideran y registran como mediciones reales de las condiciones de la presión que se tiene en Tacubaya.

En lo que se refiere a la forma de calcular la presión a nivel de la estación, así como a nivel medio del mar, el Observatorio de Tacubaya, cuenta con el programa Presión (ya antes mencionado), y que se utiliza para registrar el fenómeno, calcular el punto de rocío, y la tensión real del vapor; programa que funciona a través de datos que se le proporcionan a partir de la observación directa del registrador, algunos de los cuales se le dan a la máquina, tales como la temperatura del termómetro adjunto, la cantidad de mm de la

columna de mercurio, entre otros. Dicho programa, con fórmulas previamente establecidas realiza los cálculos convenientes para obtener los registros que posteriormente se anotaran en la hoja de información meteorológica diaria. Lo que significa que las correcciones por instrumento, temperatura y gravedad se hallan integradas en el paquete, y por lo tanto no se utilizan las tablas de corrección de presión, lo que implica que al presentarse un error en el programa, este repercute en otros elementos y su interpretación.

Es importante aclarar que el programa de Presión, no es totalmente fiable, ya que presenta de acuerdo a observaciones realizadas, algunos incidentes que ocasionan lecturas con un bajo índice de credibilidad, y ello se observa en la falta de congruencia en el comportamiento normal de la presión durante un día.

En conclusión, la situación que persiste en Tacubaya, con respecto a la toma de datos de la presión atmosférica es la siguientes:

Se ha descuidado el aspecto de corrección de la presión, por instrumento, por altura. Las causas, pueden encontrarse en la forma de llevar a cabo las observaciones de limpieza en los instrumentos, y hasta en la certeza de confiabilidad del programa de presión, el cual debe vigilarse hasta lograr su absoluto funcionamiento, en lo que debe participar la compañía que lo elaboró, pues de otra manera, no dejará de haber error en las lecturas o que no se consideren importantes por pensar que el programa es absolutamente confiable, pudiendo a la vez no serlo, ya que cabe la posibilidad de que se registren graves errores.

En el caso de las observaciones sinópticas, que se realizan cada 3 horas, existen 2 métodos para conocer los cambios de presión, a saber:

- a) lectura directa del microbarógrafo,*
- b) en lecturas adecuadas del barómetro de mercurio corregidas a través de algunas tablas.*

Conviene aclarar que el observatorio cuenta con un barómetro que mide la presión directamente, llamado "Barómetro Aneroide", que se localiza al sursuroeste de la primera sección.

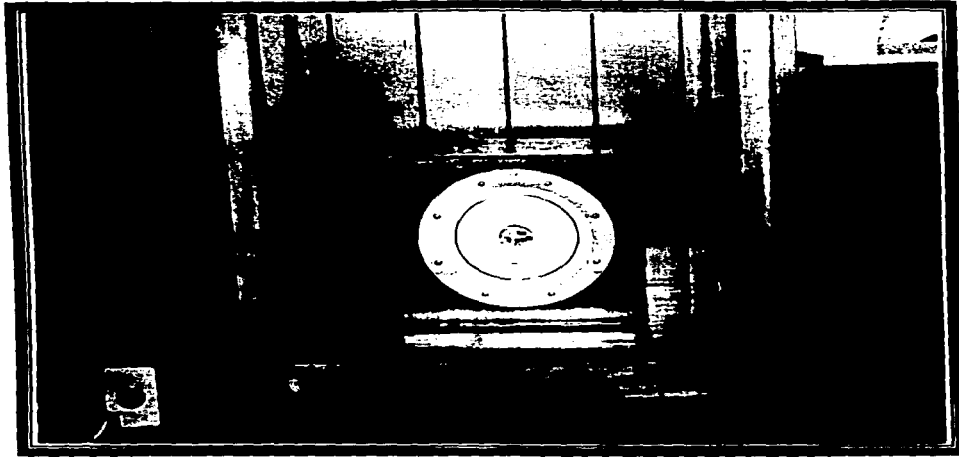


Fig. 4.3 Barómetro aneroide de Tacubaya

La forma de llevar a efecto la medición de la presión en el barómetro aneroide, es sencilla, pues no se requiere más que tener cuidado al obtener la cifra que indica la manecilla del barómetro aneroide; sin embargo un error común es la falta de cuidado al realizar la medición y no anotar el dato correctamente. En ocasiones es bueno dar un pequeño golpe a la base del barómetro antes de realizar la lectura debido al funcionamiento que generalmente presenta, ya que suele trabarse la manecilla ligeramente.

Este hecho algunos observadores lo toman en cuenta mientras que otros lo ignoran, lo que trae consigo que las lecturas no sean homogéneas en su procesamiento, y que se genere un error poco notable, pero que puede evitarse si se siguen las recomendaciones que plantea la OMM.

Tacubaya, cuenta con otro medio para registrar la presión atmosférica, como lo es el

microbarógrafo, el cual realiza registros las veinticuatro horas del día durante una semana, pues al final de ésta, se realiza el cambio de gráfica para otro lapso equivalente.

No es tan favorable como en el caso del barómetro aneroides, ya que este presenta problemas particulares que únicamente se encuentran en el registro.

Basta el más leve movimiento para alterar la posición de la aguja de registro, ya que ésta, al perder contacto con la gráfica, determina que se pierda la lectura.

En otras ocasiones, el error está en la falta de tinta de la plumilla por que en este caso no hay registro, y si éste aparece, es muy suave y con poca legibilidad, lo que puede incidir que a la hora del análisis se cometan errores de lectura.

Otro de los errores comunes es el que comete el observador a la hora de poner la gráfica y que se relaciona con la posición de la misma, ya que esta debe tocar el borde inferior del tambor para que registre de manera correcta y dentro de la escala que presenta la gráfica, pues al no hacerlo adecuadamente, da como resultado que se obtengan lecturas aproximadas y no suficientemente confiables.

Cuando no se sabe manipular este aparato registrador o cuando los resultados anotados no son los indicados o se manejan con descuido se propician lecturas erróneas. La forma de preparar la gráfica, puede ocasionar lecturas imprecisas. En el caso del Observatorio de Tacubaya, ha acontecido que al colocar la gráfica en una inadecuada posición, o si no queda al ras del tambor, se genera franca distorsión en los registros.

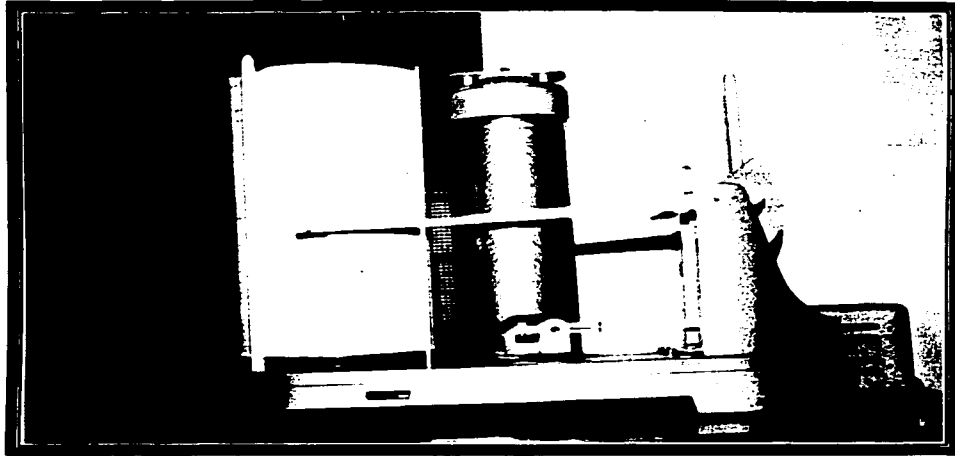


Fig. 4.4 Microbarógrafo de Tacubaya.

Cabe mencionar, que en algunas ocasiones las personas que realizan la limpieza, por descuido, separan la aguja registradora del gráfico al pasar el trapo para limpiar el instrumento, y si los encargados de dar mantenimiento a los aparatos no lo notan, o ni siquiera lo revisan, se llegan a perder algunos registros y por lo tanto la continuidad en las observaciones.

Por lo anterior, se concluye con relación a dicho registro que en el Observatorio de Tacubaya no se cumplen plenamente las normas establecidas por la O.M.M., particularmente, en lo relativo al manejo del instrumento y la calidad de información generada.

Es recomendable también realizar una revisión de los factores geográficos que de alguna manera inciden en los registros de la presión o que no permitan medirla en forma adecuada.

En el Observatorio de Tacubaya, los factores geográficos urbanos son los que más inciden

en la presión y entre ellos el más importante es el relativo a la localización que tiene el observatorio mismo, ya que se encuentra en una zona poblada y con gran actividad de tráfico. Las grandes densidades urbanas influyen por la energía calorífica que generan, tanto por la presencia de las viviendas como de los vehículos y otras actividades, además de interferir en la libre circulación del viento, el calentamiento del aire; no faltan las impurezas que se originan, desequilibrios en los componentes atmosféricos y otros. La proximidad del Observatorio a vías de tránsito voluminoso, con gran reducción de combustibles, y hasta con producción de efectos físicos, no deja de incidir a los elementos meteorológicos. Los componentes extraños del aire en este sitio inciden en la presión, entre otros. Como en la esquina sur-suroeste del Observatorio se localiza una gasolinera que genera vapores y retrasa el flujo vehicular se acentúa el calor no sólo del lugar, sino de la esquina sur del observatorio. Acrecienta el problema la presencia del semáforo que se localiza en la esquina próxima al edificio por lo que la celda calorífica agranda los efectos a ciertas horas del día y en ciertos días de la semana. Las repercusiones más notables se hacen patentes en la temperatura, presión y viento y por lo tanto, también en la humedad.

A todos los aspectos anteriores hay que agregar la falta de cubierta vegetal, que pudiera en un momento dado compensar la cantidad de energía y contaminación de la zona, más al no darse esto, no dejan de afectarse en forma drástica, los registros meteorológicos que se tienen en el observatorio.

Todo lo anterior, y particularmente por las condiciones de los aparatos y su localización, que desvirtúa los datos que se obtienen, puede llevar a pensar, que registros obtenidos en tales condiciones no son aceptados para estudios del medio científico y tal vez hasta práctico. A nivel local y para la población en general pudieran tener una razón de ser.

En la primera sección que conforma el Observatorio, se localiza próximo a la esquina nor-noreste, el anemocinemógrafo, aparato que registra simultáneamente la dirección y la velocidad del viento. Este elemento es bastante importante entre las observaciones meteorológicas que se registran, pues de él dependen los comportamientos de otros fenómenos que se localizan en la atmósfera.

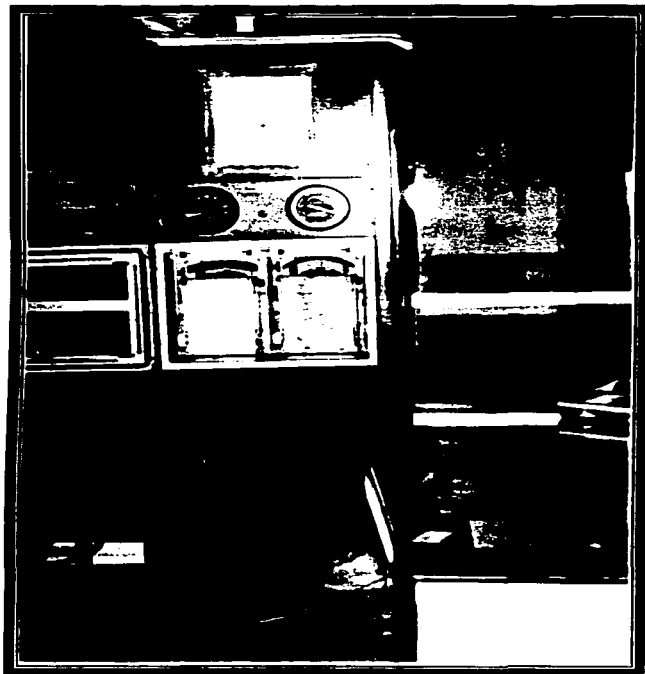


Fig. 4.5 Anemocinemógrafo de Tacubaya.

A pesar de la gran utilidad que representa este instrumento registrador del viento, mantiene una situación no muy adecuada, ya que no en pocas ocasiones carece de gráficas para su funcionamiento. En tal circunstancia podría buscarse la manera de que no se suscitaran estos descuidos u omisiones, por otra parte, si no se lleva adecuada continuidad no puede haber suficiente confiabilidad en las informaciones correspondientes.

No falta tampoco, que al realizar las lecturas de los gráficos de la velocidad y dirección

del viento, se cometan errores, ya sea por el desconocimiento del manejo y lectura de las mismas o por lo laborioso que suele ser el interpretarlas en forma correcta y detallada. Todo conlleva a que se cometan errores progresivos en mediciones y lecturas diversas en elementos como el que se señala.

Retomando el asunto de los factores geográficos que influyen en las lecturas como las del viento, tenemos que el relieve tiene un papel importante en el caso, ya que el observatorio se ubica en una de las lomas del poniente de la ciudad a 2,303 msnm, lo que le expone a vientos que soplan de varias direcciones, y a ello se debe agregar el hecho de que por encontrarse además en un edificio alto aumenta y se diversifica la dinámica de los embates de dicho elemento. Sólo por la parte este, se localiza otro edificio alto que llega a atenuar el viento que procede de ese rumbo. Aunque varios de los elementos son alterados por esas circunstancias el anemocinómetro es poco afectado, y dadas las particularidades del mismo, las fallas observadas, más se deben a factores humanos. La segunda sección que conforma al Observatorio Central de Tacubaya, se localiza en la esquina sur-sureste de la azotea del edificio. La superficie está cubierta de arena, la localización total de sus instrumentos abarca un área de 60 m², aproximadamente.

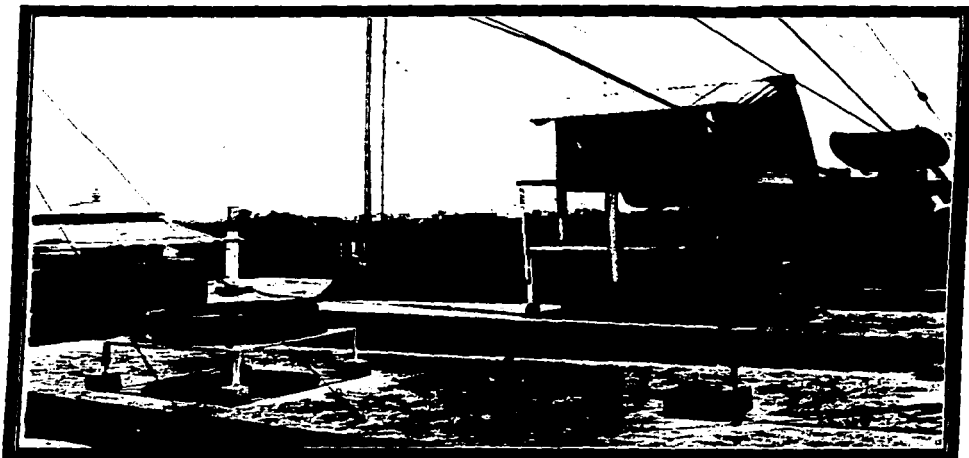


Fig. 4.6 Fotografía que muestra una parte del equipamiento de la segunda sección que conforma el Observatorio de Tacubaya.

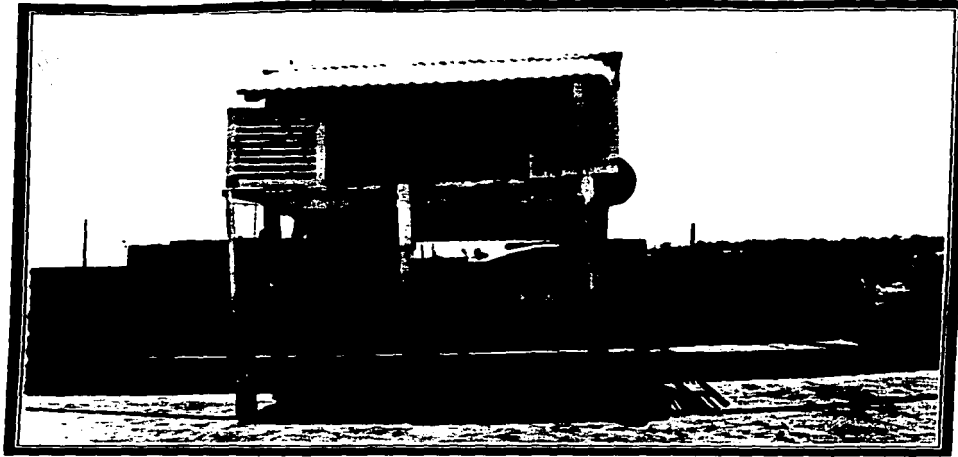


Fig. 4.7 Garita Meteorológica de Tacubaya.

Dentro de la garita térmica de Tacubaya se resguardan algunos de los aparatos que miden la temperatura, la humedad atmosférica, el punto de rocío, entre otros.

El psicrómetro tipo Assman, que es de reciente adquisición, y se instaló a consecuencia de que el psicrómetro con que se contaba dejó de funcionar. Este instrumento presenta una ventilación artificial, y para su manejo, sería recomendable acatar el siguiente procedimiento:

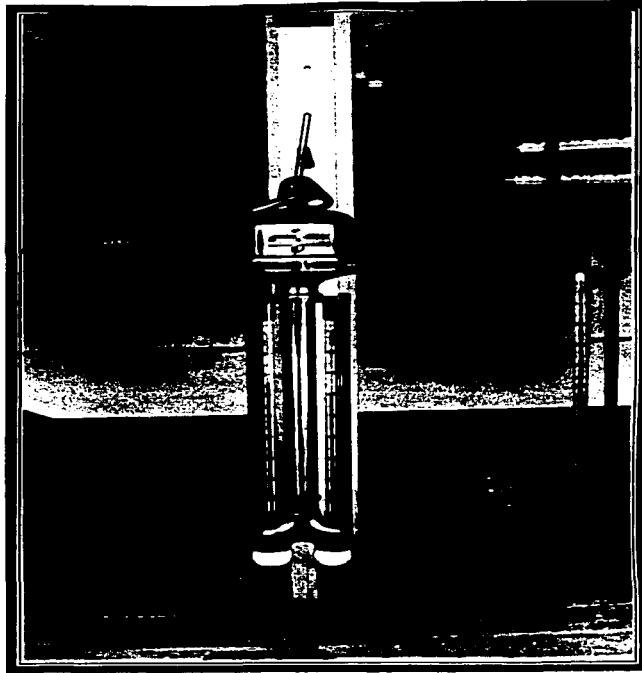
- a) Humedecer el termómetro húmedo;*
- b) Dar cuerda al motor del aparato de relojería;*
- c) Esperar dos o tres minutos o hasta que la lectura del termómetro húmedo permanezca estable;*
- d) Leer el termómetro seco;*
- e) Leer el termómetro húmedo;*

f) Verificar las lecturas del termómetro seco.

De acuerdo con la guía de instrumentos, "se debe tener cuidado en evitar cualquier influencia que puedan ejercer sobre las lecturas la presencia del observador o cualquier otra fuente cercana de calor o vapor de agua".

Para este instrumento se presentan diversos incidentes que no aseguran un registro con un alto grado de confiabilidad. En primera instancia, no se sigue el procedimiento de observación indicado anteriormente y que se recomienda para obtener mejores lecturas. Los observadores realizan lecturas con una percepción tan heterogénea, que de una observación a otra, se llegan a tener incongruencias, y esto en parte se debe a que se cambia varias veces a los observadores. No deja de cometerse el "error de paralaje", e independientemente otros se han llegado a detectar.

Fig. 4.8 Psicrómetro tipo Assman de Tacubaya.



Por otra parte, dentro de la garita existe un juego de termómetros de máximas, y uno más de mínima, de apoyo, y en caso de que se presente algún problema; el más frecuente suele ser la separación del mercurio, lo cual incide en las lecturas erróneas de dicho elemento. Otro incidente que acontece con relación al termómetro de temperatura mínima es que se requiere, que después de su lectura, se vuelva al cero inicial, para que al día siguiente se pueda registrar la mínima temperatura del día, pero como esto no siempre sucede, no se

da por tanto la lectura correcta.

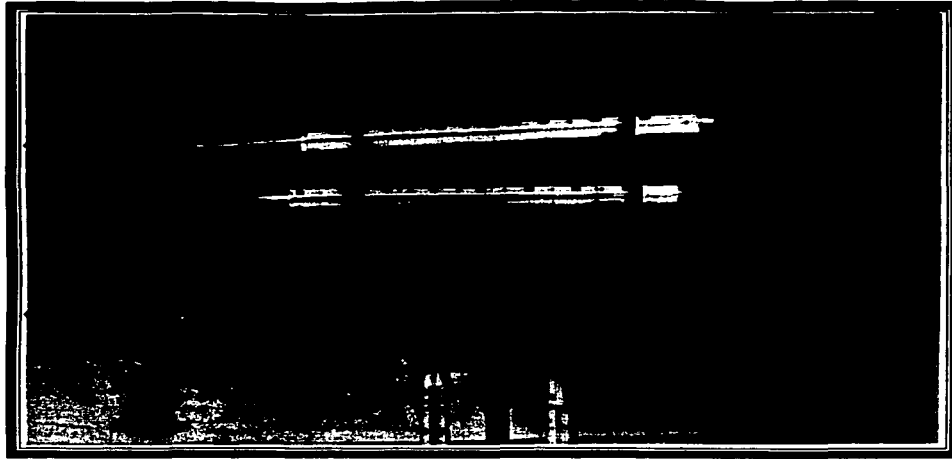


Fig. 4.9 Fotografía que muestra el juego de termómetros de temperaturas extremas con que cuenta Tacubaya, en la parte superior el termómetro máxima, mientras que el termómetro inferior mide la temperatura mínima del día.

Se localizaba hasta hace algunos meses atrás, un higrotermógrafo, para registrar la temperatura del aire y la humedad relativa, que por sus cualidades físicas y estructurales no se puede exponer al aire libre.

La garita está pintada de color blanco por dentro como por fuera, como lo señala la Organización Meteorológica Mundial, tiene una altura aproximada de dos metros con relación a la superficie del piso, un buen tamaño de acuerdo a sus necesidades, además de tener la ventilación conveniente que le permite tener una buena circulación del aire en el interior de la misma. Sobre esta, cabe decir que las condiciones en cuanto su limpieza no suelen ser las más óptimas; el descuido que se relaciona con la falta de un buen

mantenimiento preventivo por parte de los que colaboran en el Observatorio, nos permite inferir el porqué de algunos de los errores no sólo instrumentales, sino también relacionados con otro tipo de observaciones que se realizan. La falta de mantenimiento, ocasiona que el observador se confunda con los datos observados, o bien que el polvo que rodea a los termómetros sea la fuente de alteración en la temperatura, ya sea causando un incremento o una disminución en la misma.

A unos dos metros de distancia por la parte sureste de la garita, se localiza el pluviómetro, en una base de madera a una altura aproximada de un metro de la superficie; en Tacubaya tiene condiciones de emplazamiento buenas ya que no se presenta en sus alrededores ningún obstáculo que influya en la captación de lluvia, pero su limpieza no es la más adecuada ya que varias son las ocasiones en que se encuentra con polvo, el mismo que afecta las mediciones al alterar la cantidad de precipitación. En sus registros, el pluviómetro tiene varios problemas que están relacionados con el manejo de este, entre los de mayor importancia se encuentran: al realizar la lectura, debido al material con que está hecha la regleta, se dan errores de paralaje; hay ocasiones en las cuales después de realizar la lectura, no se vacía el cilindro, lo que implica que si vuelve a precipitar un día después, se estará midiendo la cantidad de lluvia caída el día anterior agregada a la del día de la lectura, lo cual es un gran error ya que la lectura resulta errónea, obteniéndose, por tanto, el real comportamiento de este elemento.

Cabe recordar que la precipitación de este instrumento se controla cada hora y posteriormente se hace la suma horaria para obtener la del día. Otro de los errores en la medición de la lluvia, se vincula al poco cuidado que existe cuando se limpia, o que al termino de una lectura al tratar de colocar el cilindro en la posición adecuada, (al revisar el pluviómetro), este quede fuera del alcance del conducto, permitiendo el paso de la lluvia al mismo, lo que lleva a que al momento de que ocurre el fenómeno, el pluviómetro no esté listo para captarlo, y por lo tanto, se pierde la lectura de tan importante elemento.



Fig. 4.10 Pluviómetro de Tacubaya.

A unos dos metros de distancia del instrumento anterior, se localiza un pluviógrafo, aparato registrador de la precipitación horaria a través de las 24 horas, asentado en una base de cemento de 10 cm de espesor.

En el Observatorio de Tacubaya, se presentan algunos incidentes al utilizar este tipo de instrumentos, como el retraso del aparato en la medición del fenómeno (vinculado a su mecanismo de funcionamiento que es a través de cuerda), lo que determina a su vez lecturas

atrazadas. Otro error importante es la forma como se prepara la gráfica antes de colocarla en el aparato, ya que desde el momento de recortarla hasta el de colocarla, está implícito un error, que al no considerarse, trae consigo consecuencias importantes. Un error que se presenta algunas veces es el que se comete al leer las gráficas, esto se ve con más frecuencia cuando la tonalidad de la tinta no es la adecuada, aspecto que merece cuidarse.

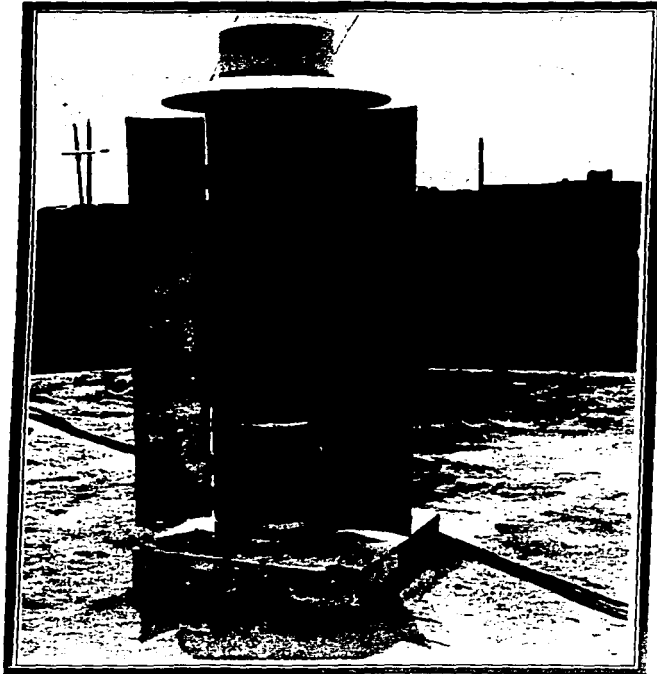


Fig. 4.11 Pluviógrafo de Tacubaya.

En la pared de la esquina sur-este y dentro del espacio que ocupa el observatorio, se

encuentra localizado un termómetro de temperatura mínima, a la intemperie, y a una altura considerable del piso.

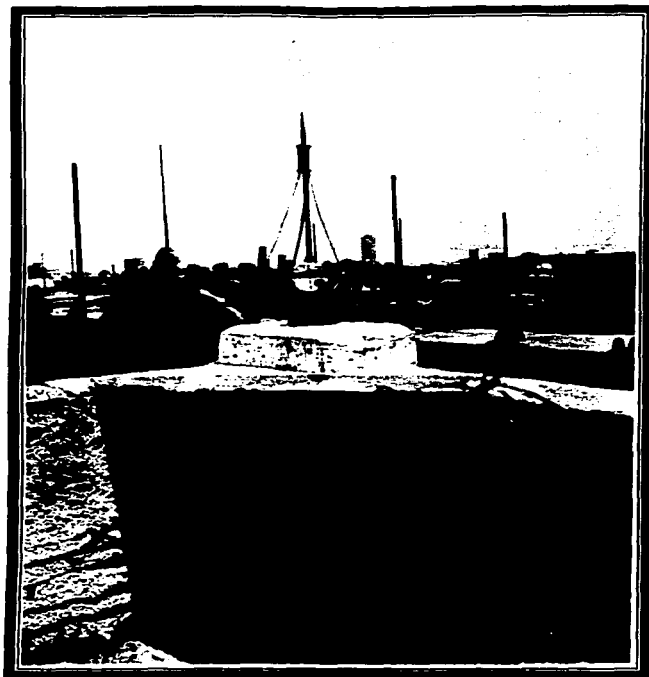
La situación de este en Tacubaya, es buena en relación a las lecturas que indica, sin embargo los errores que se presentan en sus registros están en función del personal que funge como observador, ya que al realizar la lectura se puede cometer error de paralaje; en ocasiones después de realizarla no se le deja preparado para tomar la siguiente lectura del día, es decir. A este respecto se baja el índice hasta cero a través de un procedimiento, al no realizarse se comete a la mañana siguiente otro error, pues el termómetro indica la misma temperatura mínima del día anterior. Un incidente que afecta este instrumento es que algunas aves se llegan a posar en él, ensuciándolo y causando otros problemas. También le afecta la falta de limpieza ya que al estar a la intemperie, sufre los efectos de la contaminación.

Frente a la garita meteorológica se ubica el evaporómetro, aparato que a través de un tornillo psicrométrico permite medir la cantidad de agua evaporada, este aparato por sus características tiene serios problemas en el Observatorio de Tacubaya.

El evaporómetro de referencia, no cuenta con protección que lo aisle de las aves que llegan a tomar agua en él, y por la cantidad de aves que habitan el edificio y que lo utilizan es imposible que se tenga un registro preciso y real de este elemento. Por la contaminación que existe en la zona y por la cantidad del polvo que pulula, este aparato acumula varios sedimentos y partículas extrañas, que afectan la medición; la falta de limpieza es muy esporádica, lo que influye más aún en lo relativo de las lecturas de la evaporación. Otro detalle ligado al anterior, es que hay lapsos en que este fenómeno no se mide por la falta de agua, ya que esta no está al alcance y pocos son los que valoran la importancia de contar con este tipo de mediciones.

En la esquina norte del Observatorio de Tacubaya, se localiza un heliómetro (heliógrafo) tipo Cambells, este registra por medio de unas gráficas específicas de acuerdo a la época del año, la cantidad de horas sol diariamente. El problema que más se presenta en este aparato, es que en ocasiones no se cambia a tiempo la gráfica y se pierde continuidad en la medición o bien no se coloca gráfica para su registro. Existen algunos errores que se relacionan directamente con la lectura y el control de la insolación, producto del descuido,

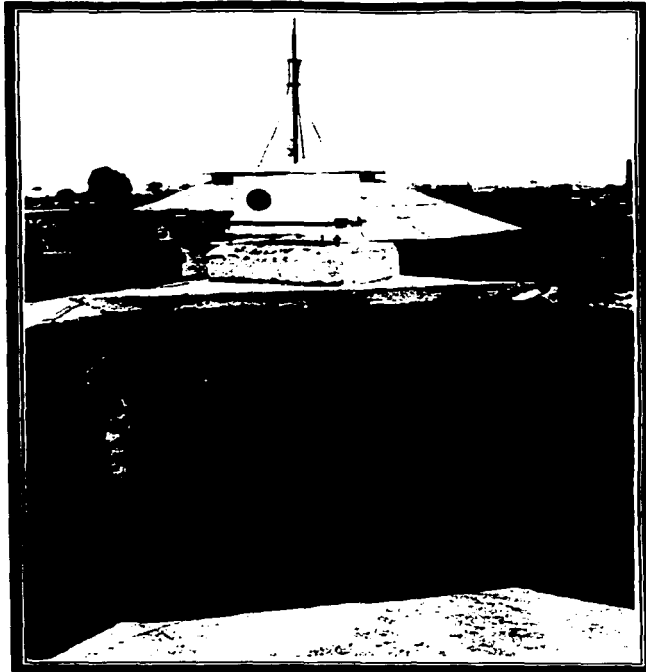
pero con un poco de atención al equipo pueden evitarse.



*Fig. 4.12 Heliógrafo tipo
Cambells de Tacubaya.*

Al momento de realizar el análisis de las condiciones del observatorio, este contaba con un pirheliógrafo colocado a un metro y medio del piso; este aparato de registro permite obtener la cantidad de radiación solar recibida por la estación. pero por el tipo de gráficas que utilizaba y el ser importadas, ocasionaba que en muchas ocasiones no se contara con el registro de este fenómeno. Sin embargo, a la fecha no se hace uso de este aparato pues

Fig. 4.13 Pirheliógrafo de Tacubaya.



ya se retirado por sus deficiencias en la toma de los datos.

En la parte norte, a una corta distancia del evaporometro se encuentran los instrumentos que miden la velocidad y la dirección del viento, es decir, las cazoletas y la veleta que conectadas al anemocinémografo que se encuentra dentro de la primera sección, permiten tener el comportamiento del viento.

A una distancia considerable, más al noroeste de la azotea y a una menor altura que los aparatos antes vistos, se localiza la estación meteorológica automática, que comparte el espacio de emplazamiento con la estación climatológica automática, sin embargo la situación de la estación meteorológica automática será tratada más adelante por la relevancia que tiene en este trabajo.

A grandes rasgos se describió en párrafos anteriores, el sitio que guardan los instrumentos que corresponden al Observatorio, así como las condiciones en que se encuentran físicamente, y la forma en que son utilizados por el personal que recaba y trabaja los datos que estos les proporcionan.

El Observatorio Central de Tacubaya, con todo y que es el centro de información meteorológica más importante del país, no satisface de acuerdo con la normatividad establecida por la Organización Meteorológica Mundial, los requisitos que le permitan tener un alto grado de confiabilidad en las observaciones que realiza.

A este respecto conviene señalar que el emplazamiento debería estar situado en una zona plana, de preferencia con pasto y de manera tal, que los aparatos y elementos que registren puedan contar con un lugar natural lo más apropiado posible para que los registros sean los más representativos.

Estas exigencias no se cumplen porque el observatorio se ubica en una densa zona urbana pues gran parte de los aparatos están mal emplazados, y no se encuentran en los ambientes más idóneos y sí en lugares impropios como lo pueden ser las azoteas o pisos de cemento.

Lo anterior no justifica el mal emplazamiento ni las condiciones de cada uno de los aparatos meteorológicos, ya que la mayoría de los observatorios a nivel nacional han sido absorbidos por la urbanización.

4.2.2 Personal que labora en el Observatorio de Tacubaya

No deja de ser importante conocer en fechas recientes como ha sido y son las características del personal, para lo cual se hace una reseña de la situación.

Pareciera que no existe por parte de los directivos del observatorio un interés real por conocer acerca de la problemática indicada.

Con relación al tipo y cantidad de personal que trabaja en él en los momentos actuales se tiene un encargado o jefe del observatorio, que labora desde 1985, hasta la fecha, un ayudante que debe fungir como observador, un observador que tiene un horario fijo y que cumple con las observaciones nocturnas cada tercer día. Y otros dos observadores más, uno de los cuales cumple con las observaciones matutinas y el otro con las vespertinas.

Se detecta un desinterés por contratar observadores, y ello se aduce que por contar con una estación automática que aporta datos, no hay necesidad de contratar personal para instrumentos no automáticos, restando importancia a este tipo de observaciones. No hay cabal coordinación administrativa en el programa de Servicio Social, lo que contribuye a empeorar la situación.

Algunas de las personas que laboran actualmente, no mantienen un interés científico en las observaciones conectadas con los instrumentos tradicionales, y sólo hay manifiesto afán por actualizarse en todo lo relativo a la automatización.

Existe una parte del personal que colabora con sueldo fijo que no cuenta con la capacitación necesaria para llevar a efecto el trabajo de manera satisfactoria.

Lo anterior da como resultado el deterioro constante y paulatino del equipo tradicional, así como el que este servicio sea cada vez menos confiable, lo cual no deja de ser lamentable pues el Observatorio Central al favorecer tales situaciones no ofrece una línea realmente científica a los demás observatorios, y pone de manifiesto la poca importancia que se dá a estos espacios meteorológicos y a las ciencias físicas de la atmósfera.

Según la Comisión del Agua, desarrolla un programa de servicio social, en donde participan alumnos de diversos niveles de escolaridad, entre los cuales están los del Colegio de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, y alumnos de la Vocacional Número 10, donde se les preparaba para ser técnicos en Meteorología, sin embargo hoy esta especialidad ha desaparecido.

Por lo ya señalado en apartados anteriores se podría advertir que con tal personal no es posible cubrir adecuadamente con las observaciones requeridas y menos si éstos no son calificados responsables.

Existen algunos problemas que forman parte de las causas que generan un mal funcionamiento dentro de los resultados meteorológicos, entre los más notorios tenemos aquellos que se suscitan con los colaboradores de servicio social y que pueden resumirse como sigue:

- *No cuentan con los conocimientos básicos para realizar una observación.*
- *Manifiestan irresponsabilidad al no respetar un horario de trabajo.*
- *No realizan registros cuidadosos y en ocasiones anotan datos sin ver realmente si son correctos o no, porque no cuentan con la preparación adecuada.*
- *Se valora inadecuadamente el trabajo del prestador de servicio social, y si las informaciones que maneja son incorrectas, se les corrige por parte de personas que se creen capaces de hacerlo, sin considerar las repercusiones que esto conlleva.*
- *No se toma con la seriedad debida el servicio social y tan solo queda como una actividad que deben cumplir las instituciones, además de que tampoco se considera en toda su valía este tipo de trabajo.*
- *No pocas veces se valora en función de apreciaciones personales y no del trabajo realizado en sí.*
- *Se pudiera considerar que el prestador de servicio social debiera ser tomado como una persona a quien debe capacitarse si se espera de él un resultado óptimo en su trabajo, y en tal caso remunerarse adecuadamente para que ello le sirviera como incentivo. Esto podría evitar el que se genere un ciclo vicioso, en donde el prestador del servicio social, en vez de avanzar en la práctica de sus conocimientos o aprendizaje, llegara a cometer faltas al realizar el trabajo.*

c) Dentro del personal que labora en un observatorio, se encuentran otro grupo de trabajo representado por los observadores sindicalizados, los cuales perciben un salario fijo y su labor no se realiza en forma adecuada.

La experiencia como observador me permitió conocer un poco el funcionamiento y la manera de trabajar de los diversos sectores que conforman el personal que labora en el observatorio, y uno de los más importantes fue éste. Me llamó la atención que la persona encargada de realizar este trabajo acudiera solo cada tercer día, y por tener bastante tiempo de trabajar en este ámbito, advierte que conoce la manera de corregir los posibles

errores que se cometen durante el día en las observaciones meteorológicas. También conoce y es capaz de detectar las fallas de algunos de los instrumentos.

Cabe señalar que este personal incurre en abuso de confianza pues además de realizar acciones no válidas para el funcionamiento del observatorio, no efectúa varios de los registros a la hora establecida en instrumentos que se localizan en la 2ª sección del observatorio, además de que no en pocas ocasiones copian datos de la estación automática para asignarlos con pequeñas modificaciones como registros de instrumentos de otro tipo, es decir, no automáticos. Asimismo, una parte de las observaciones las realizan con anterioridad a la hora que les compete hacerlas. No faltan trabajadores sindicalizados que actúan irresponsablemente aduciendo que "si los que son profesionales no cumplen de manera adecuada, por que ellos, que perciben bajo salario, tienen que hacer el trabajo".

Tampoco falta el trabajador que señala que no cuenta con antecedentes de lo que ha de realizar, ni con los conocimientos indispensables para desempeñar un trabajo tan delicado y que no resulta tan difícil porque no está exento de tener erratas.

Es advertible que el encargado del observatorio, ha incurrido en notables descuidos y al parecer no muestra los suficientes dotes para organizar y dirigir al personal que labora en el observatorio. Tampoco se advierte que se haga lo conducente para dar la solución a los problemas que le competen.

4.2.3 Capacitación, confiabilidad y responsabilidad en el trabajo del Observatorio de Tacubaya

4.2.3.1 Problemática actual

Entre los problemas que se confrontan se encuentran la de falta de meteorólogos encargados de hacer observaciones; de no tener control de calidad en las mismas y de no ofrecerlo en las informaciones requeridas. el no ejercer inspecciones para la forma de llevar

a cabo el trabajo de los observadores, dejar de lado los intereses propios del observatorio; no se promover estudios en el empleo de la ciencia meteorológica y climática; dar prioridad al funcionamiento de la estación meteorológica automática en detrimento de la tradicional. Los encargados del observatorio reconocen los problemas que se tienen pero poco o nada se hace para remediarlos. El conocimiento de estos hechos, no deja de manifestar una imagen deprobable del observatorio, lo que mucho afecta el papel que podría desarrollar en el concierto de la ciencia en el país.

En el transcurso de este estudio, que dió inicio en el año de 1992, se advirtió un ligero cambio y hasta cierto punto un avance en la organización y funcionamiento del observatorio a raíz del interés que ha despertado la introducción de la estación automática.

Pero este avance es relativo y no cubre todos los aspectos que se relacionan con el observatorio. La visión de la funcionalidad holística y adecuada de este centro, no se hace presente y ello se refleja en el desarrollo de las actividades y los resultados que se obtienen.

El factor humano es esencial para que un observatorio camine sobre rieles, pero mucho se ha descuidado, lo demuestra la heterogénea información, no pocas veces descontinua, que se tiene a través de los instrumentos tradicionales con relación a la estación automática; la irresponsable actitud del trabajador vinculada a las observaciones y el desinterés por parte de los directivos para contratar y guiar a los subalternos a la falta de observaciones en días festivos y fines de semana, así los errores inajustables en las observaciones y que se detectan por las grandes discrepancias en las lecturas de lo automático y tradicional.

No está por demás señalar, que antes de la descentralización efectuada en 1985, a raíz de los eventos sísmicos, existía mayor número de observadores meteorológicos que resultaban en parte más hábiles y eficaces en su trabajo; pero después, al salir varios trabajadores de la ciudad hacia otros puntos del país, se advirtió un notable decaimiento en la calidad y capacidad de desempeñar las actividades relacionadas con la observación meteorológica y otros trabajos, porque no en todos los casos se quedaron en el observatorio los más calificados y porque la crisis económica que se ha dado no permite retribuir adecuadamente a nuevos trabajadores, que en tal circunstancia no resultan profesionales o son improvisados, pues los que tienen los estudios y la habilidad para realizar observaciones generalmente no aceptan este tipo de actividades. Con tal situación a los nuevos contratos

difícilmente se le puede exigir una responsabilidad de índole profesional y científica.

4.3 ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

4.3.1 Antecedentes generales

México, es un país relativamente joven lo que a experiencia y tecnología avanzada se refiere. Lo mismo en cuestiones científicas así como en el manejo y aplicación de las mismas. Existen no pocos artículos que se enfocan exclusivamente al tratado de los diversos campos de las ciencias, y la meteorología no es la excepción, ciencia que al contar con la adaptación de la máquina para el procesamiento de la información, ha tratado de superar fallas de carácter humano y aplicar la tecnología a sus actividades más importantes.

Para entrar en el campo de la modernización actual, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), fue instalada en 1992 una estación meteorológica automática. Con ella se ha tratado ahora de mejorar la obtención de registros diversos fenómenos meteorológicos y también subsanar la situación prevaleciente relacionada a precisión de datos y continuidad temporánea de los mismos.

Uno de los trabajos realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y de la Gerencia de Aguas Superficiales del Servicio Meteorológico Nacional, da a conocer en 1986 la nueva red de estaciones a nivel nacional que queda integrada por 400 de tipo climático y 200 de rango hidroclimatológico. El propósito de su formación no fue otro que el de modernizar las formas de tomar, procesar, reportar y almacenar los datos climáticos, así como satisfacer las necesidades de su demanda, brindando que fueran confiables y oportunos.

En el año de 1986, con relación a la red, el programa de modernización y sus repercusiones en los observatorios de superficie, se plantea el atraso tecnológico de la infraestructura de observación y telecomunicaciones, así como de los métodos de diagnóstico

y pronóstico dentro del Servicio Meteorológico Nacional.

Uno de los apartados del programa manifiesta la necesidad de "modernizar el instrumental y las telecomunicaciones de los 77 observatorios sinópticos de superficie, introduciendo equipo meteorológico electrónico de registro automático". (Romero Centeno J. Alejandro. (1990), p. 87).

En una segunda fase, el programa pretendía ampliar la red de observación; lo que permitiría en un momento dado, contar con una cobertura adecuada a nivel nacional, en donde los observatorios meteorológicos se incrementarían a 103.

Agrega que las estaciones automáticas, se utilizarían para "los observatorios de la red sinóptica de superficie, tales estaciones contaría con sensores para la medición de las variables atmosféricas principales, y además, de una microcomputadora que realizaría la codificación de los datos en el formato del mensaje SINOP, permitiendo al observador introducir, a través del teclado, los datos adicionales que no es posible obtener mediante sensores". (Romero Centeno, J. Alejandro. (1990), p. 87).

Otros estudios que realizó el Departamento de aguas superficiales, plantearon algunos propósitos para solventar las necesidades de la Institución (SMN), como los siguientes:

"Que los datos fueran registrados con veracidad, a tiempo y sin interrupciones a lo largo del año.

Que dichos datos se reportaran en el menor tiempo posible y por un medio confiable.

Que se tuviera la capacidad de que una vez recibidos los datos se pudieran almacenar y procesar por medio de sistemas de cómputo para una mayor integración e interpretación de ellos". (Departamento de Aguas Superficiales, SMN).

Por su parte un documento técnico desarrollado por el Servicio Servicio Meteorológico Nacional, consideró que la opción para cubrir con las observaciones anteriores sería la de implementar de una nueva red de estaciones (de tipo automático), argumentado algunas de las ventajas siguientes:

- a) "Un funcionamiento continuo las 24 horas del día y durante todo el año, evitando así la falta de observaciones por diversas cuestiones.
- b) La manipulación a través de un solo operador.
- c) Una infraestructura óptima y operativa (...).

- d) Recepción de datos ya procesados*
- e) Obtención de variables en un tiempo mucho más corto que con el sistema convencional, hasta ahora aplicado, ya que transmiten a una plataforma recolectora de datos vía satélite.*
- f) Desarrollo de los mismos criterios de observación en todo el país.*
- g) El formato de datos, compatible con otros sistemas de cómputo, es decir, que se puede trabajar con ellos.*

A pesar de las ventajas antes mencionadas con respecto al equipo automático, se presentaron también algunos detalles negativos a considerar o bien llamadas desventajas, de los cuales más adelante se hará mención.

4.3.2 Generalidades de las estaciones meteorológicas automáticas

Se define como una estación meteorológica automática a nivel mundial a aquella:

a) "estación en la que las observaciones se efectúan y transmiten automáticamente". (Vocabulario Meteorológico Internacional. (1992), s/p).

También, a la que a través de instrumentos efectúan y registra de manera automática diversas observaciones, y en caso necesario realiza conversiones directas a la clave que corresponde a una estación transcriptor. También cuenta con la potencialidad de poder insertar manuales.

b) "Estación en la que los instrumentos efectúan y transmiten o registran automáticamente las observaciones, realizando, en caso necesario directamente la conversión a la clave correspondiente o bien realizándose esa conversión en una estación transcriptor. También debe poder ser posible insertar datos por procedimientos puramente manuales". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

ROSSBACH de México, concibe a la estación meteorológica automática como:

"Un sistema de adquisición de datos, cuyas funciones son capturar y acondicionar las señales meteorológicas, que proporcionan parte de los sensores, disponiendo además de

diversas opciones para la transmisión de datos a distancias".

Queriendo destacar la importancia de las estaciones automáticas, existen opiniones como las de la compañía ROSSBACH de México, que fabrica estaciones meteorológicas automáticas, que señala: "ya es tiempo de que la información obtenida por años en los centros de investigación, tanto del Sector Público como privado, sea recopilada automáticamente (para...) tener parámetros reales de los impactos meteorológicos, climáticos e hidrométricos. Argumenta que, por ello, la empresa se ha dedicado al desarrollo por más de tres años de una estación confiable, de bajo costo y con rendimiento".

A este respecto, mi experiencia señala que en cuanto al costo y rendimiento se puede pensar que cumple con su objetivo, pero por lo que respecta a confiabilidad, es difícil precisarla, ya que muchos son los factores que pueden impedir que ésta se de.

Agrega la compañía, que entre las funciones que este tipo de estación automática podría realizar, están:

a) "La adquisición y el procedimiento de las variables correspondientes a los fenómenos meteorológicos de evaporación, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura ambiente, precipitación pluviométrica, radiación solar, dirección y velocidad del viento". La información adquirida se almacena temporalmente en un bloque de memoria (RAM), y posteriormente se transmite a una computadora de tipo PC (computadora personal), mediante comunicación serial.

A pesar de ser únicamente fabricantes y cuidar el aspecto técnico de sus equipos es importante lo que indican sobre las condiciones geográficas del sitio donde se le va a dar uso a las estaciones automáticas; al respecto opinan que "el conocimiento de las condiciones del clima de una región determinada debe ser tomado en consideración al construir edificios, elaborar proyectos portuarios, trazar líneas de alta tensión, etc. Para tal efecto se construyen equipos especiales diseñados totalmente por compañías extranjeras, cuyas características de fabricación no se apegan a las condiciones del territorio nacional o involucran partes de difícil adquisición que al fallar provocan la baja del equipo".

Existen otros usos que no son exclusivamente del área de meteorología, ya que también se han diseñado y fabricado con el objeto de cubrir la mayor parte de los campos de

investigación y análisis en las áreas de climatología, hidrología, agrometeorología, análisis eólicos, estudios de emisión y difusión de contaminantes, energía solar, etc.

Otros comentan que "las estaciones meteorológicas automáticas sirven en general para complementar la red básica de observaciones manuales. Proporcionando datos de lugares de difícil acceso o inhóspitos o, de las estaciones dotadas de personal, efectuando observaciones fuera del horario normal de trabajo de los observadores". Agregan que su distribución debe ser consecuencia de un plan coordinado y definido que proporcione datos a los usuarios en la forma solicitada; mantenerse un contacto "con los usuarios con el fin de establecer una lista de todas las necesidades de los mismos y desarrollar los medios prácticos para satisfacer esas necesidades". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Un aspecto importante y que se debe considerarse es que "los datos suministrados por los sistemas automáticos no son idénticos a los que obtiene un observador que efectúe las mismas mediciones. Intentar reproducir, mediante sistemas instrumentales automáticos, la depuración subjetiva que un observador impone a los datos que mide, supone un enorme, largo y costoso trabajo". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Un ejemplo de lo anterior, lo ilustran, la medida de la visibilidad y la del viento en superficie, en donde la visibilidad depende no tan solo de la atmósfera, sino también del emplazamiento y del tamaño, tipo y distribución de los objetos que sirven de referencia para determinar tal visibilidad. También influyen factores fenológicos y psicológicos propios de los observadores, entre los que están la habituación de los objetos o su adaptación a las condiciones del entorno, particularmente en la noche.

Con relación a la medición del viento determinada por algún observador a través de lecturas analógicas y un cuadrante, generalmente es distinta a la del promedio instrumental calculado por el propio sensor en los mismos períodos. Tales diferencias están influenciadas por la frecuencia de como se dan los datos, el tipo de aplicación instrumental automática y la forma de leer del observador con respecto a la escala en el momento de la lectura.

Al comparar observaciones con instrumentos de un sistema automático y otro tradicional, se llega a concluir que el proyectista o asesor de un sistema automático debe considerar características predeterminadas, y no medir como lo hace un observador de instrumentos

tradicionales.

Con el objeto de contar con información continua de la lluvia, temperatura, presión, velocidad y dirección del viento, así como de la humedad relativa, que se presenta a nivel nacional, la Comisión Nacional del Agua (CNA), cuenta con una red de 65 estaciones meteorológicas automáticas, instaladas como parte del programa de modernización del Servicio Meteorológico Nacional.

Para tal fin, se hace indispensable mantener en buenas condiciones, tanto los instrumentos de medición y transmisión de datos, como las instalaciones físicas de las estaciones. Para esta tarea se contratan servicios de una empresa especializada que garantizara la operación de la red, así como la conservación de las estaciones e instalaciones, incluyendo el mantenimiento y las correcciones.

4.3.3 Tipos de estaciones automáticas

Por la función que realizan las estaciones automáticas, se clasifican en: estaciones que proveen datos en tiempo real (es decir, al momento), y estaciones que registran los datos para posterior análisis. Las que obtienen datos en tiempo real proporcionan los de tipo sinóptico (determinadas horas), para su utilización en los aeródromos y para el seguimiento de situaciones críticas de alerta, tales como tormentas, niveles de ríos o alturas de mareas.

En el caso de las segundas, la aplicación de los datos en tiempo diferido, están vinculadas a observaciones en las estaciones climatológicas o a condiciones ambientales donde es indispensable detectar situaciones de peligro a rangos relativamente largos. (por ejemplo, condiciones atmosféricas que originan las enfermedades de las plantas).

En ocasiones se requiere que las estaciones automáticas operen sin personal presente durante largos periodos, tanto en tierra como en el mar. Para ello se utilizan fuentes de energía. También deben ser capaces de resistir las más adversas situaciones meteorológicas.

La evaluación de los costos del sistema para tales objetivos que se proyecten a futuro, se

obliga a tener un conocimiento cabal de la naturaleza del trabajo que se pueda desarrollar.

Importante es lo relativo a gastos de amntenimiento de la red, ya que sería deseable que no fueran tan altos como los de adquisición, particularmente si se trata de sistemas marítimos que requieren de estaciones automáticas.

En la actualidad, el Observatorio Meteorológico de Tacubaya, cuenta con una estación meteorológica automática, en tanto que el Servicio Meteorológico Nacional puso en marcha una estación climatológica automática que se encuentra localizada en el mismo sitio de emplazamiento de la meteorológica, sin embargo, el uso de ésta no es el mismo en relación a la anterior, pues desde la forma de reportar los datos, procesarlos, el tiempo en que reporta sus registros e inclusive el uso son muy diferentes.

De acuerdo a ciertos comentarios, la estación climatológica automática tiene algunas desventajas que van desde la forma de procesar la información meteorológica, puesto que el manejo de la misma requiere de algunas fases que presentan mayor tiempo, así como un equipo extra para la obtención de la información.

A continuación, el cuadro muestra las desigualdades que se observan entre los dos tipos de estaciones; en el cual se ven de manera muy general las características de cada una de ellas.

TIPO DE ESTACIONES	ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA	ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA AUTOMÁTICA
SENSORES	<i>Temperaturas de suelo y de subsuelo, temperatura ambiente, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica, irradiación, dirección y velocidad del viento.</i>	<i>Temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación, dirección y velocidad del viento, nivel de agua.</i>
MARCA	<i>ERICSSON (armó)</i>	<i>ANAHUAC armó e instaló</i>
TRANSMISIÓN	<i>Via satélite c/3 hrs.</i>	<i>Via satélite</i>
MANEJO DE DATOS-INTERVALO	<i>C/10 min.</i>	<i>C/15min.</i>
SITIO DE EMPLAZAMIENTO	<i>Observatorios meteorológicos de superficie.</i>	<i>En sitios de todo el país.</i>
MODO DE EXPLOTACIÓN	<i>PC (CÍCLOPE) y/o impresora, módulo. Posteriormente el programa llamado TITÁN</i>	<i>Instalar un computadora personal portátil, (programa de comunicación). En México "SAMIC"</i>
SUPERVISIÓN	<i>Observadores</i>	<i>No es regular (Gerencias c/2 meses).</i>
APLICACIONES	<i>Capacidad de elaboración de informes sinópticos.</i>	<i>Reconocimiento de las condiciones climáticas del sitio de su emplazamiento.</i>

Cuadro no. 4.2 Tipos de estaciones automáticas

Como diferencia importante se advierte que en una estación meteorológica automática se utiliza exclusivamente en los observatorios que forman la red de superficie del Servicio Meteorológico Nacional, en tanto que una climatológica automática se instala en cualquier parte del territorio nacional.

4.3.4 Condiciones de emplazamiento de las estaciones meteorológicas automáticas

La situación física, donde se resguarde una estación meteorológica automática, debe considerar las siguientes condicionantes de sitio antes de su emplazamiento, pues depende de éstas, su buen funcionamiento.

Se ha establecido por la OMM, que una estación meteorológica automática debe "quedar fuera de la influencia inmediata de árboles y edificios y en (tal posición ...) que (propicie condiciones reales de los meteoros de la estación de los meteoros ...) colindantes".

En particular, la Estación Meteorológica Automática de Tacubaya, no cumple con este requisito puesto que se encuentra situada en la azotea del edificio, ubicado en una zona totalmente urbanizada rodeada de otros inmuebles que inciden en las mediciones que ésta registra; presenta un emplazamiento muy semejante al del observatorio tradicional, donde las condiciones físicas del sitio, no son las más adecuadas para evaluar de manera correcta el comportamiento de los elementos atmosféricos. Implantada en una base de cemento a una altura menor de 5 metros con respecto al emplazamiento del equipo tradicional, sus sensores guardan condiciones descuidadas, como es el caso del sensor de temperatura bajo suelo.

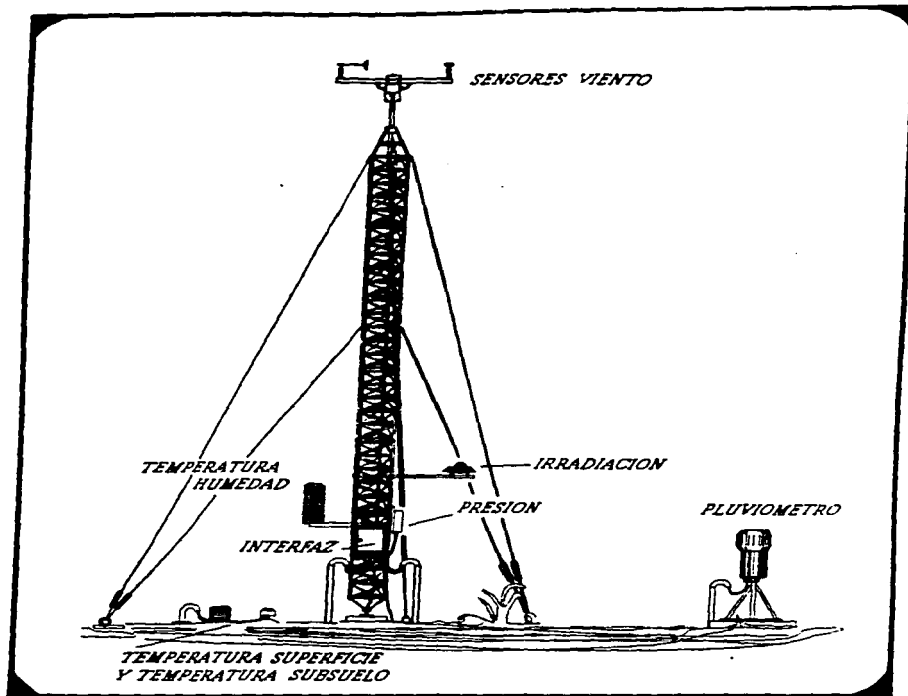


Fig. 4.14 Instalación general de la estación meteorológica automática

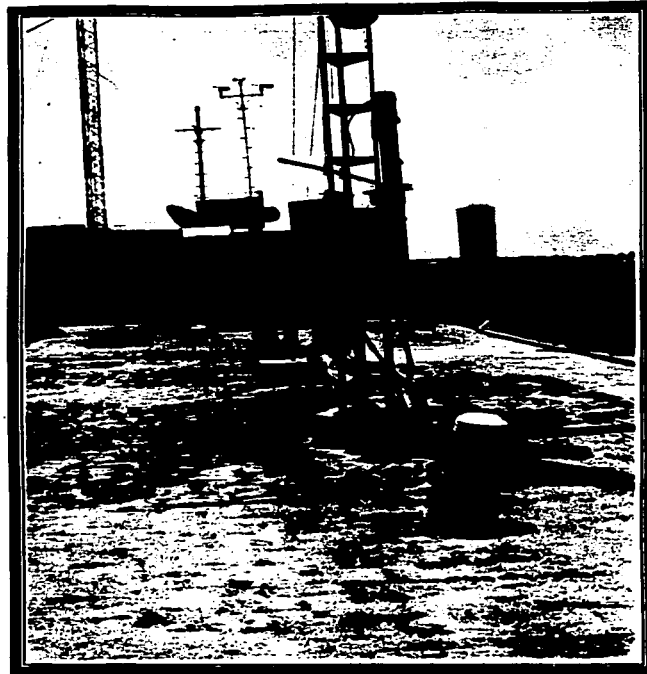


Fig. 4.15 Vista del emplazamiento de la estación meteorológica automática de Tacubaya, al fondo se observa parte del equipamiento tradicional entre ellos, la garita y los aparatos indicadores del viento.



Fig. 4.16 Sensores de la estación meteorológica automática

La OMM señala que si la naturaleza del suelo o de la roca lo permitirá "instalar de forma poco costosa el sistema y todos sus componentes", sin embargo, en Tacubaya, la condición anterior no se cumple.

También se indica que si se cuenta con energía eléctrica es posible instalar grupos eléctricos adecuados.

A este respecto, Tacubaya cuenta con la energía necesaria, pero no está exenta de interrupciones que frecuentemente se dan y que afectan la continuidad en el funcionamiento de las instalaciones, además de que causan una paralización parcial o total de las actividades.

Asimismo se señala que debe disponer de medios de telecomunicación. Con relación a esto, Tacubaya como es la Estación Meteorológica Central no adolece de dichos medios para su funcionamiento.

En cuanto, si el lugar es accesible para el mantenimiento de la estación o si su costo es elevado, esto resulta relativo, ya que a pesar de encontrarse en un centro de operación donde se encuentran los técnicos que pudieran corregir alguna falla, hay ocasiones en que resultan errores o fallas, que no pocas veces pasan desapercibidos, particularmente en lo relativo al mantenimiento correctivo, así como en el preventivo.

Con relación a lo anterior, el problema que se presenta en Tacubaya es que cuando uno de los sistemas falla, ya no se puede contar con la información meteorológica correspondiente al período de tiempo que se presenta la falla, por lo que en éste caso, la estación meteorológica no manifiesta la seguridad de continuidad que se requiere en el trabajo meteorológico.

4.3.5 Partes que integran la estación meteorológica automática de Tacubaya

La estación automática tiene una estructura que consiste básicamente es un conjunto de sensores, aunados a las partes que le permiten procesar y hacer entendible la información meteorológica que ésta genera.

Las siguientes fotografías muestran los componentes de la estación meteorológica automática de Tacubaya.

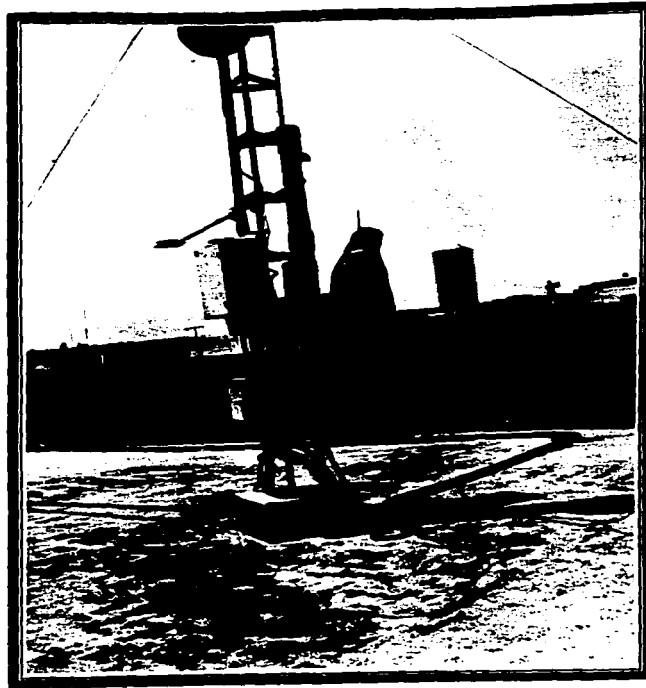


Fig. 4.17 Sensores que conforman a la estación meteorológica automática.

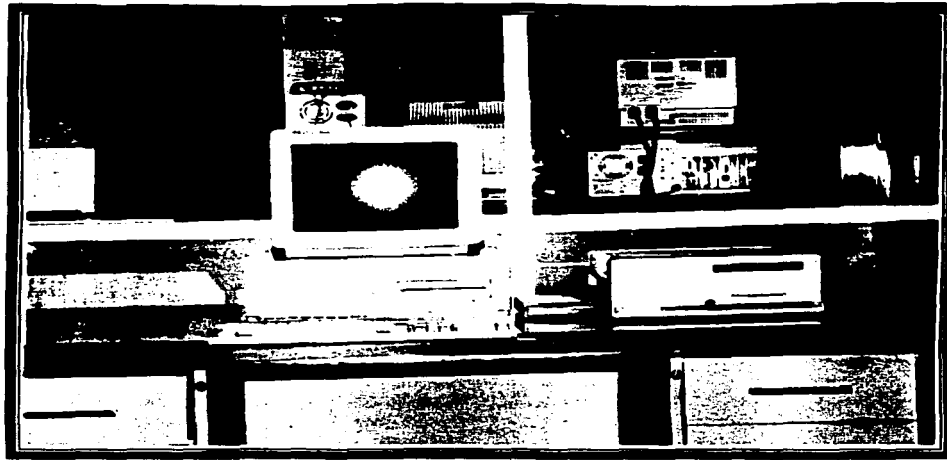


Fig. 4J8 Fotografía del modem de la estación meteorológica automática donde se reciben los datos meteorológicos, así como de la computadora, a la izquierda, que permite tratar y observar los datos y gráficas con que cuenta la estación. Dicha parte se localiza dentro de la primera sección del Observatorio de Tacubaya.

De acuerdo a la OMM, "todas las estaciones meteorológicas automáticas, están dotadas de un conjunto de sensores conectados con un sistema de interrogación, un sistema de acondicionamiento de señales y con un sistema de transmisión y/o registro". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

En cuanto a los sensores, señala que son la parte fundamental de una estación, ya que son los responsables de registrar los elementos meteorológicos de la atmósfera. Un sensor se define como "un dispositivo que proporciona una señal eléctrica de salida como respuesta a un estímulo determinado de entrada".

Entendiéndose por estímulo de entrada a "la magnitud de la cual se desea una réplica o

"señal eléctrica", la cual consiste en un voltaje, corriente o frecuencia. (Sociedad Española de aplicaciones cibernéticas. S.A. s/p).

Los sensores basan su funcionamiento en fenómenos físicos, a los que se relacionan magnitudes eléctricas (una resistencia) y no eléctricas (temperatura).

Esta relación en particular conforma la base para la construcción de un sensor de temperatura.

La finalidad de utilizar sensores en las estaciones automáticas, es el "tratar de conseguir cierto grado de homogeneidad" entre éstos y los de "las estaciones tradicionales con cuyos datos se van a combinar los procedentes de las estaciones automáticas. Pero, las diferencias fundamentales y características entre las observaciones automáticas y las personales son tales", que resulta difícil adaptarlos. Por lo que se sugiere "aplicar sensores que tengan la particularidad de adaptarse al proceso de datos de modo automático, y determinar entonces en caso necesario, las eventuales diferencias significativas que puedan existir entre las observaciones así obtenidas y los datos manuales complementarios". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

4.3.6 Los Sensores de la estación meteorológica automática de Tacubaya

La estación meteorológica automática de Tacubaya consta de siguientes sensores:

- 1) de temperatura ambiente, de subsuelo y de superficie**
- 2) de presión atmosférica**
- 3) de humedad relativa**
- 4) de precipitación**
- 5) de irradiación**
- 6) de viento, velocidad y dirección**

1) Sensor de temperatura ambiente

Como sensores de temperatura ambiente se pueden utilizar todos aquellos que trabajan satisfactoriamente en el intervalo de temperatura correspondiente, se puede establecer con cierta libertad, entre "-30 °C y +50 °C", si entendemos por temperatura ambiente la que marca un termómetro a la intemperie y protegido de radiación solar directa.

Los sensores más adecuados para medir la temperatura en este intervalo resultan de tipos diversos³, sin embargo los de "termistor o resistencia de coeficiente negativo de temperatura ocupan un lugar destacado por su sensibilidad, fiabilidad y precio". (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas, S.A. s/p). Para las características técnicas de medición de la temperatura⁴ se establece un rango no solo para el sensor de temperatura ambiente, sino también para los termómetros de temperatura de subsuelo y de superficie.

⁴ Entre los tipos de termómetros que se utilizan se encuentran:

- Termómetros de resistencia de platino,
- Termómetro de termopar,
- Termómetros de resistencia de coeficiente negativo de temperatura (NTC) o termistor,
- termómetros semiconductores". (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas).

⁵ Características técnicas del sensor de temperatura.

- "Sensor marca THIES, basado en PT 100.
- Variación térmica: 0,04 ohm °C.
- Rango de medida: -30 ± 70 °C.
- Salida: Resistencia variable con temperatura 0 °C = 100 Ohm".

Sensor de temperatura del subsuelo y superficie
Características

- "Sensor SEAC, basado en PT 100.
- Variación térmica: 0,04 ohm °C.
- Rango de medida: -30 ± 70 °C.
- Salida: Resistencia variable con temperatura °C = 100 Ohm.
- Precisión: 0,3 °C a 0 °C. (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas.).

2) Sensor de la presión atmosférica

Existe una diversidad considerable de dispositivos fundados en las cápsulas aneroides o diafragmas para medir la presión, la cual tiene cambios importantes debido a la vez a las diferencias de temperatura.⁵

Un problema a considerar en relación al registro por parte de una estación meteorológica automática, es el que se refiere a la exposición del sensor, debido a que es vulnerable a los efectos de la intemperización, por ello se coloca dicho sensor dentro de un recipiente. "Consecuencia de ello es que el flujo de aire a través de un sencillo tubo de ventilación con el extremo abierto, dará lugar a efectos de Venturi que provocan errores de presión significativos y por ello resulta necesario hacer uso de un dispositivo conocido con el nombre de toma de presión estática, que evita este problema". En cuanto a las características técnicas del sensor de presión,⁶ presenta una precisión bastante buena, pues inclusive es uno de los elementos meteorológicos que presenta un menor grado de diferencia con respecto al tradicional. (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

3) Sensor de la humedad relativa

⁵ *"Los efectos de la temperatura en los sistemas aneroides pueden ser importantes y no son fáciles de superar. Un coeficiente de temperatura equivalente a un cambio de la presión indicada de 0,9 hPa en el intervalo de temperaturas de +5 °C y a 35 °C se considera satisfactorio en los climas templados para dicho intervalo". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).*

⁷ *Características técnicas del sensor de presión atmosférica:*

- * *Rango de medida: 750 a 1,200 mb.*
- * *Precisión estática: +/- 0,1 %.*
- * *Precisión de operación: +/- 0,3 mb/-10 °C +40°C.*
- * *Temperatura de operación: -40 °C a 83 °C.*
- * *Resolución: 0,1 mb.*
- * *Salida: Pulsos electrónicos de anchura fija y frecuencia dependiente de la presión atmosférica. Compensación interna de temperatura". (Sociedad Española de Aplicaciones Científicas. s/p).*

De las variables que mide la estación automática se encuentra tanto la humedad relativa como absoluta, que siguen siendo difíciles de medir.

Sin embargo, "actualmente, se dispone de sensores para la medida de la humedad que en un principio se habían pensado para fines de control del medio ambiente. Algunos de ellos pueden servir para las mediciones meteorológicas, pero la mayoría no funcionan de manera satisfactoria en lugares sin vigilancia". (Organización Meteorológica Mundial (1990), s/p).

La Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas, reitera lo difícil que es medir la humedad relativa a través de un sensor y comenta que sucede lo mismo con su conversión a una magnitud eléctrica.

Características del sensor de humedad relativa

De acuerdo con la compañía que fabrica dicho sensor, este presenta algunas características técnicas específicas.⁷ En ellas se puede observar una gran sensibilidad del sensor así como un rango de medida amplio en relación al tradicional, que va desde un 10 % de humedad hasta un 100 %.⁸

⁷ Características del sensor de humedad relativa.

- * Sensor marca THIES de haz de cabellos con tratamiento S-Higrofix.***
 - * Sensibilidad: 1 % Humedad Relativa.***
 - * Precisión: 2 %.***
 - * Rango de medida: 10 ... 100 % Humedad Relativa.***
 - * Salida: Resistencia lineal de 0 ... 200 Ohm".***
- (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas. s/n).*

⁸ "Sensor marca THIES de haz de cabellos con tratamiento S-Higrofix, sensibilidad 1 %, Humedad Relativa, precisión 2 %, rango de medida de 10 ... 100 % humedad relativa". (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas. s/n).

4) Sensor de precipitación

Para realizar las medidas de precipitación, por parte de una estación automática, el equipo más generalizado que se usa también para las estaciones meteorológicas automáticas, es el pluviómetro de depósito basculante. En él, cada vez que "se llena de lluvia un depósito, él mismo se vuelca y genera un impulso eléctrico digital. La cantidad de lluvia recogida cada vez está comprendida entre 0,1 mm y 0,5 mm de lluvia".

Se dice que "un pluviómetro de este tipo, se ensucia rápidamente con desperdicios tales como hojas, arena, excremento de pájaros". Sin embargo ahora se tiene un modelo reciente de pluviómetro, "capaz de indicar tanto la intensidad como la cantidad total de lluvia acumulada en un período determinado". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Según la Sociedad Española de aplicaciones cibernéticas, para obtener la medición exacta, en tiempo real y durante todo el año de las precipitaciones (llovizna, lluvia), el sistema de balancín cuyas características técnicas⁹, le permiten ser el más preciso.

La resolución del balancín, es de 0,1 mm de precipitación, y su intensidad máxima medible hasta de 7 mm/min.

¹⁰ Las características que la compañía que fabrica estos sensores establece para el sensor de precipitación las siguientes:

- En cuanto a "Intensidad máxima: 7mm/min.
- la resolución de 0,1 mm/lin.
- Precisión: $\pm 3\%$ a 0,6 mm/linp.
- Máxima Intensi: 6 mm/min". (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas, s/n).



Fig. 4.19 Sensor de precipitación de la estación meteorológica automática de Tacubaya.

5) Sensor de Irradiación

Medir la radiación es algo de lo más difícil si se quiere exactitud y precisión por medios automáticos. Uno de los problemas es de tipo técnico, ya que "los sensores son generalmente de tipo analógico y dan como señal de salida ciertas tensiones muy pequeñas que varían continuamente. Esas tensiones son muy sencibles a las interferencias electromagnéticas en los cables conductores de la señal, cuya longitud debe ser, en consecuencia, reducida". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Pero el caso específico de la estación meteorológica automática de Tacubaya, cuenta con un sensor que presenta las siguientes características técnicas:

"Rango de longitud de Onda de 305 a 2.800 nm., sencibilidad de 4 a 6 $\mu\text{V}/\text{W m}^2$.

resolución de 1 W/m², tiempo de respuesta 24 seg. para el 99 % del valor final, dimensiones de 150 O - 80 mm (altura), un peso 830 grs." (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas. s/n).

La Organización Meteorológica Mundial señala la existencia de sensores que miden la insolación, donde dice que "hay un cierto número de sensores que permiten medir la duración de la insolación de modo automático (Cook, 1975); (Magnusson, (1980). Sin embargo, ninguno de ellos da resultados conformes a los del heliógrafo clásico de Campell-Stokes".

6) Sensores de viento

Otro elemento meteorológico que registra la estación automática es el viento, el cual consta de dos sensores, uno realiza la medición de la dirección del viento y otro la velocidad del mismo. Consta de una cruceta donde se localizan los dos sensores, se conforma de un "soporte de aluminio de 1,2 metros de longitud con conectores polarizados para recibir los sensores de dirección y velocidad del viento cableada interiormente". (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas. s/n).

a) Sensor de velocidad del viento

Lo integran anemómetros tradicionales de cazoletas o de hélice en sistemas implantados en estaciones meteorológicas automáticas.

Los sensores de velocidad del viento, están constituidos generalmente, por "tres cazoletas semiesféricas o cónicas, montadas en los extremos de tres brazos separados 120 ° C entre

sí, y normalmente a un eje vertical, al cual hacen girar bajo la presión del viento".¹⁰ (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas. s/p.).

Según la Organización Meteorológica Mundial, entre "los principales problemas relacionados con la medición automática de la velocidad del viento, resultan de la toma de datos y depuración de las señales del anemómetro". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p). Existen otras características a nivel técnico que indica la compañía que se encarga de la fabricación, las cuales nos dan una visión más clara del comportamiento de este tipo de sensor.¹¹

b) Sensor de la dirección del viento

Lo constituyen veletas, que van dotadas de un sensor de posición angular, montado sobre el eje, que indica de forma analógica o codificada digitalmente la dirección del viento, "cifradas generalmente en una u otra forma de la clave Gray". (Van Cauwenberghe y otros autores. (1980), s/p.).

Existe "otro tipo de sensor, es el codificador digital óptico. Los codificadores de este tipo construyen los ceros y unos con ayuda de generadores y detectores luminosos dispuestos a uno y otro lado del disco". Este presenta otras características de tipo técnico¹² que dan

¹¹ De acuerdo a la Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas, "los anemómetros más sencillos usan un sistema óptico constituido por un disco ligero horadado en su superficie de forma que interrumpe o no un haz luminoso producido por un diodo emisor de luz. Como detector se utiliza un fototransistor. La señal de salida del anemómetro es un tren de impulsos de frecuencia proporcional a la velocidad del viento".

¹² El sensor de velocidad del viento presenta entre otras cualidades de carácter técnico, con un "dispositivo optoeléctrico por corte de haz de luz, sensibilidad de 0.3 m/s, resolución de 0.05 m/s, precisión de $\pm 2\%$, intervalo de medida hasta 50 m/s, distancia máxima entre sensor y terminal de 15 metros con un consumo aproximado de 300 mW, con una salida de pulsos electrónicos de anchura fija y frecuencia dependiente de la velocidad del viento, con 20 impulsos por vuelta. (1 vuelta = 1 m de recorrido)". (Subgerencia de Telecomunicaciones y Redes de Observación. (1995). s/p).

¹³ El sensor de dirección de viento cuenta de una estación meteorológica automática consta de las siguientes generalidades técnicas:

- * Sensibilidad 0,1 m/seg.
- * Factor de amortiguamiento 0,6.
- * Precisión 1,41°C.
- * Rango de medida 0... 360 °C.

un conocimiento más amplio de la forma en que trabaja el sensor.

En cuanto a la "la elección del intervalo de toma de datos y del momento de promediar las medidas de viento en los sistemas de observación automáticos, dependen de la máxima frecuencia presente en la estructura del viento que se desea reflejar con el resultado del cálculo. Esta, a su vez depende de la aplicación que se vaya a dar a los datos procedentes del sistema. La OMM recomienda un tiempo de diez minutos para establecer ese promedio en el caso de las observaciones sinópticas". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La estación meteorológica automática de Tacubaya cuenta únicamente con los sensores antes mencionados. Sin embargo, existen otras estaciones meteorológicas que además de los sensores anteriores presentan otro tipo, tales como el de nubosidad, el cual mide la cantidad de nubes que se presentan en el momento de la observación meteorológica; o climatológica, al respecto se comenta que "todos estos sensores fácilmente pueden dar lugar a indicaciones erróneas a causa de los ecos de la precipitación o del escurrimiento a nivel del suelo, como en caso de niebla. Los sensores tienen también la falla de que muestran la nube sólo en una zona muy pequeña del cielo, directamente por encima del detector o la fuente, según la configuración. Cuando se envía a un usuario distante dicha información, ésta puede ofrecer una imagen peligrosamente incorrecta del estado del cielo, especialmente si los datos se van a emplear con fines aeronáuticos".

Además, "normalmente todos estos sensores consumen importantes cantidades de energía y no pueden emplearse, por lo general, a no ser que se disponga de un suministro de energía clásico".

Otro sensor que suelen tener algunas estaciones automáticas es el que mide la visibilidad, el cual presenta una gama de instrumentos, divididos en dos categorías principales:

a) "Los transmisómetros, que miden el coeficiente de extensión del trayecto atmosférico sobre el que operan;

* Consumo ≈ 400 mW.

* Distancia máxima entre interfaz y sensor 15 mts. (a interfaz).

* Salidas 8 canales: lógicos, código Gray, con niveles de 0 e 5.

(Continúa. Españoles de aplicación: Cibernéticas. S.1.).

b) Los nefolómetros, que miden la cantidad de luz difundida en una dirección o direcciones determinadas, a partir de las partículas que, por lo general, constituye un volumen muy pequeño de la atmósfera". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p). Sin embargo, ambos tipos de instrumentos, consumen mucha energía.

4.3.7 Otras partes que conforman una estación automática meteorológica de Tacubaya

La estación automática cuenta con algunas partes esenciales en su estructura y son las siguientes: A) el interfaz de campo, B) el módulo principal y C) los periféricos opcionales.

A) El Interfaz de campo "consiste en una caja de intemperie perfectamente aislada, la cual aloja las tarjetas transductoras de los sensores y realiza las conexiones necesarias".

Tiene como propósito, "enlazar los diferentes sensores con el módulo principal, transformando las señales recibidas de aquellos en señales lógicas, que gobernadas por éste, permiten el envío por líneas de comunicación de las diferentes mediciones realizadas".

B) Módulo Principal que funciona como una "unidad central, y ejecuta continuamente un programa que tiene almacenado en sus memorias al ritmo que le marca un reloj interno".

"En este módulo, una vez recogidos los datos durante un período de tiempo que puede ser de diez minutos, media hora, una hora, etc. dependiendo de la programación que se le dió, se almacenan en la memoria reservada a tal efecto dichos datos, siendo grabados en el disco cada ocho horas". (Subgerencia de Telecomunicaciones y redes de observación. (1995), s/p).

El módulo principal, consta de las siguientes partes:

- a) *Alimentación del Sistema.*
 - b) *Módulo de entrada/salida paralelo.*
 - c) *Módulo CPU (computadora personal), este controla el display, en donde se visualizan los datos localmente.*
 - d) *Módulo de comunicaciones.*
 - e) *Sistema de almacenamiento de disco que "se encarga a través de un software interno, de servir de unión entre la unidad de disco y el resto del módulo; de esta forma, podemos realizar el amacenamamiento de grandes cantidades de datos en disco". (unidad de grabación).*
 - f) *Sistema de visualización, "formada por una pantalla de cristal líquido; permite visualizar en dos líneas de 40 caracteres alfanuméricos informaciones como: fecha, hora, temperatura, humedad, precipitación, velocidad media del viento, etc."*
 - g) *Unidad de operación, integrada por ocho "botones y un interruptor con llave de seguridad".*
- C) *Los periféricos, se refiere a la forma de obtener y trasmitir los datos, por otra parte, "en los observatorios donde existe línea telefónica se puede instalar un modem de respuesta automática". (Subgerencia de Telecomunicaciones y Redes de Observación. (1995), s/p).*

4.3.8 Características de la información meteorológica automatizada

Un aspecto importante en el manejo de las estaciones meteorológicas automáticas, es su manipulación según su capacidad.¹³ Este tipo de estaciones permiten realizar "la manipulación o tratamiento extremadamente afinados de los datos". "La detección automática de una variable que fluctúa rápidamente produce un gran número de datos originales aislados que conviene filtrar y promediar en cierto grado". (Organización Meteorológica Mudial. (1990), s/p).

¹³ *Los efectos que ocasionan la normatividad y representatividad en los datos de las estaciones automáticas en la medición final, provocaran seguramente, diferencias entre los tratados por medios electrónicos y los datos obtenidos por medio de instrumentos y procedimientos manuales.*

"La cuestión de determinar cuáles son los algoritmos de filtrado y de cálculos de promedios que hay que aplicar a los distintos tipos de medidas, plantea problemas de normalización y representatividad del resultado final que por lo general ni han sido objeto de consideración ni han merecido una aceptación general". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

En lo que se refiere al control de calidad en los datos que se obtienen en una estación meteorológica automática, la OMM, dice que "es una función vital de las diferentes fases de proceso de la estación. Cualquier dispositivo que esté recogiendo muestras de un flujo de datos puede ser afectado por los ruidos y esto es particularmente cierto cuando se trata de sistemas electrónicos". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Tanto las interferencias electromagnéticas como los efectos de los rayos, pueden o no ser detectados durante las operaciones de control de calidad, sin embargo se agrega que: "la información producida por el ruido no debe ser aceptada como válida en los cálculos efectuados por la estación meteorológica automática, ni debe ser incluida en los valores transmitidos". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La tecnología, es la que a cada hombre y país le permite avanzar de manera rápida o lentamente, sin embargo, es inobjetable que se trata de un elemento básico, y que sin él, nada funciona adecuadamente o de acuerdo con los requerimientos modernos. La energía, en el caso particular de las estaciones automáticas, permite su funcionamiento; ellas dependen, de un suministro importante de electricidad. Tanto es ésta dependencia, que al emplear una estación, se debe tener en cuenta entre otras cosas como el que "para mantener un sistema versátil y complejo, sólo la red general puede dar energía suficiente para el funcionamiento completo de la instalación, (y por ello ...) hay que tomar medidas para disponer de energía de emergencia, por lo menos para el sistema de relojería y aquellas memorias no permanentes que contengan datos recientes necesarios para iniciar el filtrado o las secuencias de control de la calidad". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

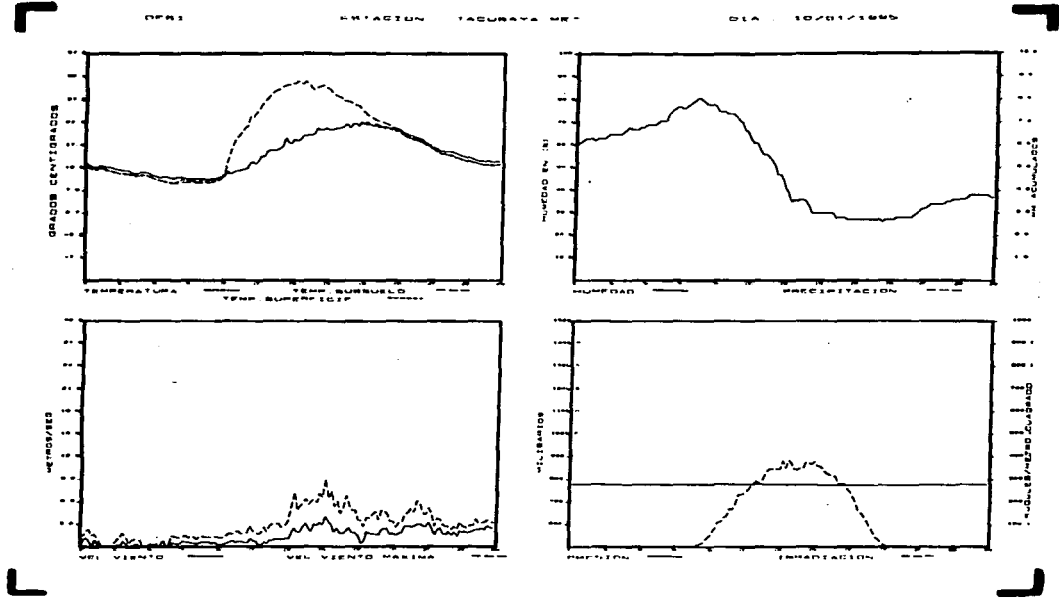


Fig. 4.20 Gráficas que representan el comportamiento de la estación meteorológica automática de Tacubaya.

4.3.9 Algunas desventajas que presentan las estaciones meteorológicas automáticas

Por las características que presenta el equipo automático, entre las cuales se encuentran la ausencia de personal dedicado a su operación, no deja de estar sujeto a afectaciones, es decir, que por ser una estructura que llama la atención y susceptible de ser dañada físicamente (panel solar, sensores, etc.), también las propias condiciones climáticas del lugar pueden representar un riesgo para ella (vientos fuertes, rachas, salinidad, etc.).

Una falla que presenta la estación meteorológica automática es la falta de continuidad en la información meteorológica. Lo cual disminuye la posibilidad de tomar dicha fuente como confiable para realizar estudios de carácter científico.

En Tacubaya existen serios problemas en relación a los datos de temperaturas extremas, ya que se presentan registros incongruentes al comportamiento que caracteriza un observatorio y sus condiciones atmosféricas.

Un problema notable se presenta cuando el programa que se instaló en la estación automática, y que permite leer visualmente cada uno de los elementos meteorológicos, queda fuera de servicio, lo cual si no se detecta de manera inmediata, provoca la discontinuidad de la información.

Otra desventaja es que "se tiende a considerar que las máquinas son infalibles y se cae en el error de tomar por buenas algunas mediciones erróneas". (Departamento de aguas superficiales. SMN. s/n).

Una desventaja considerable es cuando la estación automática presenta alguna falla en la corriente eléctrica pues ello genera un paro casi total del equipo, ya que la reserva solo se mantiene por un corto período de tiempo (aproximadamente de cuatro horas después de haberse interrumpido la corriente), lo que implica que si continua interrumpida la fuente de energía por más tiempo, se pierde toda la información meteorológica.

De acuerdo con el Departamento de Telecomunicaciones del SMM, estaciones automáticas meteorológicas como la de Tacubaya (corresponde a la marca ERISSON), están diseñadas para "formar parte de redes meteorológicas de superficie transmitiendo datos en tiempo

real (con ...) aplicaciones específicas: Meteorología Sinóptica, Meteorología Aeronáutica, Agrometeorología, Climatología e Hidrología". (Depto. Telecomunicaciones, S.M.N. (1994), s/p). Son las diversas actividades económicas las que determinan que se obtengan datos específicos, tales como las mediciones que realizan los sensores meteorológicos (velocidad y dirección del viento, humedad, temperatura, presión, insolación, etcétera.) almacenando los datos hasta que son distribuidos a diferentes usuarios locales, y a las estaciones de la red, que están integradas, pero cabe señalar que esto no siempre se da por el hecho de que falta continuidad en los datos, lo que no lo permite que se haga un uso absoluto y adecuado de este tipo de estación.

Cabe aclarar que las desventajas de este tipo de estaciones están en función del mantenimiento que se les de, así como de las condiciones que estas requieren para su instalación y funcionamiento.

Quienes realizaron la instalación de la estación meteorológica automática de Tacubaya, manifiestan que ésta tiene como "fin simplificar tareas de las observaciones meteorológicas de cada día, reduciendo la fatiga en la toma de datos y aumentando la eficacia del observatorio".

4.3.10 Cuidados de las estaciones automáticas

Cualquier equipo, a pesar de tener cierta autonomía, requiere de cuidados muy específicos, no solo en su manejo cotidiano, sino que se tenga un contacto directo con su estructura y mantenimiento por parte de los que trabajan en un observatorio.

El objetivo de cuidar las estaciones automáticas es el garantizar el funcionamiento de las mismas, mediante una rutina de revisión externa y limpieza, además de "conservar la estación en condiciones operativas normales". (Estaciones meteorológicas automáticas. Guía de cuidados. (1993). p. 1).

De acuerdo con el documento de la Subdirección General de Administración del Agua, las partes externas de la instalación de una estación automática, son las que generalmente

sufren el mayor deterioro, por lo que se deben mantener libres de polvo y de otros objetos.

Así como en las estaciones meteorológicas, climatológicas, observatorios y cualquier otro tipo de estaciones que se dedican a realizar observaciones meteorológicas, y hacen uso de instrumentos o aparatos de registro meteorológicos y requieren de un mantenimiento preventivo y correctivo para su buen funcionamiento, la estación meteorológica automática necesita también tales cuidados.

4.3.10.1 Mantenimiento de las estaciones meteorológicas automáticas

En general, existen dos tipos de mantenimiento los cuales también se aplican a este tipo de estaciones, los cuales se dan a conocer como sigue:

a) Mantenimiento preventivo

***Revisión de instalaciones.** Que consiste en la verificación del estado físico del montaje y componentes de la estación, además de la instalación eléctrica, de tierra, pararrayos y cableado.*

***Limpieza.** Que atañe a la cubeta del pluviómetro y al retiro del sitio.*

***Verificación de funcionamiento.** Que consiste en revisar que la estación esté operando correctamente, mediante el análisis de los datos observados.*

***Calibración de sensores.** Que corresponde a mediciones con instrumentos patrones a fin de compararlas con las obtenidas por la estación y realizar los ajustes pertinentes.*

***Pruebas de comunicación.** Que consiste en verificar que los diferentes medios de comunicación operan correctamente.*

b) Mantenimiento correctivo

Diagnóstico. *Que debe realizarse cuando se presente alguna falla, analizando las posibles causas, para determinar si la falla está cubierta por la garantía del fabricante o por el seguro. El resultado de este análisis, se debe documentar adecuadamente a fin de que la Comisión Nacional del Agua, proceda a la reclamación correspondiente con el fabricante o la compañía de seguros.*

Preventivas. *Al identificarse una falla o problema mayor durante las visitas de mantenimiento preventivo, el proveedor deberá sustituir la(s) parte(s) que presenten problema.*

Problemas recurrentes. *Se refiere a la continuidad de los problemas, con un componente o de un mismo tipo. En este caso, el proveedor junto con el fabricante, deberán analizar, las posibles causas y proponer acciones para corregir el problema de origen.*

Mantenimiento. *Cuando se visite alguna estación para corregir una falla, se deberá proporcionar mantenimiento preventivo.*

En cuanto al material de mantenimiento, y en lo que se refiere al preventivo, basta limpiar a los sensores de la estación automática con una franela seca y una brocha pequeña.

En general, el procedimiento de limpieza consiste en:

1) *Realizar una inspección visual de los siguientes componentes de la estación y en relación con esto buscar la integridad física del panel, y con ello ver que no tenga cuarteaduras o esté roto, y esté sujeto firmemente. Del pluviómetro, con relación al anterior aspecto, ver que esté en posición vertical, el cable conector del sensor de temperatura y humedad, ver que no tenga cuarteaduras, que no esté inclinado, de la posición de la antena se debe observar que esté sujeta firmemente.*

Inspeccionar las retenidas y torre tubular viendo que estén firmes y la torre mantenga una posición vertical, así como observar que todos los cables estén en buenas condiciones, que no estén rotos o que las cubiertas no estén deterioradas, y que estén conectados.

2) *Remover el polvo y otros objetos que se pudieran acumular en las partes accesibles de la estación. (no utilizar agua por ningún motivo).*

3) *Limpieza del pluviómetro, quitando los objetos que pudieran depositarse dentro de él;*

retirar el embudo, evitar el accionar el balancín que se encuentra en el interior, ya que provocaría falsas lecturas; retirar también el polvo acumulado en el interior, y ensamblar nuevamente el pluviómetro.

Además se debe:

a) Describir la situación de las estaciones visitadas así como ilustrar las condiciones antes y después de la visita, por medio de fotografías.

b) Supervisar los archivos, y que estén debidamente identificados, y con los datos recopilados de las estaciones visitadas.

c) Realizar mediciones con los instrumentos patrón, identificando la fecha y hora en que se realizaron.

d) Realizar una relación de las partes sustituidas, las que se enviaron a reparar a planta y las que se consideran inservibles, detallando número de serie, estación afectada, y fecha de entrega de la parte corregida. Las partes inservibles, se deberán entregar a la CNA para proceder a su baja almacenaria.

e) Elaborar un resumen de los reportes atendidos, los tiempos de respuesta presentados, las fallas corregidas y las que estén pendientes, indicando en este caso las causas de retraso, las acciones a efectuar y la fecha en que se corregirán.

Por lo tanto, para un buen programa de mantenimiento, se "debe tender a conseguir la máxima eficacia que se puede lograr a un costo razonable. Esta eficacia es generalmente algo inferior al 100 por ciento, y quizá próxima o superior al 80 por ciento, según las circunstancias" (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

La toma de datos en forma automatizada, se considera como auxiliar para el observador de las estaciones tradicionales, ya que sustituyen en sus labores por la noche o los fines de semana, pero la realidad consiste en que la automatización se requiere para aumentar el número y calidad de las observaciones.

Asimismo, "resulta esencial considerar cómo se pueden integrar las observaciones automáticas con las manuales en un único sistema de datos" (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

4.3.11 Capacitación profesional

La toma de datos en una estación automatizada permite que se prescindiera de los observadores de las estaciones tradicionales, ya que los sustituyen en su labor por las noches y fines de semana, pero realmente la automatización es tan sólo requerible para aumentar el mismo trabajo y la calidad de las observaciones.

Lo que sí resulta esencial es considerar como se pueden integrar las observaciones automáticas con las manuales en un sistema de datos que se complementen.

En México existen algunas instituciones que no permite que los trabajadores se superen o tengan la oportunidad de hacerlo. En momentos como los actuales en los que se reemplaza la mano de obra y la capacidad del trabajador, por la rapidez, facilidad operativa y eficiencia de la máquina, no se toma en cuenta que a las máquinas las crea y programa el hombre, que no son infalibles y que requieren a fin de cuentas ser manipuladas por el ser humano, y que su mantenimiento y operatividad sólo lo puede hacer éste.

Por otra parte, se habla de la desigualdad existente entre los métodos de capacitación del personal operativo en los países desarrollados, los cuales están bien definidos y en varios de ellos no dejan de ser eficaces. Pero en general, se debería organizar una capacitación en función de las necesidades de cada país. Según la OMM, "en los países más pequeños, es aconsejable que se organicen cursos comunes de capacitación en un centro de enseñanza que sirva a varios países vecinos. Centro que funcionaría mejor si los países que sirve ya se hubiesen puesto de acuerdo para utilizar equipos normalizados análogos". (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

Además, de acuerdo a una cabal y objetiva organización, las estaciones automáticas, han simplificado el programa de capacitación, ya que, "salvo en lo que respecta al personal más calificado, el mantenimiento resulta más sencillo (Organización Meteorológica Mundial. (1990), s/p).

4.3.12 Situación actual de la estación meteorológica automática de Tacubaya

4.3.12.1 Antecedentes generales y sitio de emplazamiento

El 20 de septiembre de 1992, se instala en el Observatorio Meteorológico Central Tacubaya la Estación Meteorológica Automática, la primera a nivel nacional, dando inicio a una parte del programa de modernización planteado en 1986. La estación en cuestión inicia su operación realizando las primeras observaciones con relación a las altas variaciones de la presión atmosférica. En esta primera operación se presentan algunas fallas de carácter técnico, tales como el que el deja de registrar, y no se mantiene el programa en la máquina, e inclusive al estar funcionando este, algunos datos no son registrados.

Para el mes de octubre del mismo año, presenta otras fallas, como el salir del programa al pedirle cierta información. A finales del mes, se vuelve a instalar nuevamente el programa de Titán, pero "no se registra ningún dato de los sensores, durante 24 horas". (Bitácora de la Estación Meteorológica Automática).

Se realiza una primera comparación de valores convencionales con los automáticos, mostrando los siguientes resultados:

Los datos que se dieron ofrecen como resultado las primeras diferencias que se registran en los parámetros meteorológicos de la presión atmosférica, así la más alta fue de 2.60 milibares y la más baja de -2.32 milibares; de la precipitación, la máxima diferencia es de 37.4 mm y la mínima de 0.1 mm, mientras que en la humedad relativa la más alta fue de 3.54 % y la mínima de -1.61% y en cuanto a la temperatura del aire da una diferencia de 0.9° C como máxima, y una mínima de 0.05° C.

En los inicios del año de 1993, dentro del programa de Titán, el sensor de precipitación, en alguno de los días, registra 0.5 mm, y por parte del (pluviógrafo) y el pluviómetro tradicionales, se registran 2.0 mm, dándose una diferencia considerable entre ambos medios de observación. En otras ocasiones la estación automática registró datos de precipitación, cuando el fenómeno no se presentó, tales como (días 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de enero). De acuerdo a la bitácora de la estación, se debieron a que el orificio del sensor automático estaba tapado con sedimentos y lodo.

Un incidente más, fue el del registro de la dirección del viento, que se quedó marcando 223° durante un largo período de tiempo. (ver día 13 de enero de 1993).

Durante el curso que se impartió en el Servicio Meteorológico Nacional, en relación con las estaciones automáticas, se señaló además de las indicaciones que ya se mencionaron con relación al mantenimiento en las estaciones meteorológicas automáticas, que se tenía contemplado un espacio, donde la institución junto con el proveedor, se comprometieron a "establecer un sistema de seguimiento y control de las actividades realizadas, cambios de partes efectuados y mediciones realizadas, de tal forma que pudieran evaluarse mensualmente los resultados obtenidos y la calidad del servicio, principalmente la frecuencia de fallas y el tiempo de respuesta para corregirlas". (Mantenimiento de la red de estaciones meteorológicas automáticas. Curso. Febrero 1994).

Cabe afirmar que la condición que presenta hoy en día no es la más adecuada, pues desde el emplazamiento que mantienen algunos de los sensores, como es el caso específico del sensor de temperatura bajo suelo, que se localizaba en un inicio en un macetero, no es lo que la normatividad indicaba, por lo que posteriormente se implantó en un bote de plástico. Esta claro que el lugar de emplazamiento no cuenta con las condiciones y requerimientos necesarios para medir este elemento, y en el caso específico de Tacubaya, no se debe considerar la medición de temperatura, por la sencilla razón de que no tiene aplicación práctica.

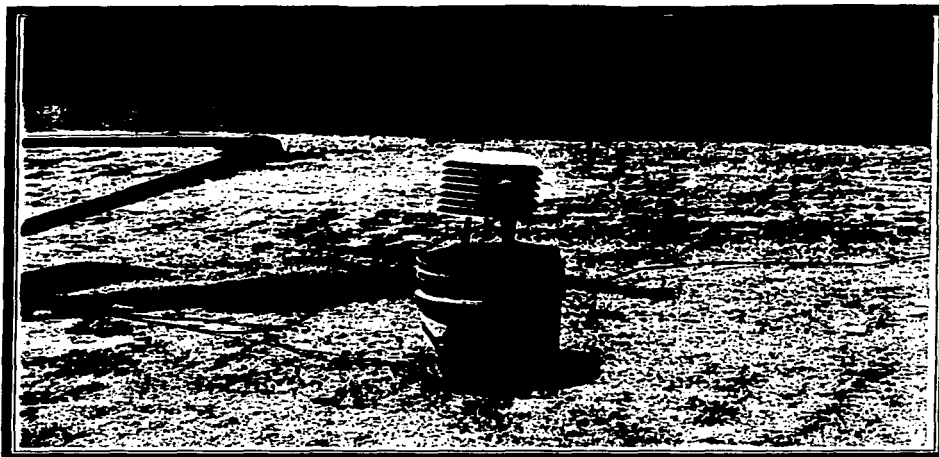


Fig. 4.21 Foto que muestra el emplazamiento del sensor de temperatura de subsuelo y de superficie de la estación meteorológica automática de Tacubaya.

En cuanto al funcionamiento general de la estación meteorológica automática y de acuerdo a los errores y condiciones que presenta, tenemos que no es el más adecuado para obtener información meteorológica veraz y precisa.

CAPÍTULO V

COMPARACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

En este capítulo se comparan los resultados de las observaciones de precipitación realizadas tanto en la estación meteorológica automática, como en los instrumentos del Observatorio Tradicional en Tacubaya.

La precipitación es un hidrometeoro que influye notablemente en todo el espacio que conforma la superficie terrestre, su influencia se manifiesta no solo en el origen que tiene ésta en su vinculación con el agua de diverso origen, sino por las consecuencias que trae a las distintas actividades humanas, como lo son la agricultura, ganadería e industria, así como en otros aspectos que son inherentes al ser humano. La lluvia o precipitación fluvial, es el principal factor modelador del relieve, causante de manifestaciones distintas por su escasez o exceso, como sucede cuando se presentan las sequías o las inundaciones. En las condiciones de la economía, de la rama alimenticia, así como en la ganadería, es relevante el conocimiento y control de este fenómeno atmosférico, por la conexión directa o indirecta que tiene en actividades diarias. "Son notables los efectos que tiene la precipitación sobre la naturaleza de la vegetación, los sistemas de drenaje natural y la humedad del suelo" (Strahler, N. Arthur, (1981), p. 236).

La precipitación, no es más que la caída de gotas de agua que da origen al ciclo hidrológico, que en su fase final se conecta con su regreso a la superficie, en sus diversas manifestaciones.

La lluvia, así como algunos otros fenómenos atmosféricos, es medida, y su valor o lo que de ella se infiere, aplicado en diversas ramas del conocimiento; en la actualidad su medición se realiza a través de un medio tradicional como lo es el pluviómetro, o bien se mantiene un registro de esta con el aparato llamado pluviógrafo, o por otra parte, también

se mide a través de los sensores automáticos que permiten obtener el dato de la precipitación a intervalos de tiempo muy cortos.

En la ciudad de México, se tiene un registro de la cantidad de lluvia desde el año de 1887, cuando aún el Observatorio Meteorológico se localizaba en el Palacio Nacional.

De acuerdo a un estudio relacionado al comportamiento de la precipitación en el Observatorio Meteorológico Central de la ciudad de México, se determinó que "la fecha media de inicio y establecimiento de la temporada de lluvias en el área de la ciudad de México se encuentra entre 8 y el 23 de junio, y que las fechas extremas de inicio de estos períodos han ocurrido entre la primera decena de mayo y los primeros días de agosto". (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (1994), p 58.).

Cabe indicar que en este estudio se consideraran únicamente dos tipos de registro, los cuales van acordes al emplazamiento de la estación meteorológica automática, en Tacubaya.

5.1 Metodología empleada

Al retomar los datos de la precipitación de las fuentes originales, uno de los problemas que presentaron las primeras observaciones, fue la dificultad para compararse, ya que mientras la estación meteorológica automática registraba la precipitación cada 10 minutos, los instrumentos tradicionales como el pluviómetro y el pluviógrafo, tenían una forma diferente de medición, de allí que se optó por considerar como medio de comparación los datos horarios de la estación automática y los que se registraban en el pluviómetro.

Por parte de las observaciones tradicionales se eligió el pluviómetro como medio de comparación, por la semejanza que este tiene como instrumento de captación con relación al pluviómetro que tiene la estación meteorológica automática. Además por la confiabilidad que tiene éste, pues el pluviógrafo, aparato de registro, presenta algunas características que podían verse reflejadas en las observaciones, como podría ser un retraso en cuanto a la manera de indicar la precipitación.

A continuación se elaboraron cuadros de concentración con los promedios diarios mensuales de los 25 meses, para ser objeto de comparación, y se realizaron gráficas de los promedios diarios, así como aquellas que muestran la diferencia de la precipitación diaria.

Posteriormente se hicieron experimentos, y estos se llevaron a cabo durante los 17 días del mes de octubre de 1994, sin considerar las horas de observación, lo que tuvo repercusiones en la medición de la precipitación, ya que durante las observaciones realizadas, sólo en dos ocasiones se presentó el fenómeno.

También se elaboraron gráficas semanales de un mes, como el de septiembre; éste, se eligió no solamente por lo representativo o su vinculación a la temporada de lluvias, sino porque fue el primer mes de trabajo de la estación meteorológica automática, y por lo tanto, se pudo ver el comportamiento y evolución en la forma de registro de ésta durante los siguientes dos años.

Los datos que se utilizaron, en ocasiones presentaban incongruencias en el comportamiento normal de la precipitación, errores que pudieron cometerse durante el procesamiento de aquellos y que se dan desde el momento de realizar la observación hasta su procesamiento en el departamento de climatología.

5.2 Gráficas mensuales de la precipitación

Las siguientes gráficas que se incluyen, muestran el comportamiento diario-mensual de la precipitación de ambos registros (automática y tradicional). Solo se indican los promedios diarios, y cabe señalar que en los datos graficados se pueden presentar algunos aspectos que no está por demás aclarar, y que pueden ser:

- a) Cuando ambos datos presentan igualdad, no se graficará la diferencia y,*
- b) Cuando alguno de los medios carece de información, únicamente aparecerá indicada la diferencia con el valor del medio que realizó el registro.*

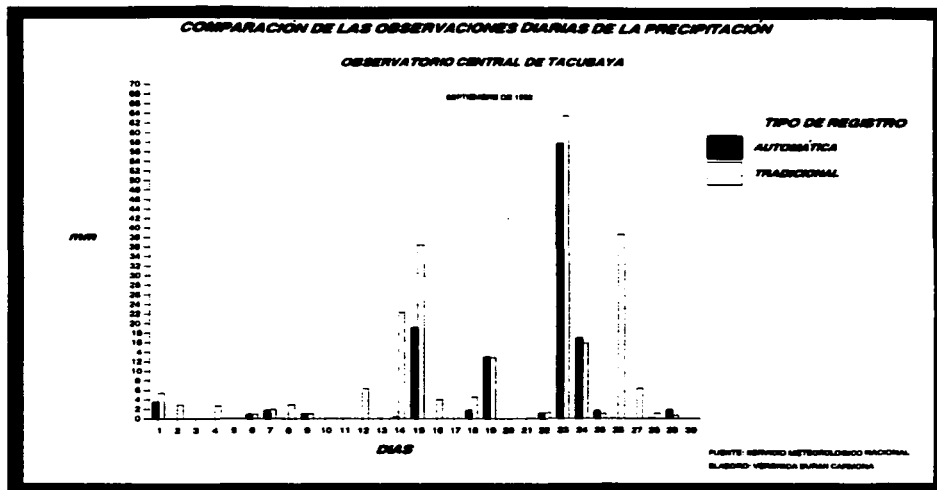


Gráfico no. 5.1

En el primer mes de funcionamiento de la estación automática, exceptuando los días 6, 9 y 22, la precipitación no presenta igualdad entre los tipos de registros, y varios son los días en los cuales la estación automática no presenta los datos, como lo son el 2, 4, 12, 26, 27, etc.

En los días en que si hay registros de ambos medios, se presentan diferencias importantes que van de 0.5 a más de 20 milímetros. Este último, cuando no hay registro por parte de los medios que ofrecieron datos.

Por otro lado, el día 23 se registran más de 64 mm de precipitación, y se observa una diferencia entre ambos de más de 5 mm.

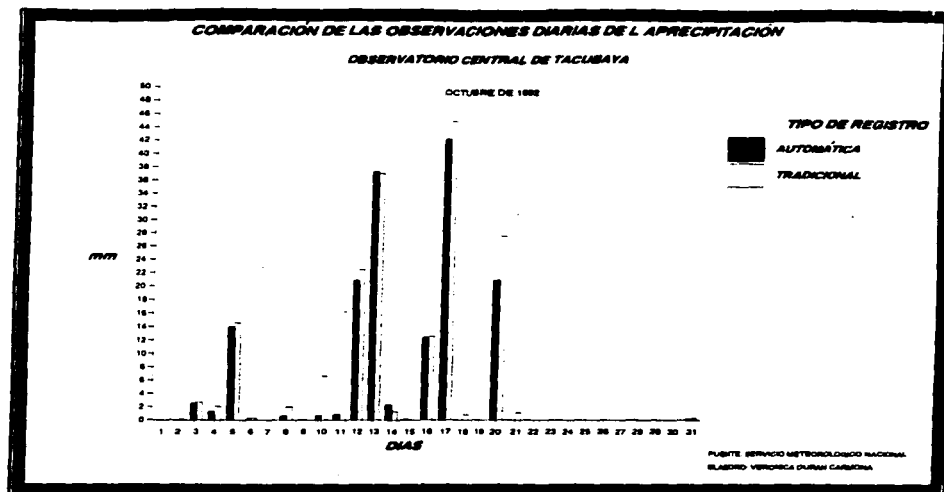


Gráfico no. 5.2

En el mes de octubre, como se ve en la gráfica, los promedios mantienen entre sí importantes diferencias, lo que sucede el día 10, en donde la diferencia es mayor a los 5 mm, o día 11, en que fue muy extrema, ya que la estación tradicional indica más de 16 mm, y la estación automática da un valor menor de 1 mm.

En algunos de los días no hay registro de la estación meteorológica automática, como lo son el día 18 y el 21.

Fue el día 17 el de mayor precipitación, y se manifestó una diferencia entre ambos de 3 mm.

En general, el mes cuenta con un rango de diferencia entre los datos, que va desde décimas de milímetro hasta los 16 mm, lo que indica que no hay igualdad de registro entre los dos medios de medición.

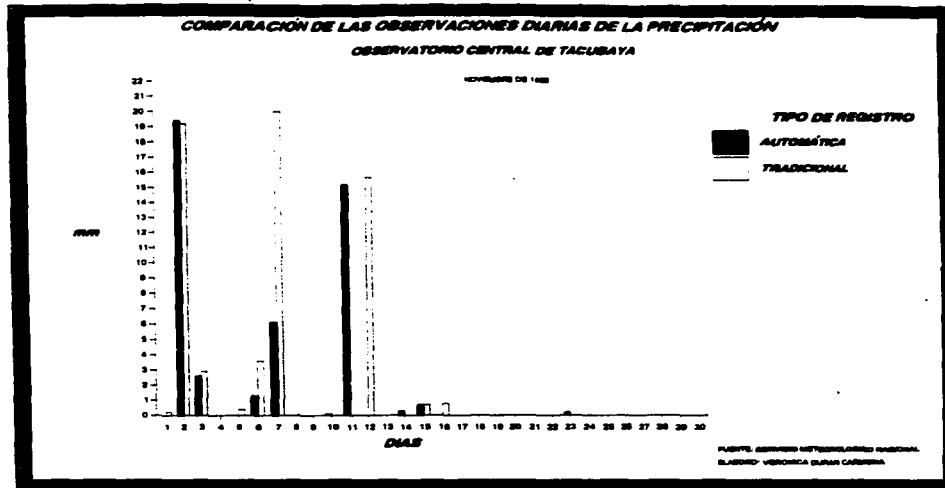


Gráfico no. 5.3

En el mes de noviembre se tiene un comportamiento muy irregular. El día 1°, no ofrece datos la estación meteorológica automática, y particularmente los días 2 y 3 se tiene una diferencia pequeña entre ambos registros que es menor a 1 mm. El día 5 nuevamente no hay registro por parte de la estación automática, y entre los días 6 y 7 se presenta una diferencia grande que va de los 3 mm. hasta más de 15 mm (día 7). Los siguientes días en que hubo precipitación los registros fueron muy inestables, ya que en ocasiones no se presentó el dato de la estación meteorológica automática y en otras el observatorio carecía de los registros.

El día 7 en el cual la precipitación fue mayor a 20 mm, se tuvo una diferencia de 15 mm, entre ambos medios de registro.

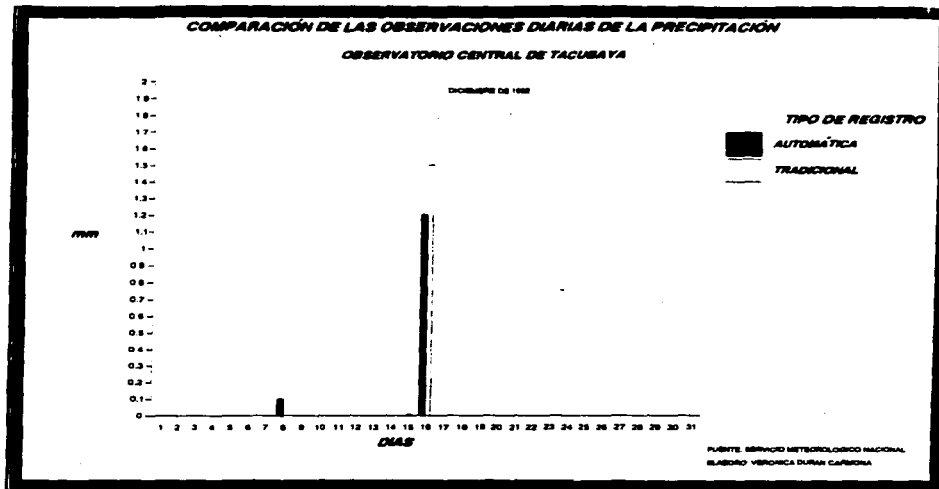
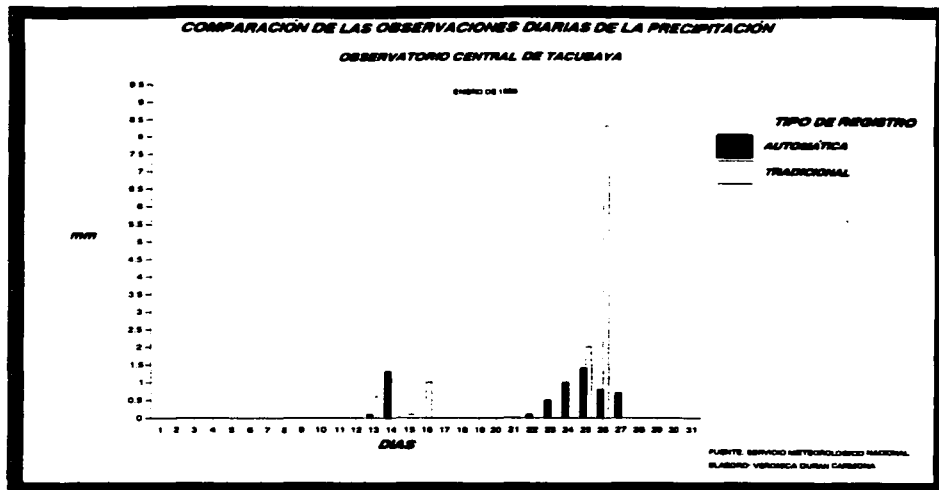


Gráfico no. 5.4

En diciembre, la precipitación se manifestó durante tres días, de los cuales el día 8 la estación automática registró 0.1 mm, mientras que la tradicional ninguno. El día 16 se tuvo un registro de 1.5 mm en la tradicional, y 1.2 en la automática, la diferencia fue de 0.3 mm



Código no. 5.5

Al inicio del año de 1993, en el mes de enero, sucede un caso parecido a los meses de 1992, pues los registros de las observaciones son muy irregulares, no se presenta información del pluviómetro tradicional durante varios días, y cuando se observan los valores de ambos medios, se tiene una diferencia notable, como la del día 26, donde se advierte una diferencia de 7.5 mm.

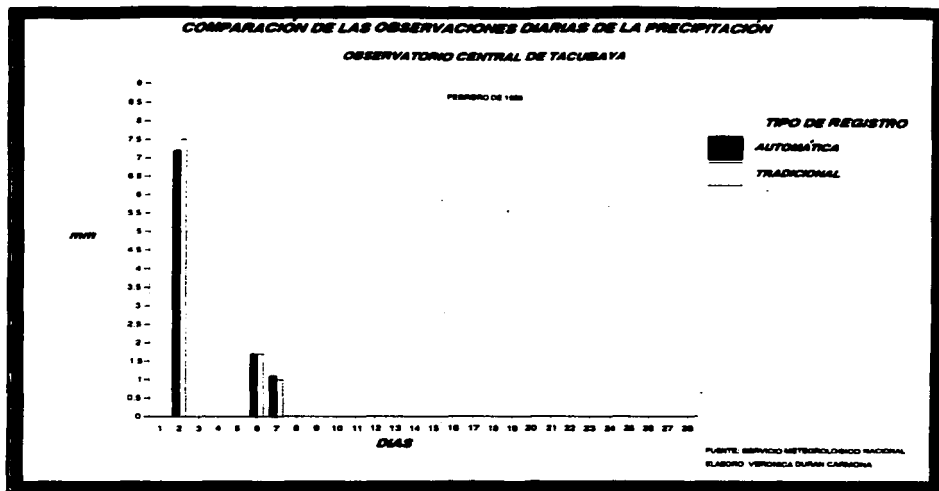


Gráfico no. 5.6

En febrero, de los 3 días en que se tiene precipitación, el día 2, indica una diferencia pequeña, menor a 0.5 mm, entre los registros de ambas estaciones; el día 6 se tiene igualdad, mientras que el día 7 la diferencia es de 0.1 mm.

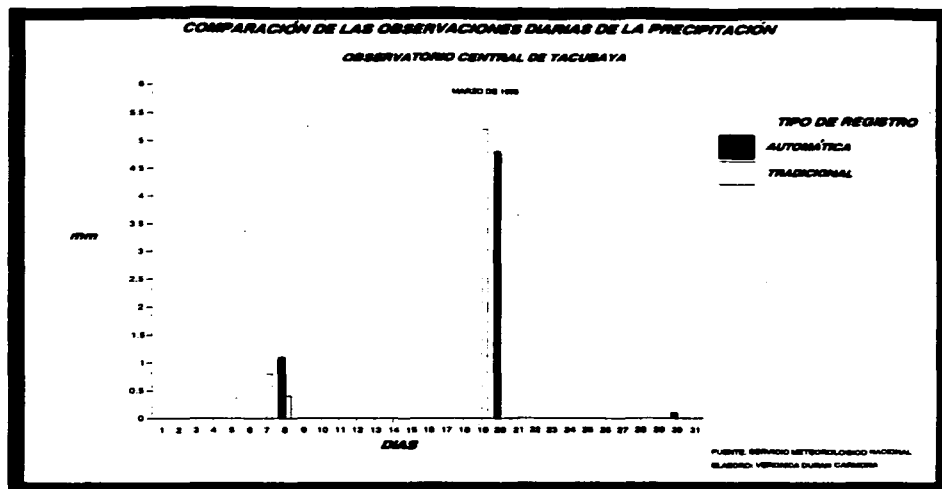


Gráfico no. 5.7

Durante el mes de marzo, la precipitación se presenta solo en 5 días, de los cuales el día 7 y 19, corresponde al registro del observatorio tradicional; los días 20 y 30 solo realiza registro la estación automática, y únicamente el día 8 se advierten registros de ambos medios, entre los cuales se conserva una diferencia mayor a 0.5 mm.

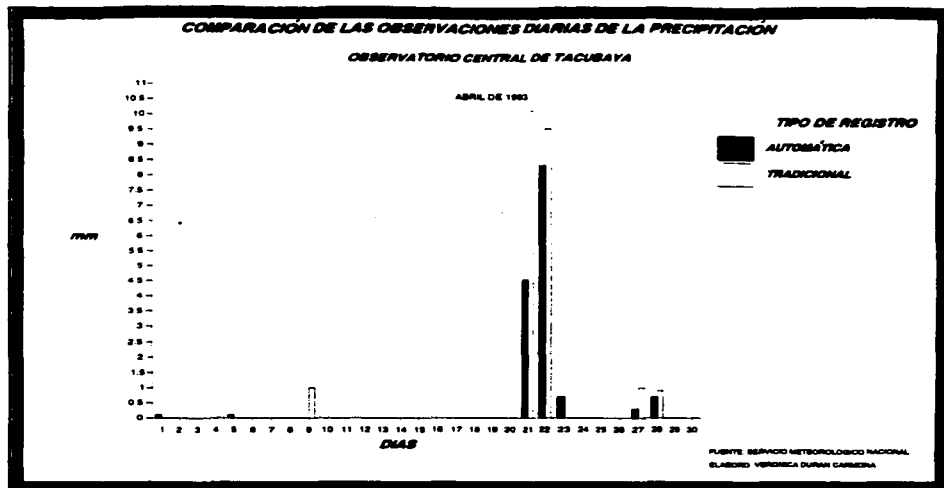


Gráfico no. 5.8

En el mes de abril, se observan 8 días con lluvia, hay varias irregularidades como las que acontecen en los meses anteriores, sin embargo, durante los días 21, 22, 27 y 28, en los que ambos medios de medición registran, las diferencias entre sus valores van de 0.5 mm hasta más de 5.5 mm., como es el caso del día 21.

Ningún día del mes presenta se igualdad.

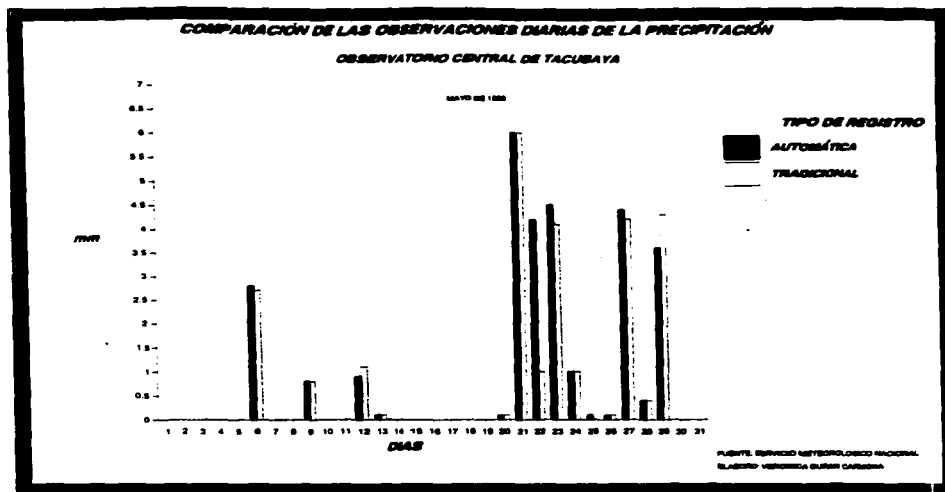


Gráfico no. 5.9

En mayo, el fenómeno es más frecuente, y en los días 9, 20, 21, 24, 26 y 28 se presenta igualdad.

Los demás días existen diferencias entre valores de ambas estaciones que van de 1.0 mm a los 3.5 mm.

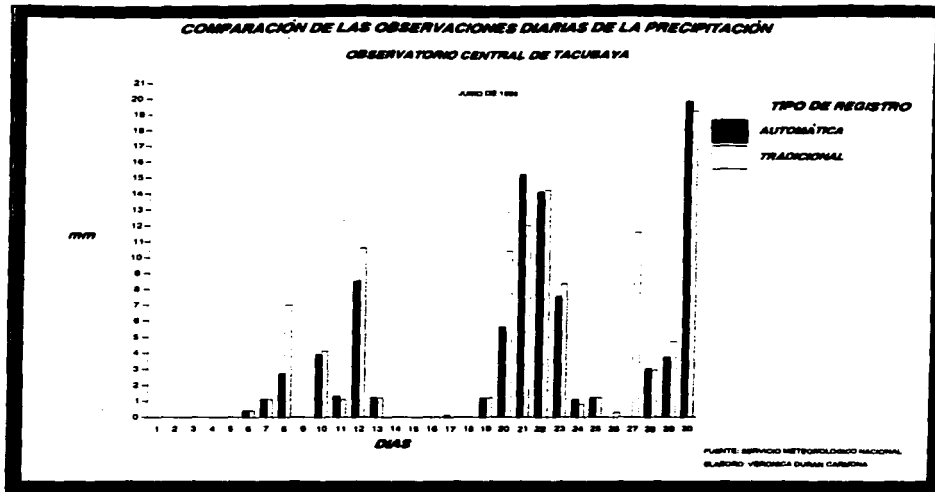


Gráfico no. 5.10

Junio, es un mes con un alto índice de precipitación, y en el que se inicia el período de lluvias en la ciudad de México. Particularmente los días 6, 7, 13, 19 y 25 existe igualdad en los registros, mientras que los demás días se presentan diferencias entre los medios que son menores de 1.0 mm, y en ocasiones mayores a los 2 mm. El día más lluvioso fue el día 30, con una diferencia de 1.5 mm, y el 26 y 27 únicamente hubo registro por parte del observatorio tradicional.

Los registros de la estación automática son en muchas ocasiones menores que los que se obtienen de manera tradicional.

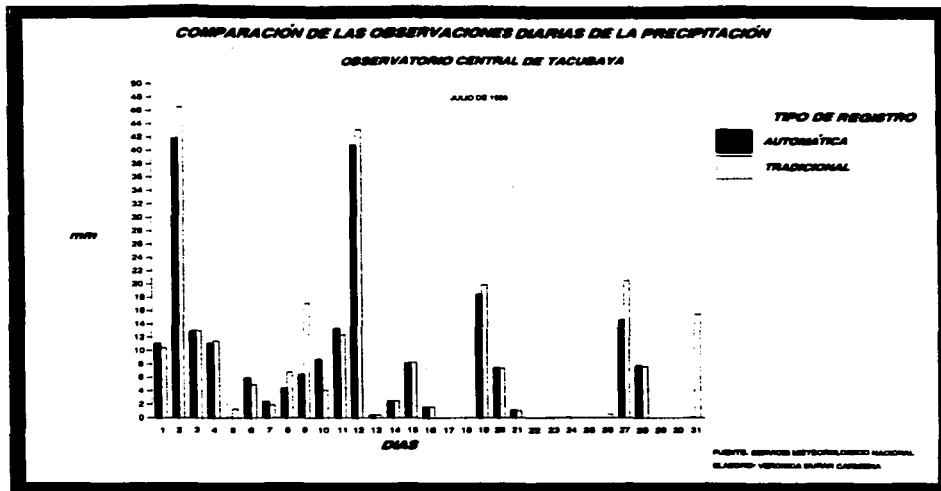


Gráfico no. 5.11

Durante el mes de julio, en los días 16, 20 y 21, se presenta mayor igualdad en los registros de ambos medios de observación. Los demás días aparecen pequeñas diferencias, a excepción del día 9, en el cual se ve una oscilación de 12 mm. Por lo regular, las observaciones tradicionales señalan valores mayores que los de la estación automática.

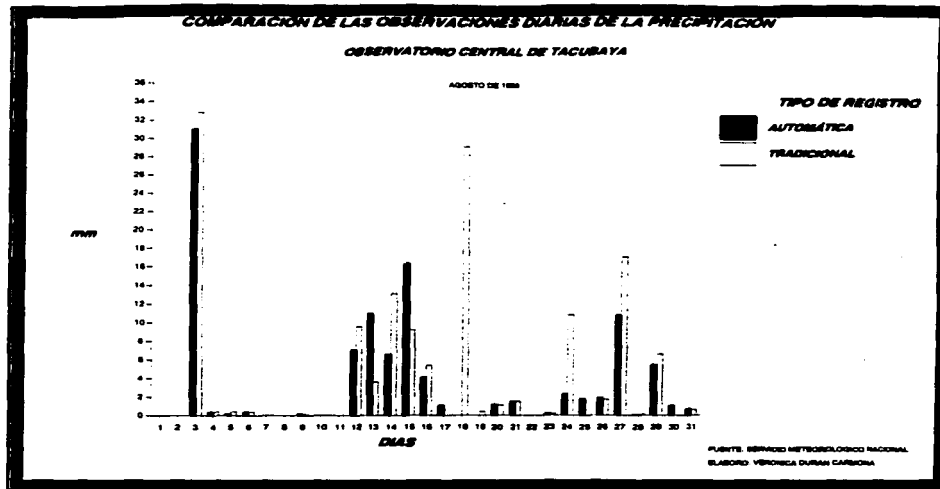


Gráfico no. 5.12

En el mes de agosto de 1993, se observan 24 días con precipitación, de los cuales la mayor parte tiene diferencias considerables. Algunos, como el 17, 18, 19 y 30, sólo indican el valor de una de las estaciones. Estos, son muy irregulares, pues presentan diferencias que van de décimas de milímetro, a 30 mm o simplemente no se consignan, como acontece el día 18, donde no hay registro de la estación meteorológica automática.

El día 3 es el más lluvioso, se observa una diferencia entre los registros de ambas estaciones mayor a 1 mm. En este mes se tiene problemas con relación a los datos, pues a pesar de que ya tiene casi un año de funcionar la estación meteorológica automática, continúa presentando errores de funcionamiento y confiabilidad.

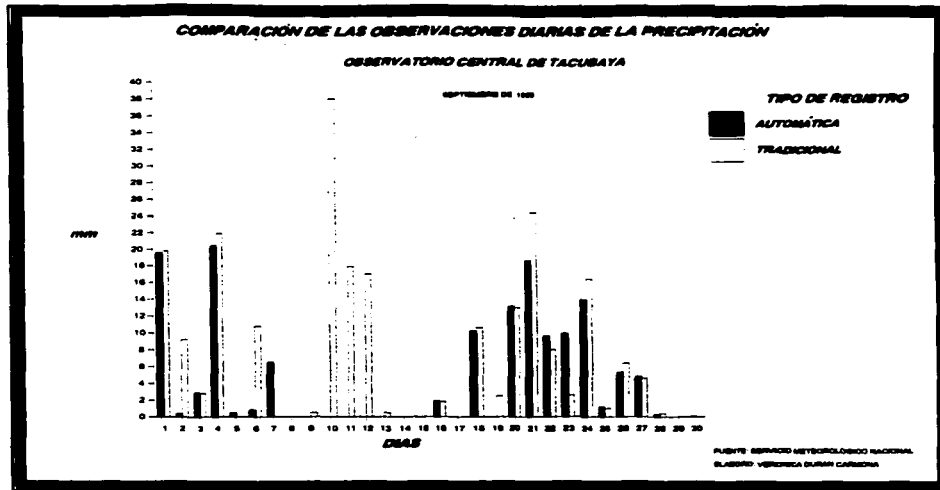


Gráfico no. 5.13

En septiembre, se puede ver como el funcionamiento de ambos medios de registro es irregular, de hecho igual a los meses anteriores; se observa que existen diferencias considerables entre los valores, las cuales oscilan de décimas a 38.0 milímetros. Continúan faltando datos de la estación automática, y por lo tanto no hay continuidad en los registros de ésta.

En los primeros quince días del mes, se observa un comportamiento semejante a los meses anteriores, en algunos no hay registro de la automática o bien se mantienen diferencias considerables entre los valores de los medios de registro.

Contrariamente, en los últimos días del mes, se manifiesta una similitud más cercana entre las observaciones, ya que la diferencia es menor a 1.5 mm.

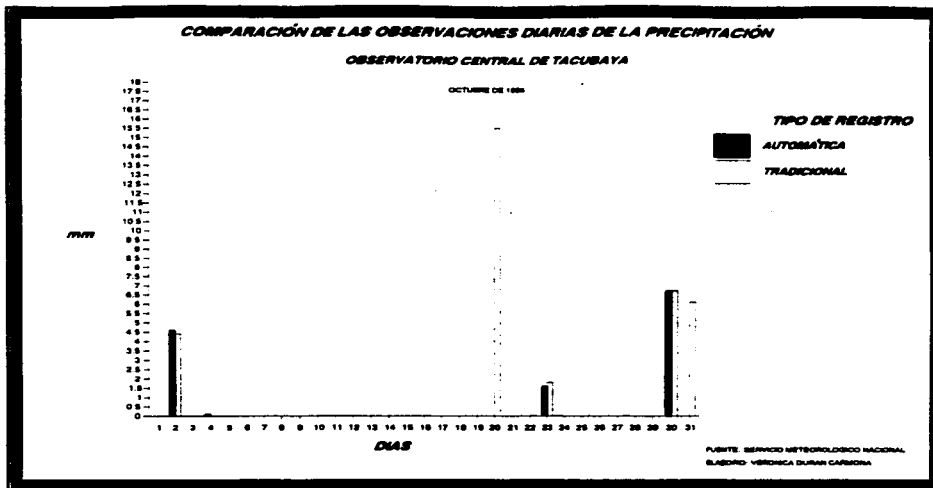


Gráfico no. 3.14

En el mes de octubre, el comportamiento de ambos medios de información, es irregular, como se puede observar, hay días en los que los datos guardan entre sí una pequeña diferencia, mientras que otros, como el día 4, solo se tiene el dato de la estación automática. Los días 20 y 31 se tienen únicamente registros de parte del equipo tradicional.

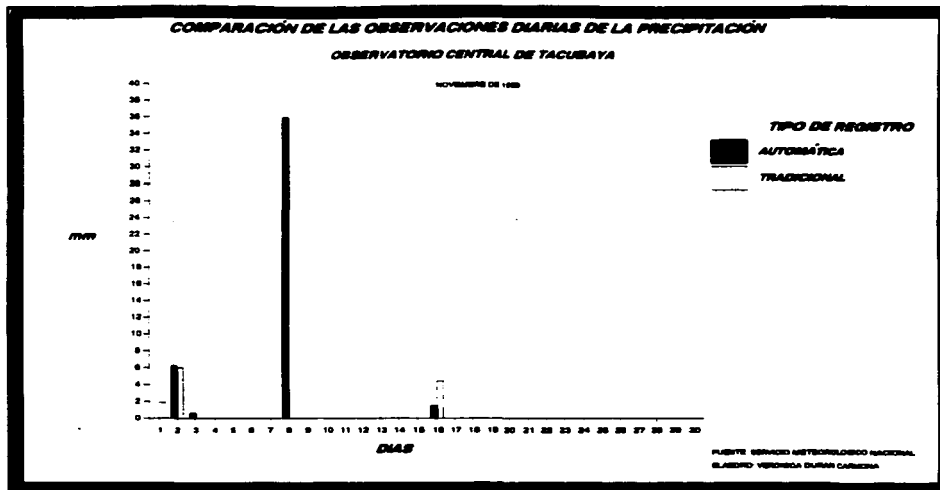


Gráfico no. 3.15

Durante el mes de noviembre, se presentaron 5 días con precipitación, en 2 de ellos se tienen registros de ambas estaciones y no dejan de mantenerse las diferencias. Los días restantes solo se tiene dato de alguna de las estaciones.

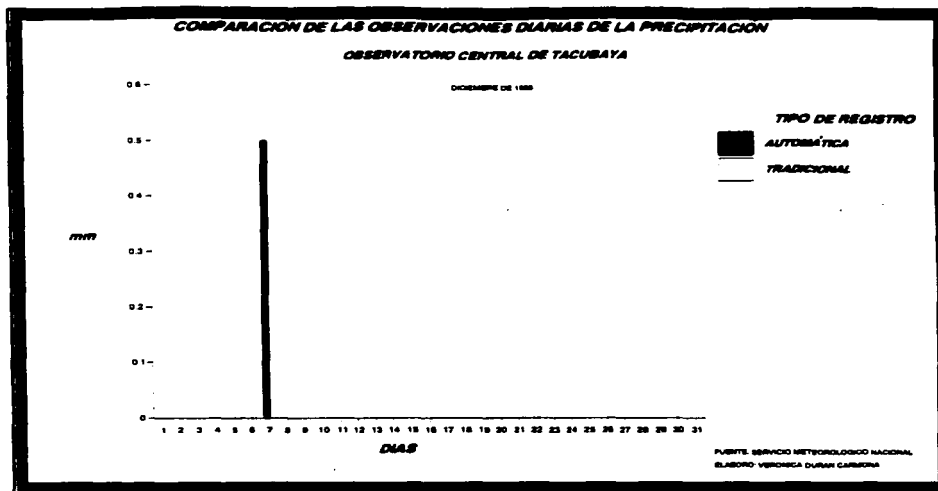


Gráfico no. 3.16

El mes de diciembre, se observa únicamente un dato de ocurrencia de precipitación, el cual solo registró la estación meteorológica automática, y fue de 0.5 décimos de milímetro.

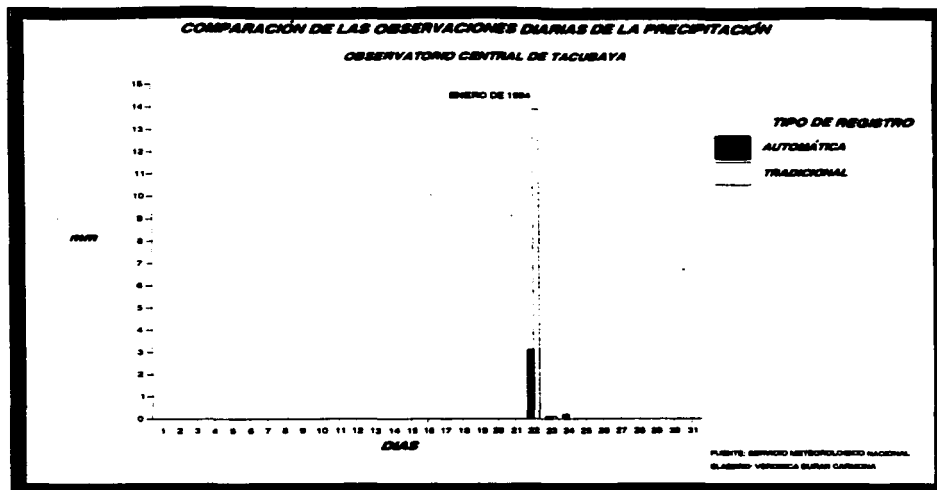


Gráfico no. 5.17

Durante el mes de enero de 1994, solo se registra precipitación en 3 días, el 22 se tiene una diferencia de 11 milímetros, ya que el pluviómetro marca 14 mm y la estación meteorológica automática sólo indica 3 mm.

El día 23 presentan igualdad, ya que ambos registran 0.1 mm de lluvia, y el día 24 únicamente tiene registro la estación meteorológica automática, y éste es menor a 1 mm.

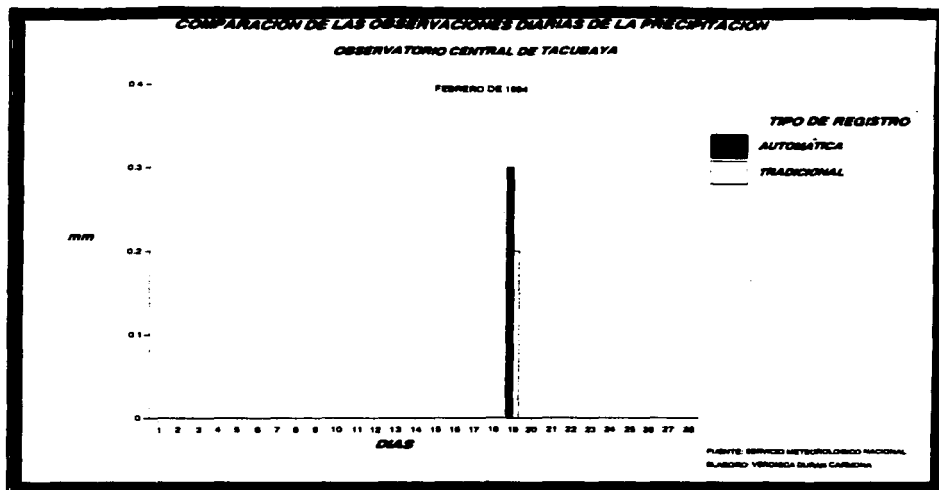


Gráfico no. 5.18

La gráfica de febrero solo indica un registro el día 19 y corresponde a la estación meteorológica automática, y a pesar de ser de 0.3 milímetros, es importante, ya que permite inferir errores por parte de alguno de los medios de medición de la precipitación.

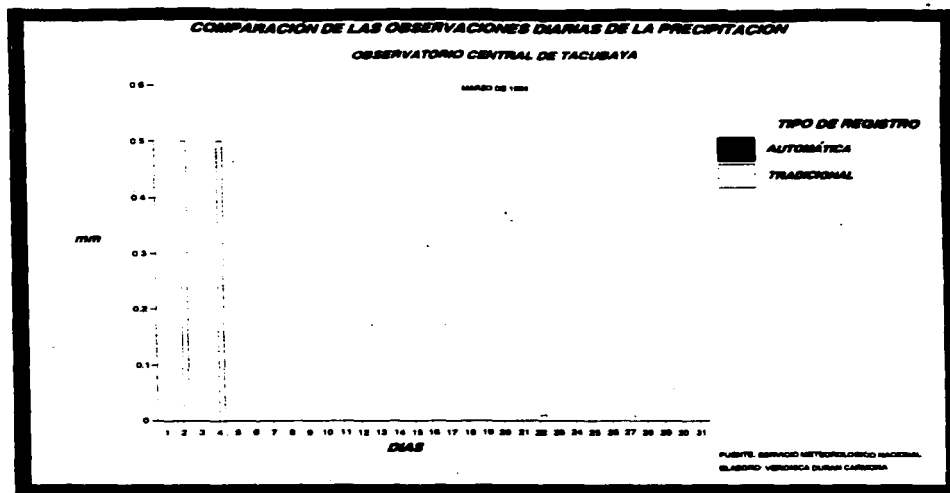


Gráfico no. 5.19

La gráfica del mes de marzo de 1994, indica la presencia de 3 días con precipitación, la cual solo registra la estación tradicional y por lo tanto no procede la comparación.

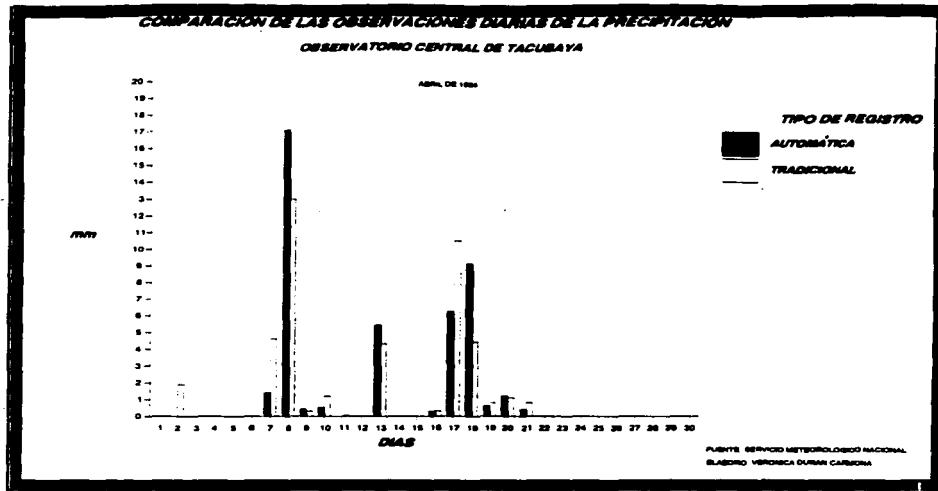


Gráfico no. 5.20

Abril, presenta 12 días con lluvia. El día 2 no hay registro de la estación automática y en los posteriores se ofrecen datos de ambas estaciones, pero mantienen diferencias que van de algunas décimas de mm, a varios milímetros. Cinco de los días donde se presentó el fenómeno, los valores de la estación tradicional son superiores de los registros automáticos, otros días sucede lo contrario, es decir, los datos de la estación automática son mayores que los de la tradicional. Únicamente el día 16, se manifiesta igualdad entre los datos que registran las las estaciones.

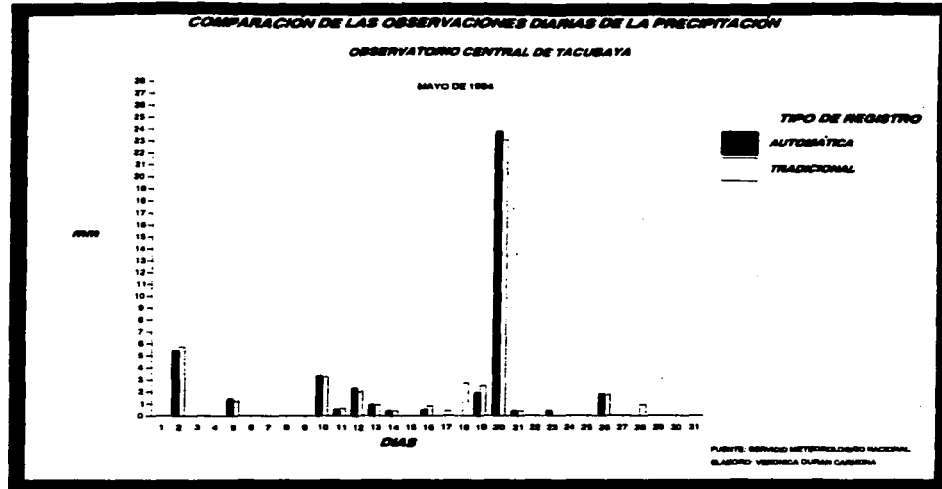


Gráfico No. 5.21

En mayo se advierten algunos días con igualdad en los registros de ambas estaciones, como lo son el 13, 14 y 21; en los demás días se observa una mejoría en los registros si se toma en cuenta que la diferencia de datos es menor.

Se observan también algunos días en los cuales no se tienen las observaciones por parte de alguno de los medios.

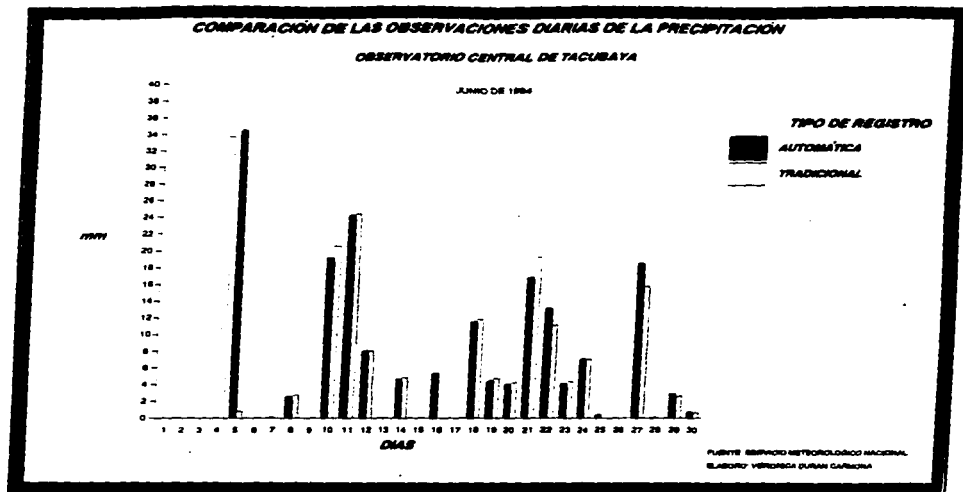


Gráfico no. 5.22

Durante el mes de junio la gráfica indica un comportamiento más homogéneo en la forma de registro, tanto por parte de la estación meteorológica automática como por la tradicional, aparece un mayor número de días que presentan igualdad en los registros, como lo son los días 8, 10, 12, 14 y 25; se ve también que los días donde no existe igualdad la diferencia es pequeña.

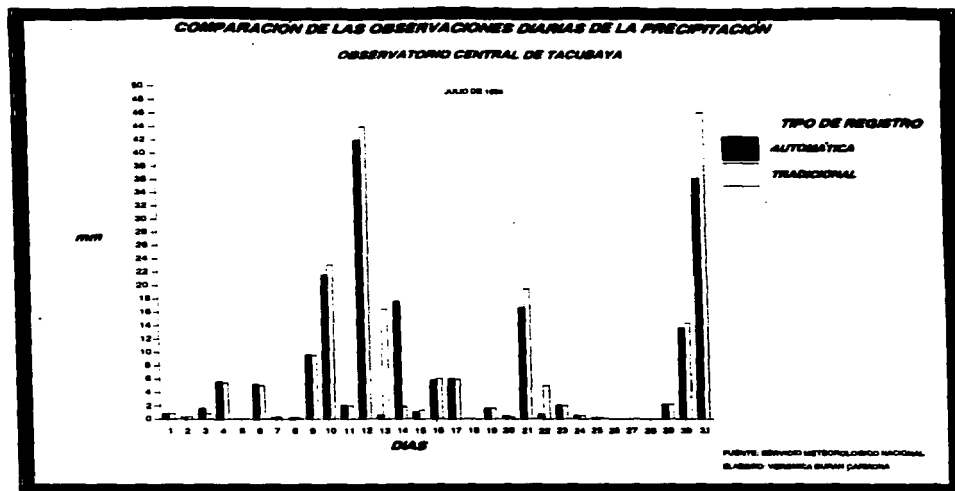


Gráfico no. 5.23

En julio la mayor parte del mes presenta lluvia. La gráfica permite observar que hay diferencias en los registros y que van de una décimas de milímetro a los 9 mm, como sucede el día 31.

Un detalle interesante de este mes, es que en todos los días existen ambos registros, por lo que se percibe una continuidad de los datos en las dos estaciones.

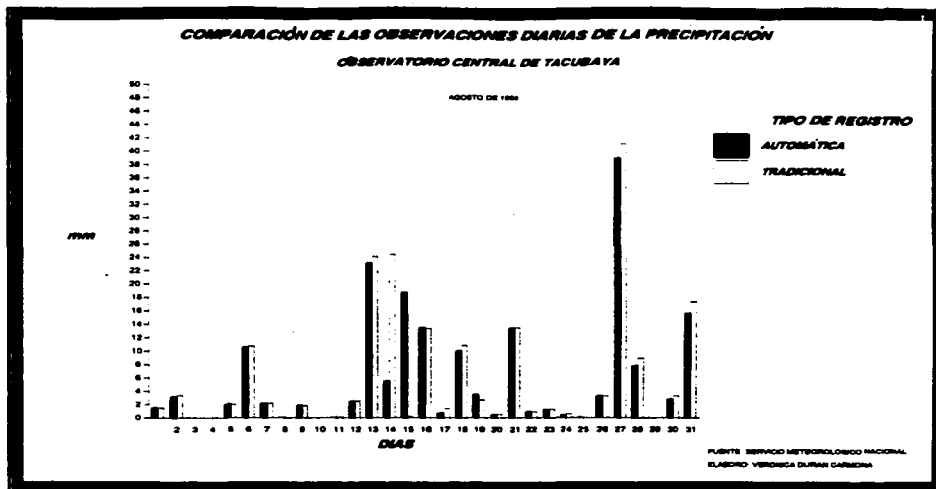


Gráfico no. 5.24

El mes de agosto de 1994, la gráfica señala un comportamiento parecido con relación a los registros de precipitación de ambos medios de información. En la mayoría de los días se ven pocas diferencias entre los datos, a excepción del día 14, en el que es de 18 mm.

El mes tiene varios días con registros iguales como lo son el día 1°, 7, 12, 22, 23 y 26. Como puede verse, los registros más altos de precipitación los presenta el pluviómetro tradicional.

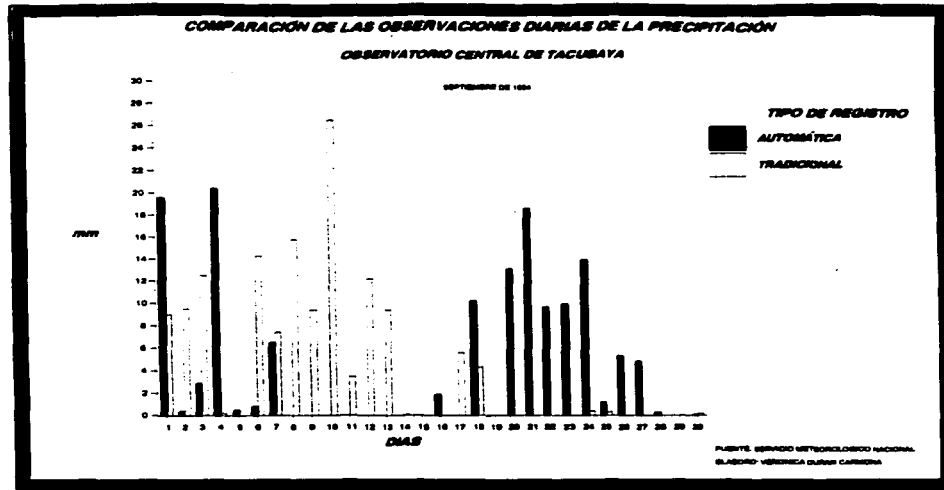


Gráfico no. 5.25

En la gráfica se observa que no hay día que presente igualdad en sus registros, aunque las diferencias advertibles son pequeñas. Son varios los días en que no hay registros por parte de la estación meteorológica automática, las diferencias oscilan entre unas décimas de milímetro y 2 milímetros.

En la mayor parte del mes el valor que da la precipitación del observatorio es mayor que el registro de la estación meteorológica automática.

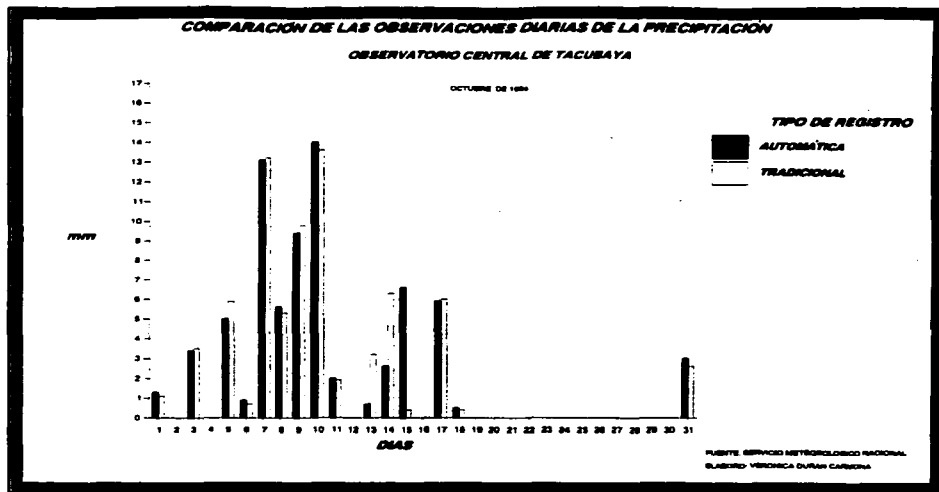


Gráfico no. 5.26

En la gráfica mensual de octubre se puede ver un comportamiento diferente y hasta contradictorio por los valores que ofrecen ambos medios de registro; durante el mes se observan varias irregularidades que van desde la falta de alguno de los registros a las diferencias notables entre los datos que se registraron, como sucedió los días 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 y 17, donde las diferencias oscilan de las décimas de milímetro a los 12.5 mm.

5.3 Discusión de resultados de precipitación

Durante los meses de 1992, se observa mayor continuidad en los registros de precipitación tradicionales, las diferencias entre ambos medios de observación están entre los 0.1 mm y 20 mm, este último valor se da en el mes de septiembre.

El porcentaje de igualdad en los registros es muy bajo, correspondiente a los 4 meses de observación del año de 1992.

En cuanto al año de 1993, las gráficas mensuales indican que: en los meses de poca precipitación, como lo son enero, febrero y marzo, se advierte una mayor continuidad en los registros automáticos, sin embargo, no así en la semejanza de estos con respecto a los datos tradicionales, ya que la diferencia en enero del día 25, entre los registros fue de 7.5 mm..

Mientras que en abril y los meses de mayo, junio, julio y agosto, así como parte del mes de septiembre, se observa que los registros de precipitación de la estación meteorológica automática son menores que los que indica el observatorio tradicional (pluviómetro), las diferencias van desde los 0.5 a los 15 mm.

En otras ocasiones es muy notoria la falta de registros por parte de la estación meteorológica automática, como es el mes de septiembre.

Consideradas las diferencias se advierte que estas resultan notables, lo cual confirma que no se encuentran dentro del rango de error permitible que señala la OMM; son muy escasos los días que indican igualdad.

En los meses de mayor precipitación que corresponden al verano, período señalado para este evento en la ciudad de México, a pesar de haber más datos por ambos medios de observación, no se puede hablar de confiabilidad en la información, y menos aún por parte de la estación automática pues presenta varias irregularidades.

Los últimos meses de 1993, conservan al igual que los anteriores errores notables.

En cuanto al año de 1994, de enero a marzo, se advierten en gran parte mismos desaciertos que en los meses anteriores; falta de registros por parte de la estación automática, diferencias considerables entre ambos registros y poca igualdad.

Durante los meses de abril y de mayo, los valores de precipitación que registra la estación automática son menores que la tradicional en un 50 % aproximadamente, y el otro 50% sucede lo inverso, es decir, los datos de la tradicional son inferiores a los de la estación meteorológica automática.

Los meses con mayor precipitación, indican una mayor continuidad en los dos medios de registro, en junio, se observa más homogeneidad o semejanza entre ambos medios: y poca diferencia.

Continúan presentándose registros más altos por parte del pluviómetro tradicional comparados con los datos automáticos.

En general, existe discontinuidad en los registros de la estación automática, y en menor grado en la tradicional, ello significa que la comparación que se hace del fenómeno de precipitación, es relativa.

Las diferencias existentes que se manifiestan entre los dos medios de registro, oscilan de 0.1 mm hasta 16 mm, caso del mes de octubre de 1992, mientras que, en algunos otros no aparece registro de la estación automática, y por lo tanto, no es posible llevar a cabo la comparación.

En algunas ocasiones aparecía el registro de la estación automática y el de la tradicional no; lo anterior puede ser, primero porque no se tomó el dato del pluviómetro, lo cual implica irresponsabilidad por parte del observador, y segundo, por la sencillez del sensor de la estación automática, ya que puede haber estado sucio, lo cual conduce a un registro de precipitación aunque el fenómeno no se presentara.

5.4 Comentarios

Se podría tener un mayor cuidado con el manejo de la precipitación, pues a grandes rasgos, la comparación de los registros no arroja buenos resultados, ya que la falta de continuidad por parte de la estación meteorológica automática, las diferencias extremas de los dos registros, así como el bajo índice de igualdad, me llevan a concluir que existe poca información meteorológica con respecto al fenómeno de precipitación que pueda tener un alto grado de confiabilidad; es decir, la inseguridad de tener datos poco confiables da

como resultado que cualquier problema, modelo matemático, pronóstico del tiempo, etc, no sean válidos y mucho menos aplicables con relación a la precipitación de la ciudad de México.

5.5 Gráficas semanales

Introducción

En las siguientes gráficas se advertirá una comparación semanal de promedios diarios de la precipitación que permite visualizar cada uno de los registros más claramente en relación a las gráficas mensuales, pues debido a la escala de representación, los errores o irregularidades son más percibibles.

Además es una de tantas formas de analizar y comparar el fenómeno y de dar una visión más clara relacionada con el seguimiento y evolución del mismo.

El mes que se eligió es septiembre en cada uno de los años de estudio, puesto que fue el primer mes de funcionamiento de la estación meteorológica automática, y así se pudieron ver las fallas y aciertos en diversos tiempos.

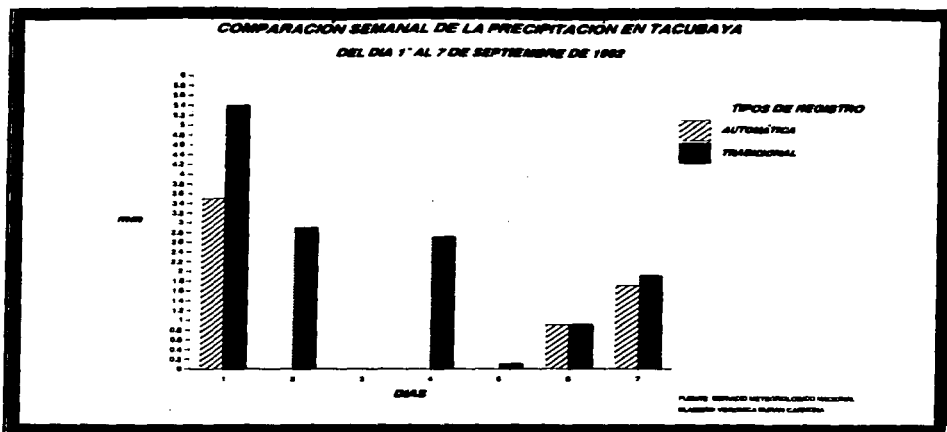


Gráfico no. 5.27

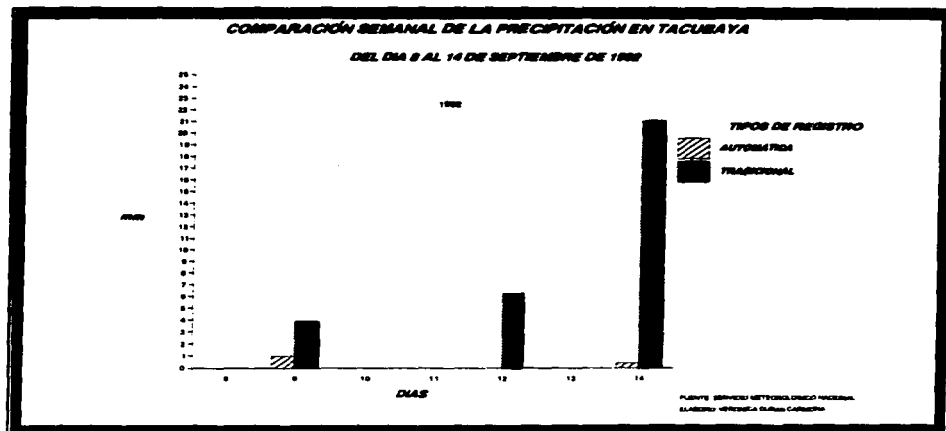


Gráfico no. 5.28

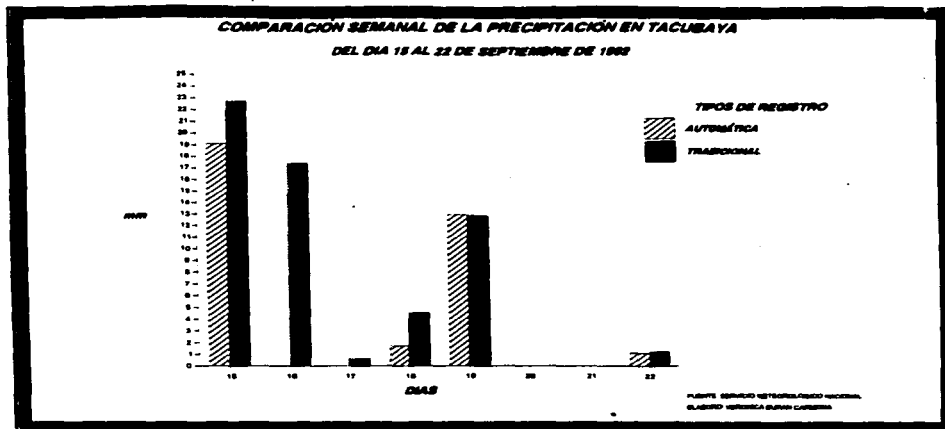


Gráfico no. 5.29

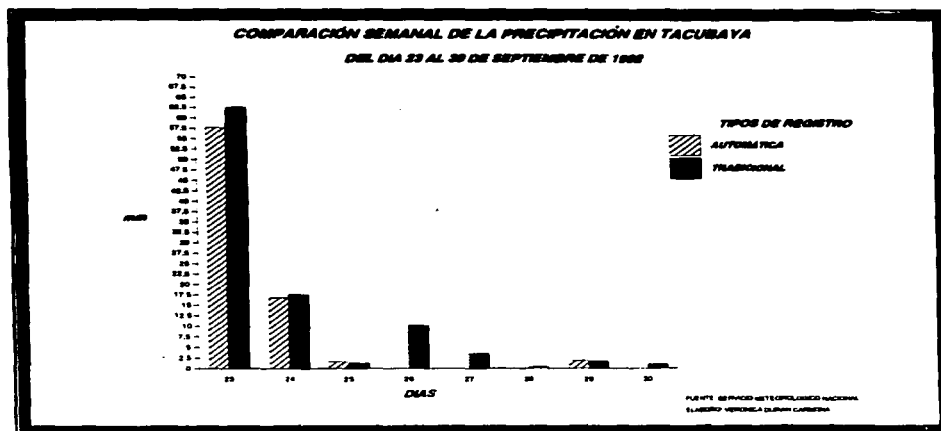


Gráfico no. 5.30

Durante la primera semana del mes de septiembre de 1992, la precipitación mantuvo los siguientes caracteres:

El día primero la lluvia registrada por la estación automática es de 3.5 mm, mientras que en el pluviómetro que corresponde a la estación tradicional alcanzó los 5.4 mm, lo que permite advertir una diferencia de 1.9 mm.

El día 2 no se desarrolló el fenómeno de la precipitación; el 4, en que sí la hubo, nuevamente se observa la misma tendencia del día 2, ya que el registro tradicional fue de 2.8 mm., en tanto que en la estación automática no se registró ninguno.

El día 5 se registra una precipitación de 0.1 mm en la estación tradicional, mientras que de la automática no hay datos.

El día 6, coinciden los registros de ambas estaciones, y el valor fue de 1 mm. El día 7, se advierte una ligera diferencia de los registros de las estaciones, así, por una parte, la estación automática ofrece un valor de 1.8 mm y la tradicional de 2 mm, lo que da una diferencia de 0.2 mm.

A partir del tercer día de la segunda semana la lluvia se manifiesta durante 3 días. El día 9, la estación automática registra 1.0 mm y la tradicional 4 mm. Por lo que la diferencia es de 3 mm, y esto es indicativo, de que alguno de las estaciones tiene registros incorrectos.

Nuevamente el día 12, sólo la estación tradicional registra 6.5 mm de precipitación.

El día 14 registra 0.3 mm la automática, y la tradicional 22.3 mm, lo que da una diferencia de 22 mm, y de nuevo se infiere un error por parte del sensor de la estación automática.

En la semana del día 15 al 22 de septiembre, durante su primer, día, se tiene en la estación automática un registro de 19.1 mm y en la tradicional de 22.7 mm, la diferencia es entonces de 3.6 mm. El día 16, no hay registro de la estación automática, y el pluviógrafo ofrece un valor de 17.2 mm. El día 17, el registro tradicional es de 0.5 mm y el de la estación automática de 0.

Al día 18 se tienen ambos registros, y el sensor de la automática da 1.5 mm y la

tradicional 4.2 mm. El 19, la estación automática registra un valor de 13 mm y la tradicional de 12.9, la diferencia es tan solo de 0.1 mm. Finalmente el día 22, el valor tradicional es de 1.2 mm y el de la automática de 1.1 mm.

En la última semana del mes, del 23 al 30, son varios los días en que se presentó el fenómeno de lluvia. Sin embargo, no dejan de haber irregularidades entre los registros, ya que por ejemplo, el día 23, la estación meteorológica automática registra un promedio diario de 57.5 mm y la tradicional lo da con un valor mayor de 5.0 mm. El día 24, la estación automática da 16 mm y la tradicional 17 mm. El 25, la automática registra 2 mm y la tradicional 1.5 mm.

Los días 26 y 27, sólo la estación tradicional registra valores; el día 28, la estación automática da valor total de 0.1 mm, y 0.3 mm la tradicional. El día 29 la estación automática registra un valor de 2.3 mm y la tradicional de 2.2, la diferencia de 0.1 mm.

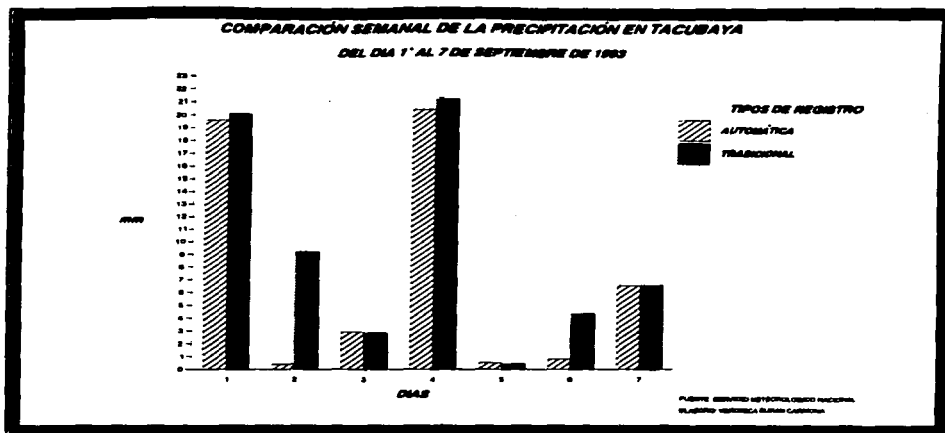


Gráfico no. 5.31

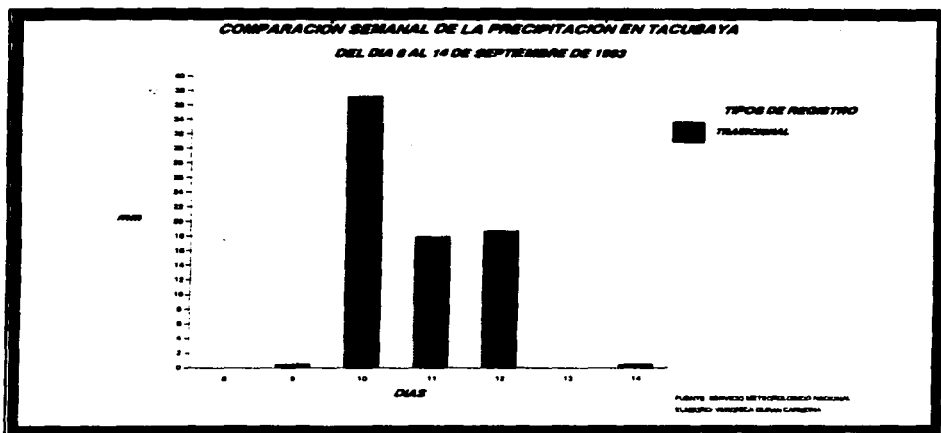
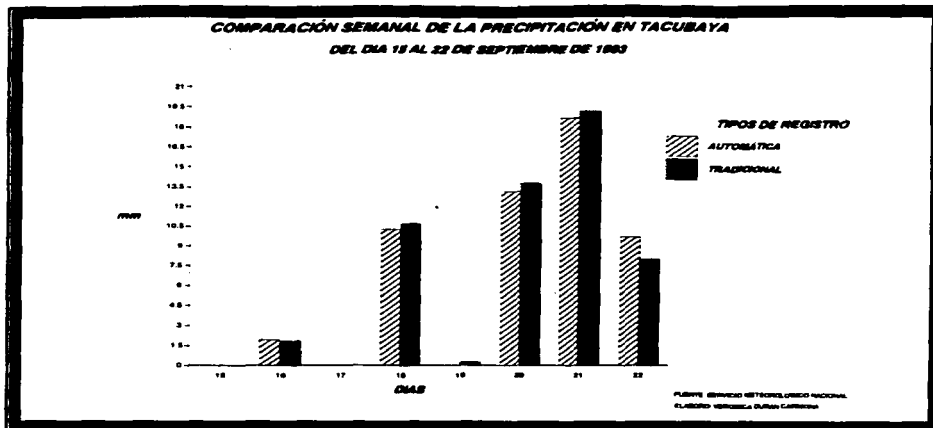
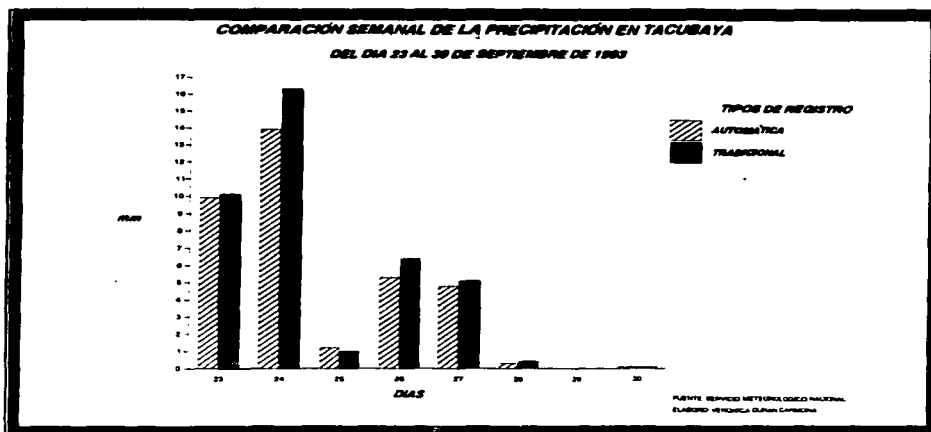


Gráfico no. 5.32



Gráfica no. 5.33



Gráfica no. 5.34

Se observa en la primera semana del mes, una mayor continuidad en los registros de la estación automática, así como mayor el número de días que presentan similitud.

Como se ve, los días 1º, 3, 4, 5 y 7, existe casi una igualdad en los valores registrados. Pero a pesar de ello, los días 2 y 6, hay una diferencia que aún denota la presencia de fallas en la información meteorológica automática. Es más difícil percatarse en este tipo de gráficos de los errores que se cometen en las observaciones tradicionales de dicho fenómeno, pero en otras gráficas se podrán denotar solo algunos de ellos.

En la gráfica del día 7 de septiembre de 1993, se tiene el comportamiento semanal, donde se aprecian algunas diferencias considerables, como los de los días 3 y 5, donde a la vez no hay una interrupción en los registros de la estación automática. También, se puede apreciar que en los días restantes el comportamiento es muy similar.

Durante el transcurso de la segunda semana, hubo 5 días con lluvia, sin embargo, en ninguno de ellos se tuvo registro por parte de la estación meteorológica automática. Aquí se puede considerar que a pesar de ser significativas las precipitaciones la estación automática no las registró.

La semana 3, la precipitación se manifestó durante 6 días, en los cuales ambos medios de registro presentan datos y la desigualdad resultó pequeña entre ellos, a excepción del día 19, en que únicamente la tradicional presenta dato.

Un aspecto importante es que por 3 días se manifestó la precipitación, el valor indicado por parte de la estación automática es menor que la tradicional, y en los otros 2, la automática supera el valor de la tradicional. (16 y 22).

De los días 23 al 30 de septiembre se observan 7 días con lluvia, en los que se advierte el registro por ambos medios.

En 6 días, aparece una desigualdad en los datos, en 5 de ellos es mayor el registro de la estación tradicional con respecto al dato automático, y sólo el día 25, el valor de la estación automática es ligeramente mayor que el registro tradicional. Mientras que el día 30 del mes, hay igualdad de los registros.

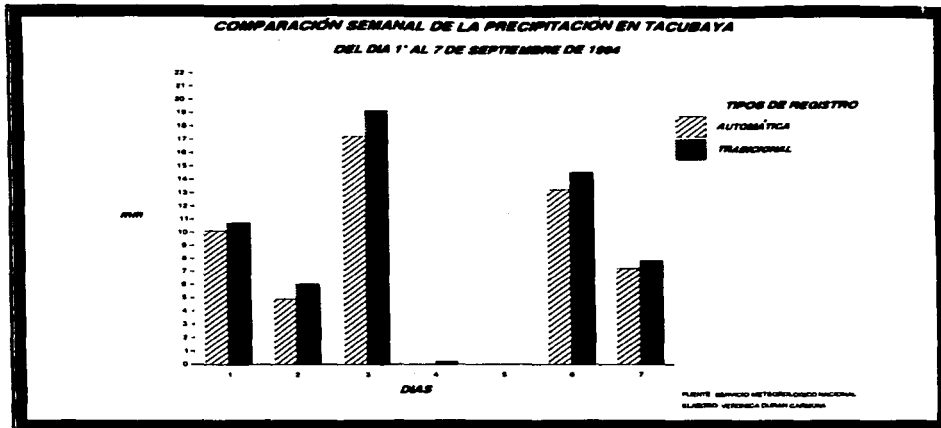


Gráfico no. 5.35

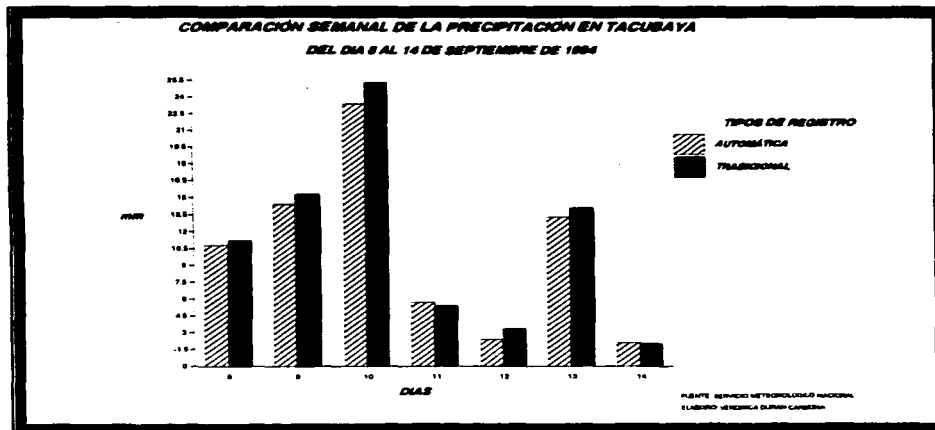


Gráfico no. 5.36

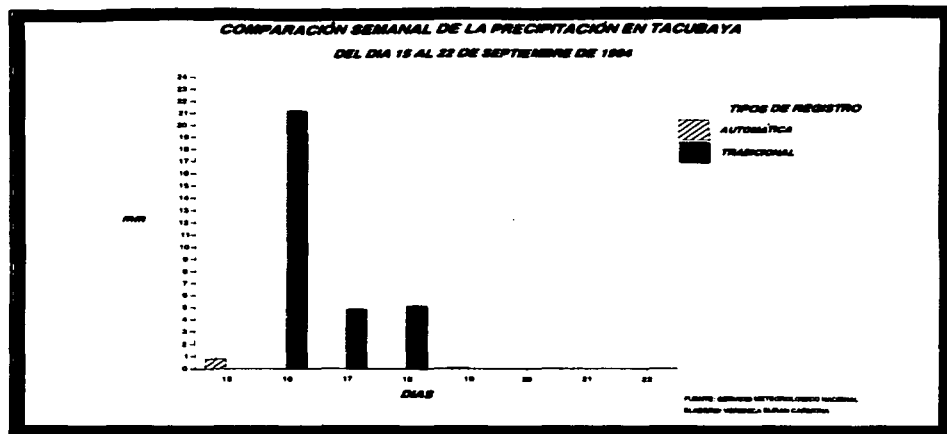


Gráfico no. 5.37

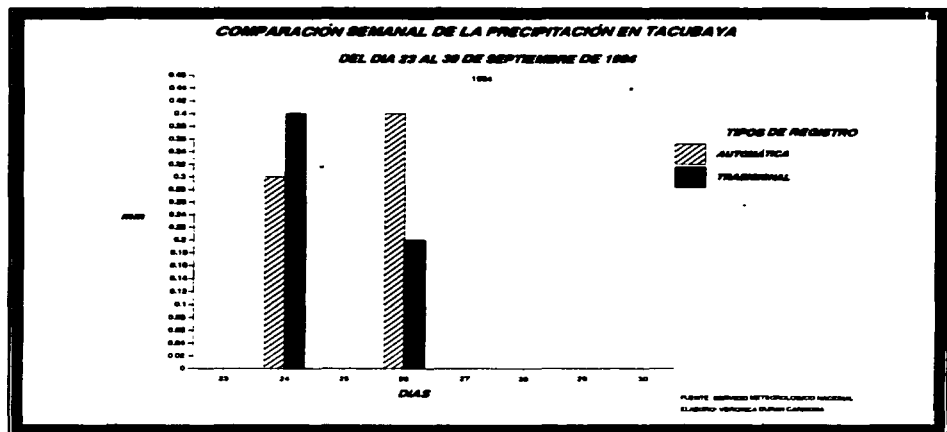


Gráfico no. 5.38

Durante la primer semana, el comportamiento entre ambos registros es muy semejante a los dos meses anteriores, pues se observan 5 días en que los valores son muy similares, sin embargo, conservan una diferencia de 1 mm. Mientras que el día 4, la estación automática registra 0.1 mm de lluvia y la tradicional no.

Del día 8 al 14 del mes, se ve una mayor continuidad e igualdad entre ambos registros, lo que se advierte en las diferencias que son menores de 1 mm de precipitación. Lo anterior indica un mejor funcionamiento por parte de la estación automática, implica a su vez, que debería haber una mayor igualdad en la captación de la información meteorológica lo que puede considerarse como un buen indicio para poder emplear ambos registros.

A partir del día 15 al 22 de septiembre, la precipitación como se puede observar, no la captó la estación meteorológica automática.

Lo importante en este gráfico es que si hay un día lluvioso, y del 16, donde se advierte una precipitación diaria de 21 mm, pero la estación automática no lo registró, entonces de que servirá hablar de una tecnología avanzada en las redes de observación meteorológica y climatológica, si no hay confiabilidad en ella.

En la semana del 23 al 30 de septiembre llovió únicamente durante 2 días, el 24 donde la estación automática registra una cantidad menor que la tradicional, y el día 26, en que la automática registra un valor mayor que el de la tradicional.

5.6 Discusión de resultados

En general, durante el mes de septiembre de 1992, los registros de la precipitación se manifiestan de la siguiente manera:

De los 22 días en que se presentó la precipitación, 8 de ellos fueron registrados únicamente por el personal que labora en el observatorio tradicional, ya que la estación meteorológica automática no presentó ningún dato.

De los 14 días restantes, en 11 días de ellos, la estación automática indicó valores inferiores a los registrados por la estación tradicional, algunos, con una diferencia pequeña, como aconteció los días 1, 9, 15 y 18.

El día 14, se observó una diferencia de 22 mm entre ambos registros.

Durante el mes, sólo en 6 días los registros de ambas estaciones son iguales, lo cual, y a manera de conclusión, permite aseverar que no existe aún confiabilidad en los registros de la estación automática, pero además se advierten algunas irregularidades de detalle que se relacionan con datos que ofrece la tradicional.

En septiembre de 1993, se tienen 25 días donde se manifiesta el fenómeno de precipitación, en 12 días se mantienen registros automáticos inferiores a los tradicionales, y tan sólo en 5, sucede el caso contrario. Son 6 días en los que no registra lluvia en la estación automática, y únicamente en 2 hay igualdad entre los registros de ambas estaciones.

En relación al mes de septiembre de 1994, se concluye que los registros de precipitación se presentan como sigue:

A pesar de que la estación automática ya tiene casi dos años de estar en funcionamiento, continúa manifestando fallas muy notorias en cortos períodos de tiempo, como sucede en algunas semanas, pues hay ocasiones en que se llegan a presentar registros pero no mantienen continuidad; en otras ocasiones no se registran datos a pesar de que el fenómeno se presenta, y otras veces se tienen valores que son más altos que los que ofrece la tradicional.

Cabe señalar que en las dos primeras semanas del mes, ambos medios de registro mantienen datos con una considerable diferencia.

5.7 Cuadros y gráficas de los registros mensuales de la precipitación en el Observatorio de Tacubaya

En los siguientes cuadros se comparan las medias mensuales de la precipitación que registra el pluviómetro y el pluviógrafo con respecto a la estación automática así como sus diferencias. La gráfica indica los registros de la estación automática y los tradicionales (pluviómetro).

OBSERVATORIO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. COMPARACIÓN DE PROMEDIOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN													
APARATO TRADICIONAL: PLUVIOGRAFO													
M E S	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1992													
T									201.2	193.7	62.5	1.5	
A									120.2	156.2	45.9	1.3	
D									81.0	39.5	16.7	0.2	
1993													
T	11.4	10.2	7.2	22.5	23.9	112.6	263.9	146.4	232.0	30.4	12.3	0.0	
A	5.9	10.0	6.0	14.7	29.0	91.6	220.7	105.3	140.0	13.0	44.2	0.3	
D	5.5	0.2	1.2	7.8	3.1	21.0	43.2	40.9	92.0	17.4	31.9	0.3	
1994													
T	14.0	0.0	1.0	42.7	46.8	181.5	216.2	192.7	166.6	73.9			
A	3.4	0.3	0.0	42.6	43.0	182.0	193.8	184.1	126.3	74.0			
D	10.6	0.3	1.0	0.1	3.8	0.5	22.4	8.6	40.3	0.1			
A ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA. T TRADICIONAL. D DIFERENCIA													
Cuadro no. 3.1													

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA

**OBSERVATORIO CENTRAL DE TACUBAYA. D.F.
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN**

APARATO TRADICIONAL: PLUVIÓMETRO

M E S	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1992												
T									231.6	192.4	63.1	1.5
A									120.2	156.2	45.9	1.3
D									111.4	36.2	17.2	.2
1993												
T	11.4	10.2	6.4	21.7	112.2	257.9	145.9	230.1	34.5	34.5	12.3	0
A	5.9	10.0	6.0	14.7	29.0	91.6	220.7	105.5	140.0	13.0	44.2	.5
D	5.5	0.2	0.4	7.0	83.2	166.3	76.8	124.6	105.5	21.5	31.9	.5
1994												
T	15.8	0.2	1.0	43.2	46.5	176.5	214.2	191.6	140.6	73.9		
A	3.4	0.3	0	42.6	43.0	182.0	193.8	184.1	126.3	74.30		
D	10.4	0.1	1.0	0.6	3.5	5.5	20.4	7.5	14.3	0.1		
A ESTACION METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA. T TRADICIONAL. C DIFERENCIA												

Cuadro No. 5.2

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA

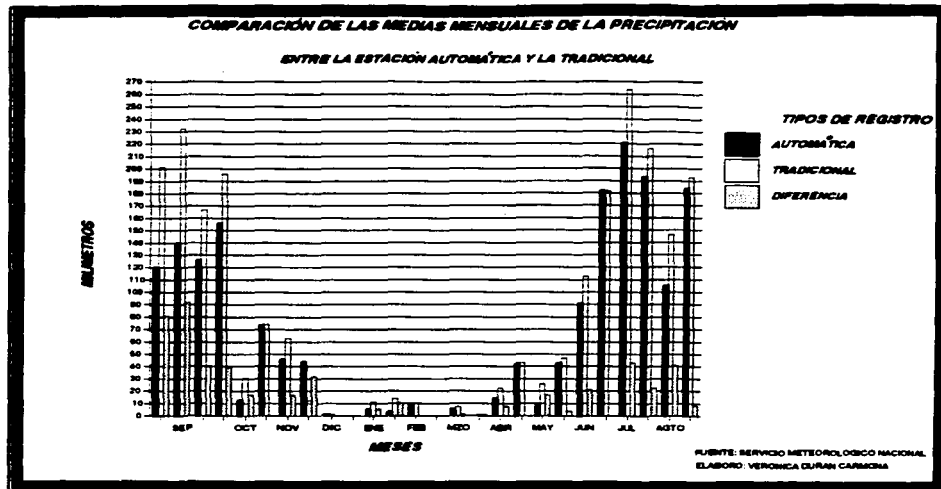


Gráfico no. 5.39

Con relación a la comparación de las medias mensuales de la lluvia se tiene:

Durante el año de 1992, los valores de precipitación tradicional son notoriamente mayores a los automáticos. En el mes de septiembre, el dato tradicional indica 231.6 milímetros, mientras que el de la automática es de 120.2 mm, lo que da una diferencia de 111.4 mm. Por otra parte, en los meses restantes se mantienen diferencias considerables entre los datos de ambos medios.

En los meses de 1993, los registros de precipitación presentan una serie de irregularidades, ya que en la mayoría de casos, los de la estación automática conservan valores muy superiores a los tradicionales, y únicamente en cuatro meses el valor tradicional es inferior al dato automático. Durante todo el año se detectan diferencias que van desde décimas de milímetro hasta 166.3 mm, que son los que se tienen en el mes de julio.

En el año de 1994, los valores medios de precipitación registrados por la estación automática son más semejantes a los que tiene la tradicional. La máxima diferencia se presenta en el mes de julio, cuando el sensor automático registra 193.8 mm, y la tradicional 214.2, lo que da una discrepancia de 20.4 milímetros.

En general, las mayores diferencias mensuales entre ambos medios de registro se presentan durante la temporada de verano, debido a que el sensor de precipitación de la estación automática no captaba toda la cantidad de lluvia por las fallas que presentaba su mecanismo de funcionamiento. Otras ocasiones el instrumental tradicional no funcionó de manera adecuada.

En el periodo de observación, la máxima diferencia fue de 166.3 mm, y correspondió al mes de junio de 1993, y la mínima de 0.1 mm, a los meses de febrero y de octubre de 1994.

CAPÍTULO VI

COMPARACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE

En este apartado se consignan las comparaciones de la temperatura del aire con sus respectivas variantes, que se obtuvieron de la estación meteorológica automática y de los instrumentos tradicionales del Observatorio de Tacubaya. Dicho elemento es de trascendental importancia en todos los estudios ya sean de carácter meteorológico como climático. Tanto en el medio cultural la temperatura juega un papel esencial en los procesos tanto estáticos como dinámicos que tienen lugar en los mismos. Concretamente lo vemos en los cambios físicos y químicos que tienen lugar en la superficie terrestre, y no se diga en los seres vivos incluyendo a la humanidad. Lo advertimos en los distintos ámbitos del océano mismo, y sobre todo en las manifestaciones dinámicas y de vida que se dan en éste. También en la atmósfera con su circulación general, sus vientos locales, continentales, particularmente en los ciclones, los nortes, entre otros.

La temperatura interactúa con otros elementos meteorológicos, o bien es causa directa de manifestaciones de otros fenómenos atmosféricos que afectan a algunas de las actividades económicas como las agropecuarias.

También en este capítulo se incluyen las gráficas que ilustran las diferencias existentes en los registros; de manera anual, mensual, diaria, semanal, algunas con discrepancias y promedios. Asimismo, se pueden observar algunas distribuciones de temperatura de un mes representativo, y que en este caso fue el de octubre para cada uno de los años de estudio; igualmente, se presentan comparaciones referentes al mes

julio. Cabe señalar que el tipo de análisis de cada una de las gráficas fue un proceso en el cual se vierten varios factores considerados de manera empírica y científica que sustentan los resultados, a la vez algunos de ellos parecen ser poco profundos, pero, se tienen las gráficas que pueden dar respuesta a cada una de las interrogantes en cuanto a la situación, funcionamiento y comparación de este elemento. Es el caso de este escrito, donde no se ofrece todo lo que se trabajó, y solo se dan los resultados, así, cada gráfica expuesta lleva consigo un análisis previo, y de él se pueden dar una o varias conclusiones que estarán en función de nuestra capacidad de observar y analizar.

6.1 Comparación de temperatura del aire, horaria diaria

Introducción

Las gráficas que a continuación aparecen señalan una comparación de los registros tradicionales con respecto a los que registra la estación automática de manera mensual, incluyendo los promedios horarios de cada día.

Se pueden advertir en estas de manera muy general algunos detalles y discrepancias que suceden en la información de ambos medios de registro. Por la escala de trabajo es difícil detectar diferencias entre ambos registros lo cual si se verá más adelante en otros tipos de gráficas.

Como ya se señaló, aquí solo de manera circunstancial se indicarán, y no dejarán de ser sugerentes y hasta ilustrativas en no pocas ocasiones.

Para que el análisis corresponda a la página donde va la gráfica se establece en diseño o parejador.

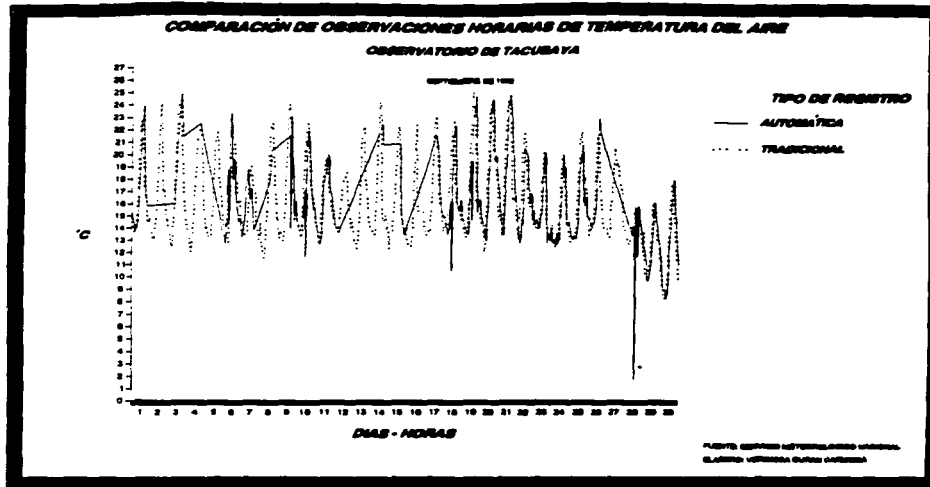


Gráfico no. 6.1

La gráfica de septiembre de 1992 es muy representativa, ya que es el primer mes de funcionamiento de la estación meteorológica automática. Se observa cierta similitud entre ambos registros en varios de los días. También, se detecta falta de continuidad en la información de la estación meteorológica automática.

Lo anterior interfiere en la comparación, pues ésta no se puede llevar a cabo por la falta de observaciones de alguno de los medios.

Las altas temperaturas sobrepasan los 24°C, según registro de ambos medios, la incongruencia se tiene el día 28, cuando la estación automática marca 1.5°C.

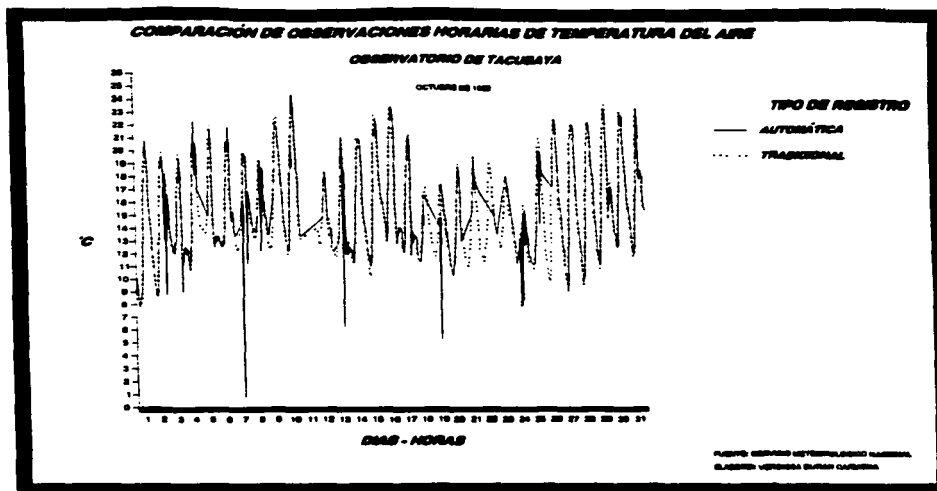


Gráfico no. 6.3

Durante el mes de octubre de 1992, falta información en los registros automáticos, también se detectan errores muy señalados los días 7, 13, 19 y el 24 por parte de la estación automática. Mientras que la estación automática registra una temperatura máxima mayor a los 24 °C, la tradicional indica 23.5 °C. En cuanto a las mínimas el dato tradicional señala 8° C, la estación automática indica 0.8 décimas de grado. Este tipo de gráfica es ejemplo para detectar fallas iniciales de los aparatos automatizados, y corregirse antes de que estos sean más severos y difíciles de corregir.

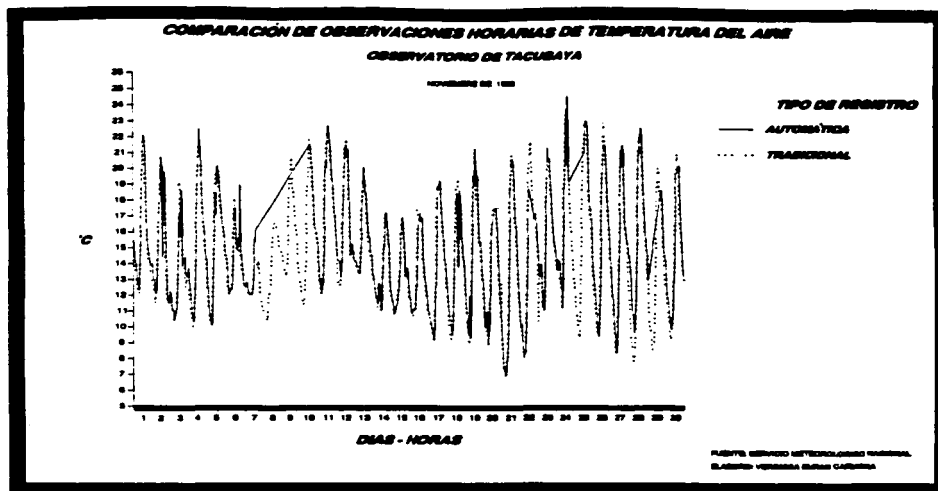


Gráfico no. 6.3

En el mes de noviembre de 1992, no hay igualdad, sin embargo parece haber similitud entre algunos valores. Se observa falta de continuidad en los registros automáticos. La causa de esto, de acuerdo a la bitácora de la estación automática, es que el programa presenta serios problemas de control para permanecer constante. Se observan quince días de información inestable por parte de la estación automática.

Los registros más altos son superiores a los 24° C y los más bajos casi llegan a 7° C.

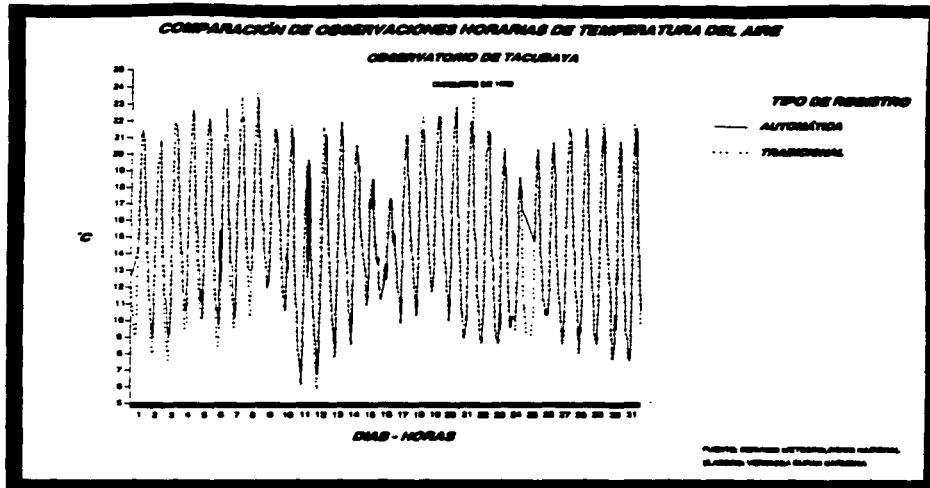


Gráfico no. 6.4

En diciembre de 1992, la gráfica de la temperatura mensual, presenta mayor igualdad por ambos registros. Únicamente el día 24 se presenta discontinuidad en la información de la estación automática.

Sin embargo, se observa que los valores de automáticos son ligeramente menores que los tradicionales en las temperaturas máximas y mínimas. (23 y 6° C).

No se advierten datos con características incongruentes.

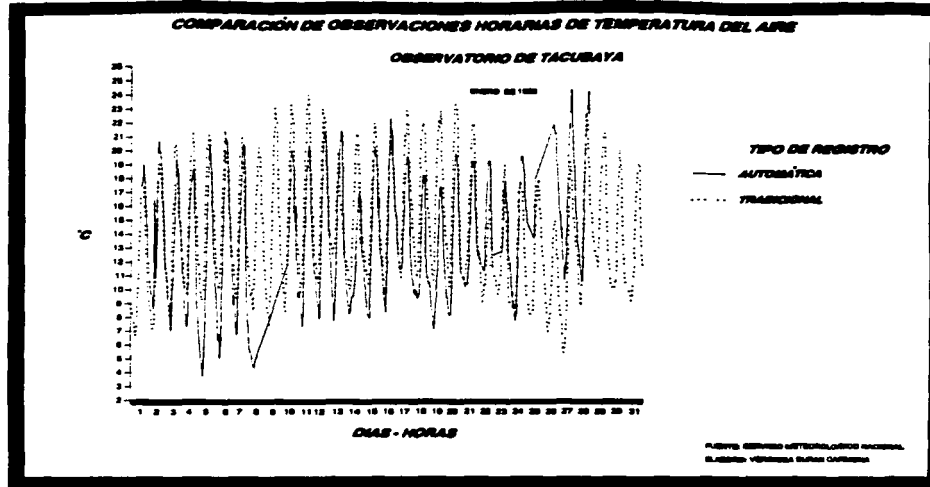


Gráfico no. 6.5

Durante el mes de enero de 1993, no se presenta igualdad en los registros, falta un alto porcentaje de información meteorológica automática; a principios del mes los valores de las observaciones tradicionales son superiores a los registros automáticos, mientras que al final del mismo, sucede lo contrario, es decir, los datos automáticos están por arriba de los tradicionales.

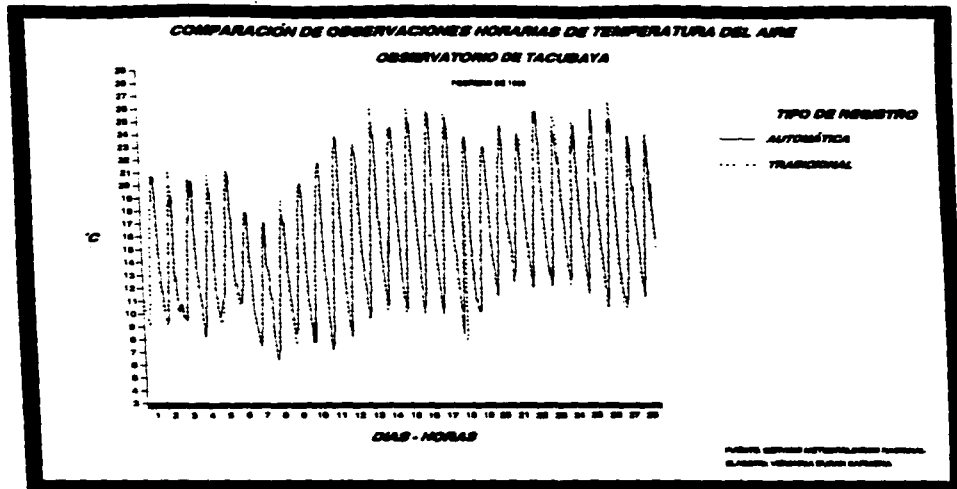


Gráfico no. 6.6

En el mes de febrero, se manifiesta una mayor continuidad en los datos, hasta este momento es el mes más completo en cuanto información se refiere. Se observa mayor similitud entre ambos medios de observación. Los valores oscilan entre 6 y 25° C.

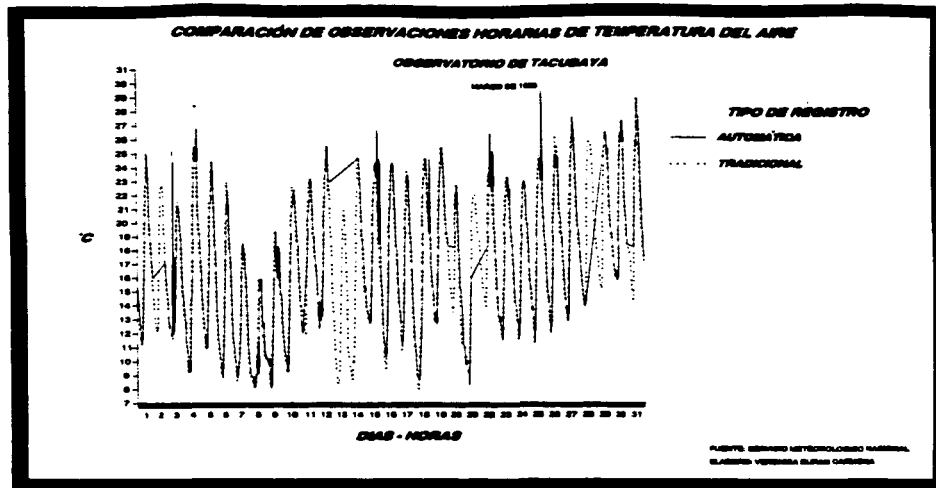


Gráfico no. 6.7

En marzo, vuelven a presentarse errores importantes en la estación automática; no se puede hablar de igualdad pues son varios los días en que no hubo registros de información meteorológica automática y algunos de ellos son poco confiables.

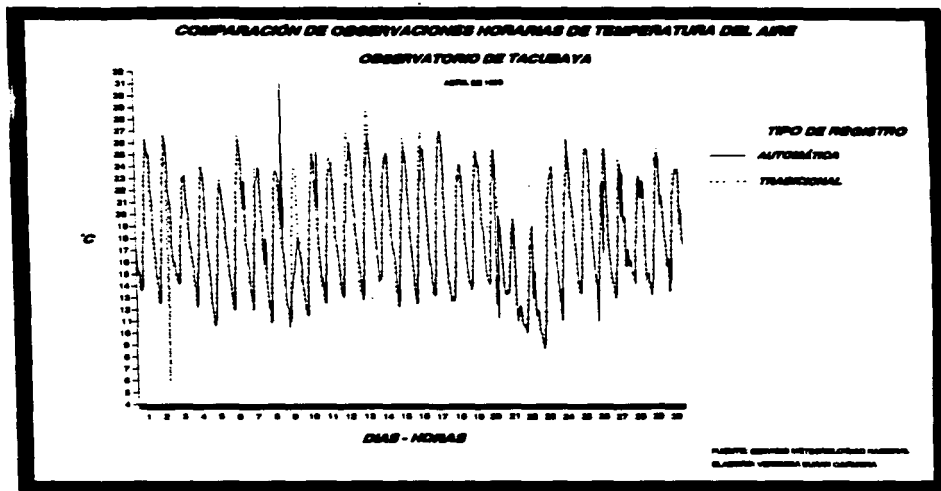


Gráfico no. 6.8

Durante todo el mes se observa continuidad en ambos medios de observación, al parecer se detecta mayor igualdad en los datos; sólo dos errores muy notorios, uno por parte del observatorio tradicional el día 2, y otro más del sensor automático, pues indica una temperatura muy alta el día 8.

La mayor parte del mes, los datos tradicionales están por encima de los registros automáticos.

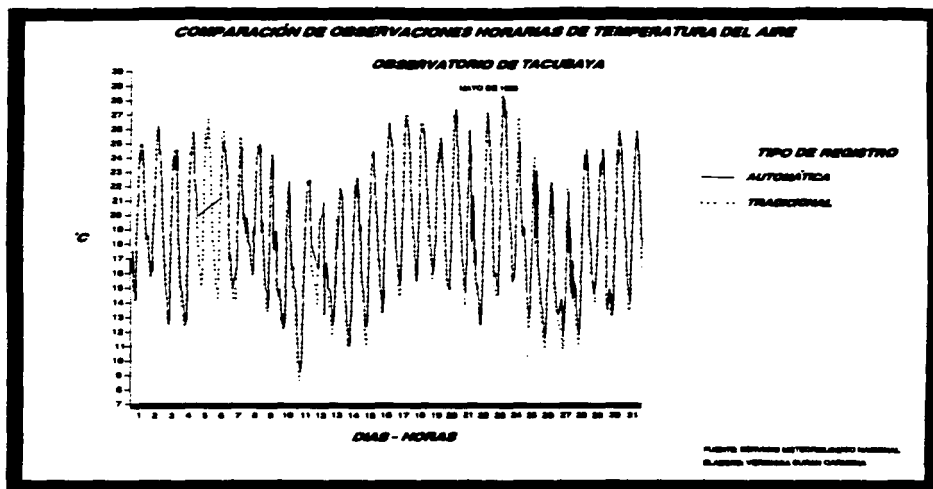


Gráfico no. 6.9

Mes con mayor continuidad en ambos registros, sin embargo los días 4 y 5, no hay información de la estación automática. Los registros tradicionales están por abajo de los automáticos. Las mínimas temperaturas son detectadas en los instrumentos tradicionales. Se detecta un alto grado de similitud durante todo el mes.

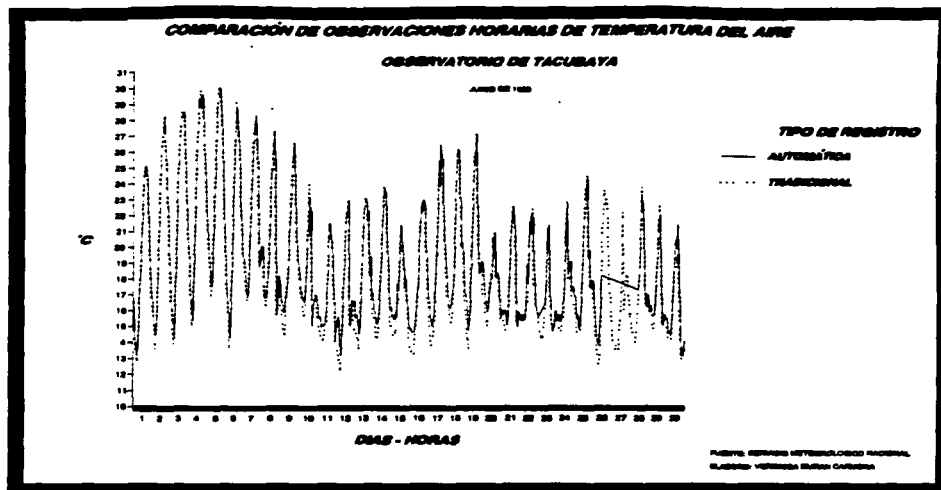


Gráfico no. 6.10

En el mes de junio se advierte continuidad en la información de los dos medios de registro, la temperatura mínima se observa en los datos tradicionales; no se presenta continuidad en los dos últimos días del mes por parte del sensor de la estación automática.

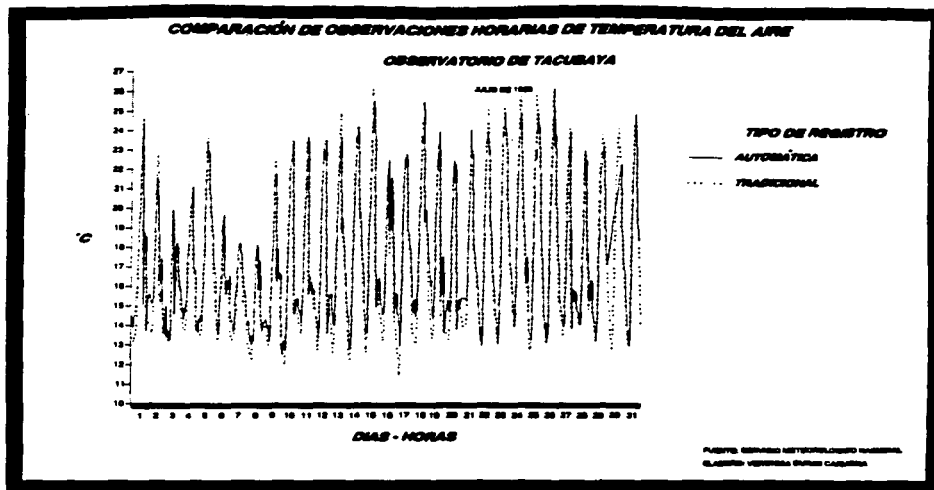


Gráfico no. 6.11

El mes de julio, tiene mayor continuidad en cuanto a sus registros; las temperaturas más bajas son las que se observan en el termómetro tradicional. Únicamente el último día se detectan datos faltantes de parte de la estación automática.

El día 30, el valor tradicional con el automático conservan una considerable diferencia entre sí.

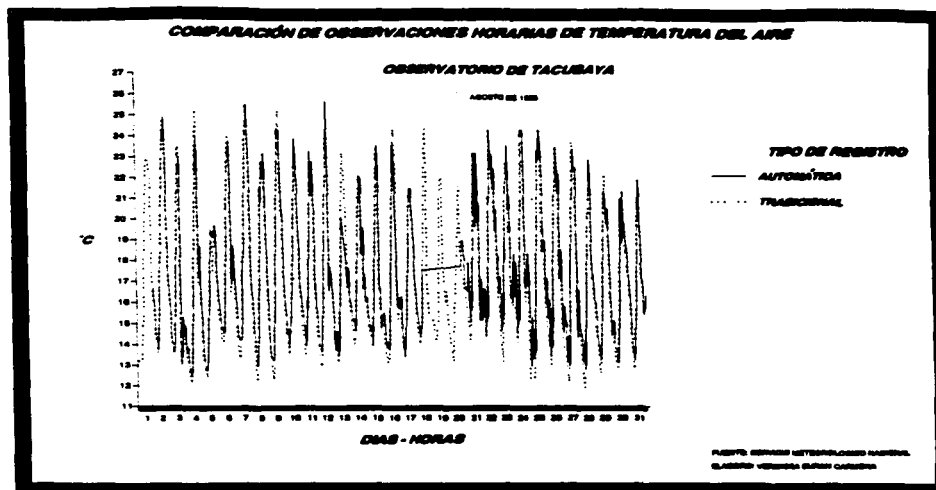


Gráfico no. 6.12

Durante el mes de agosto, el primer día no hay información de la estación automática, así como los días 18, 19 y 20. Las temperaturas mínimas son registradas por el equipo tradicional y las máximas por el equipo automático.

Hay más similitud entre algunos de los registros, inclusive en otros se observa igualdad.

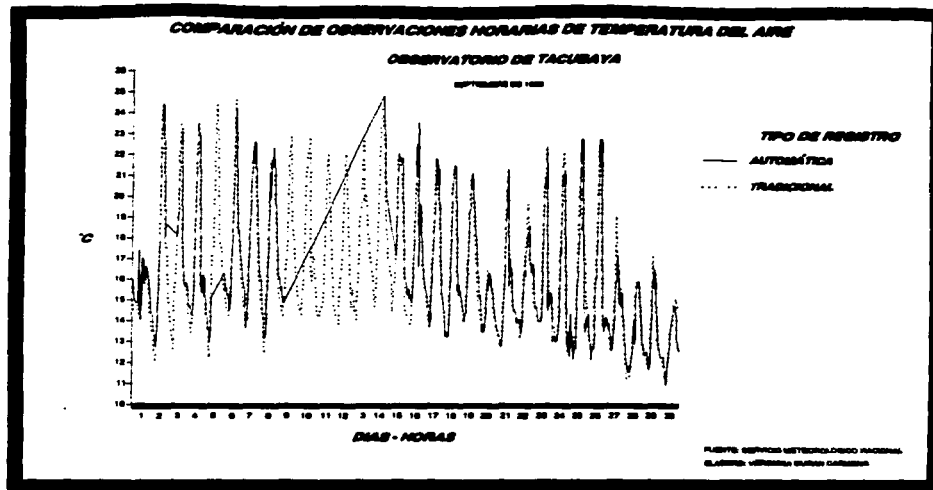


Gráfico no. 6.13

Septiembre, mes con gran desigualdad entre ambos registros meteorológicos, también, carencia de información por parte de la estación automática.

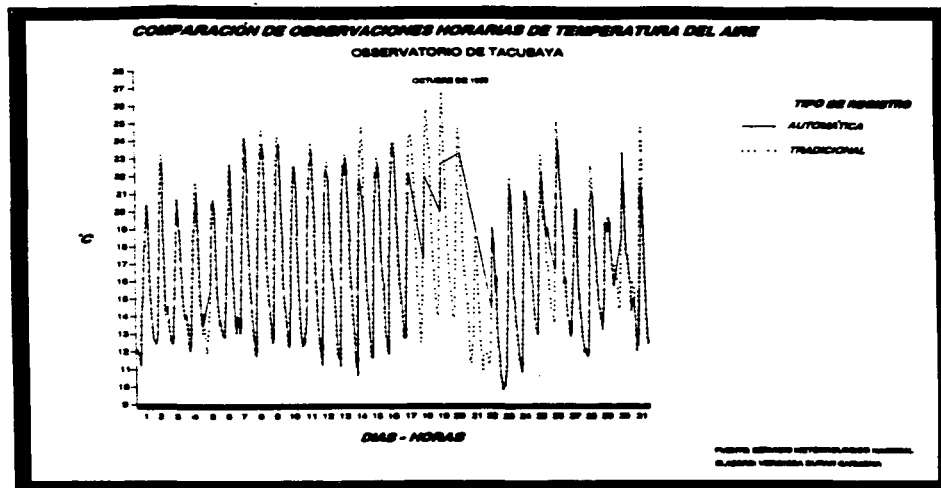


Gráfico no. 6.14

Al igual que el mes anterior, octubre carece de continuidad en sus registros por parte de la estación automática. Los datos tradicionales se detectan por arriba de los automáticos.

Algunos días manifiestan igualdad en sus valores.

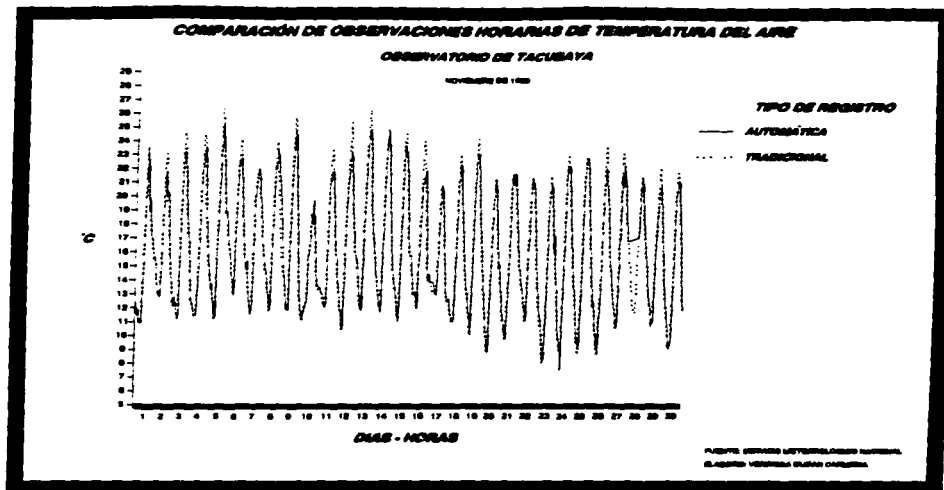


Gráfico no. 6.15

Durante el mes de noviembre, se advierte mayor igualdad entre ambos registros, las temperaturas son más altas por parte de la tradicional; hay continuidad en los datos del sensor automático. El día 29 vuelve a localizarse una posible falla por parte de alguno de las dos maneras de registro.

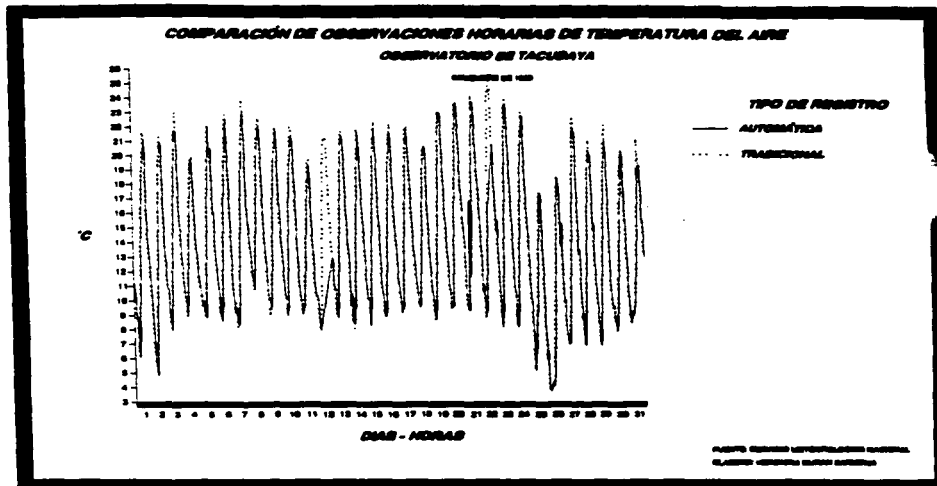


Gráfico no. 6.16

En diciembre, se observa más continuidad, sin embargo, los días 11 y 12, se nota un error por parte de alguno de los medios de información meteorológica ya que la diferencia es considerable.

Se advierte más similitud y algunos casos de igualdad.

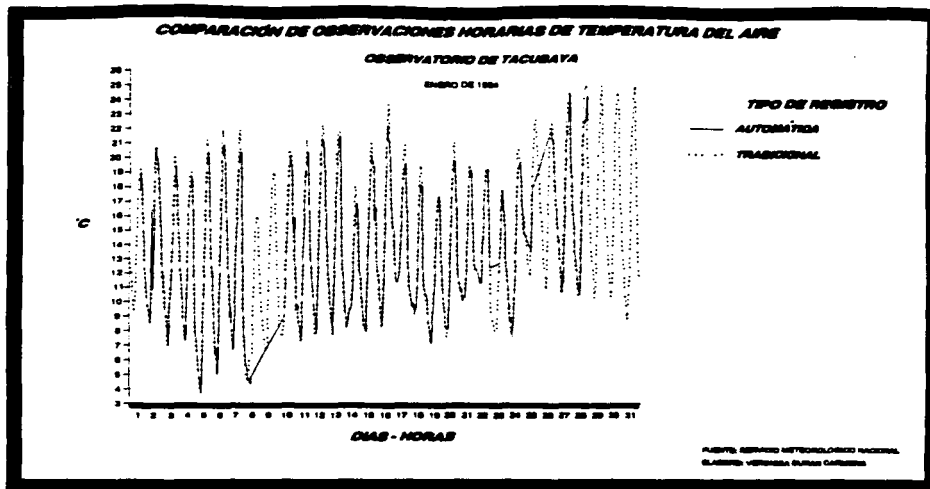


Gráfico no. 6.17

En enero de 1994, vuelve nuevamente a presentarse la falta de continuidad en la información automática, son varios los días. En los que si la tienen conservan un poco la similitud y otras veces la igualdad.

Los datos tradicionales están por arriba de los automáticos.

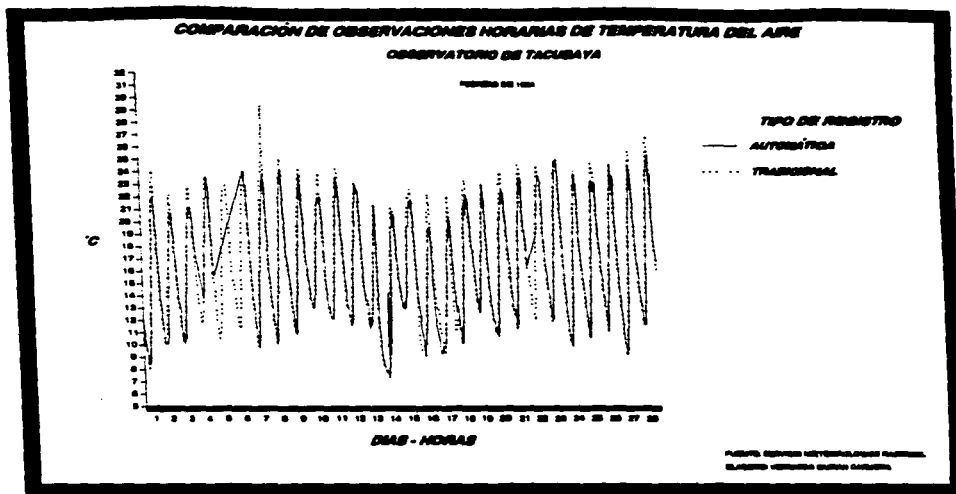


Gráfico no. 6.18

Durante el mes de febrero, la irregularidad en la información continua, existe falta de información y algunos datos muy extremos por parte de la tradicional. Los registros tradicionales son superiores a los automáticos.

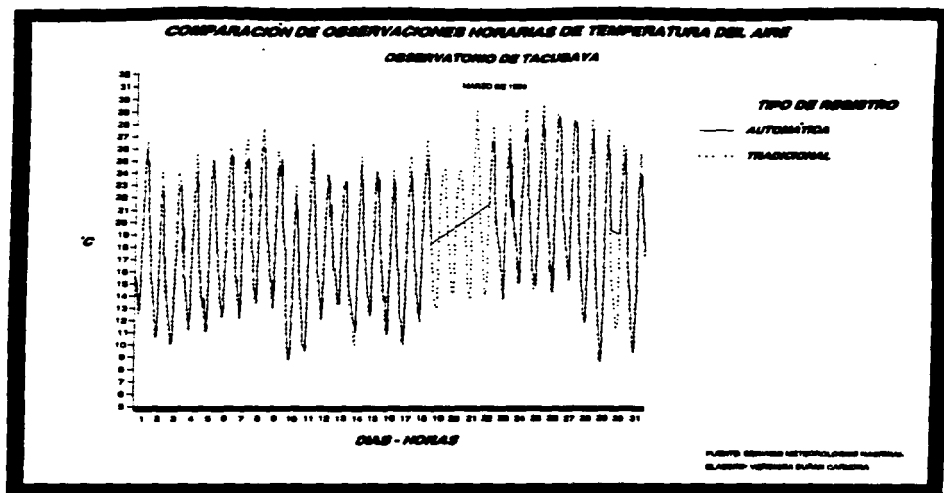


Gráfico no. 6.19

El mes de marzo de 1994, el mismo caso de inicio de año, se carece de información meteorológica automática; los datos tradicionales son superiores a los automáticos. Tiene mayor similitud y algunos casos de igualdad.

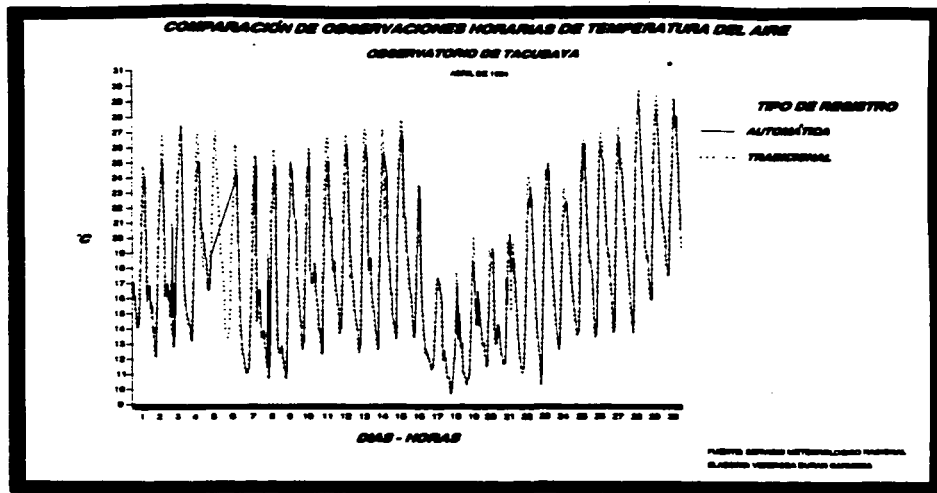


Gráfico no. 6.20

Abril de 1994, durante este mes, los datos mantienen un alto porcentaje de continuidad, sin embargo, aún hay varios días que carecen de información meteorológica automática. Se detecta similitud en algunos días.

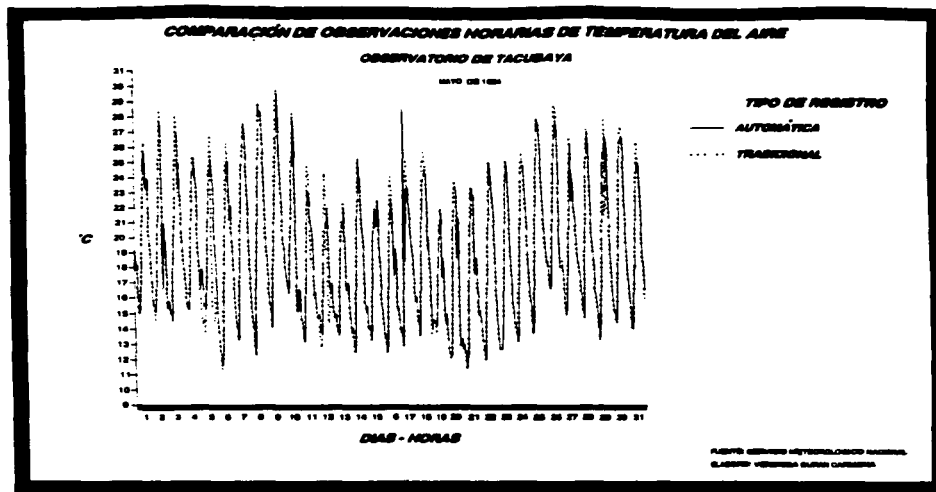


Gráfico no. 6.21

Durante el mes de mayo de 1994, se advierte información más completa, mayor similitud en los registros. Sólo el dato automático del día 17 parece estar mal.

Es un mes bastante representativo para hablar de más información y calidad en los registros meteorológicos.

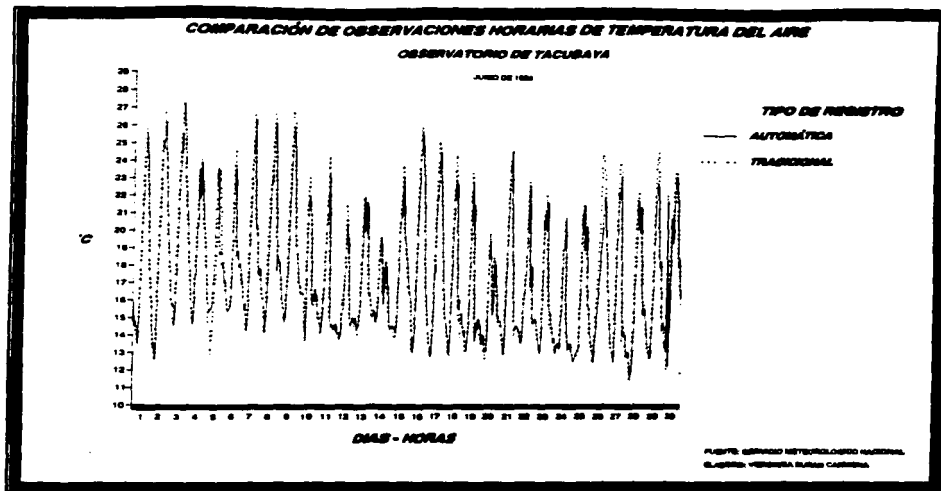


Gráfico no. 6.23

En el mes de junio, se pone de manifiesto la regularidad en los registros; aunque los datos tradicionales son más altos en cuanto a sus temperaturas máximas, mientras que son más bajos sus valores en las mínimas temperaturas que se presentan.

Se puede hablar de un mejor funcionamiento por parte del sensor de temperatura que conforma la estación meteorológica automática.

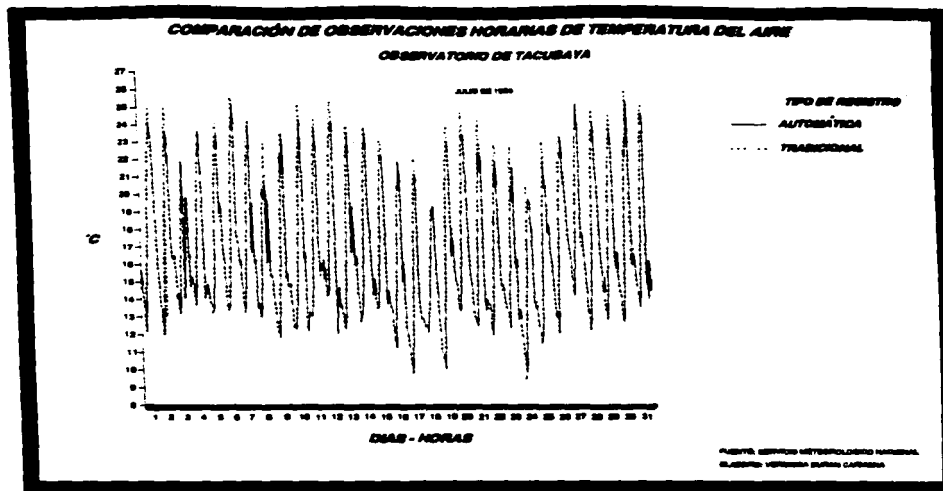


Gráfico no. 6.23

El mes de julio de 1994, sucede el mismo caso del mes anterior, ambos registros: presentan igualdad, similitud y continuidad durante todo el mes.

Los datos tradicionales se ven ligeramente más arriba de los registros automáticos.

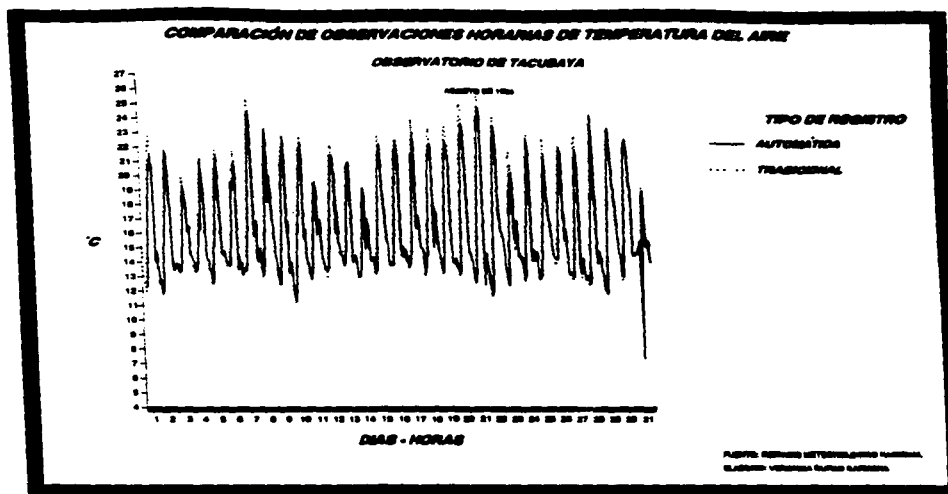


Gráfico no. 6.24

En agosto por parte de la estación automática se detecta el día 30 un dato no muy aceptable. Pero en general presenta similitud y continuidad en toda su información por parte de los dos medios de registro.

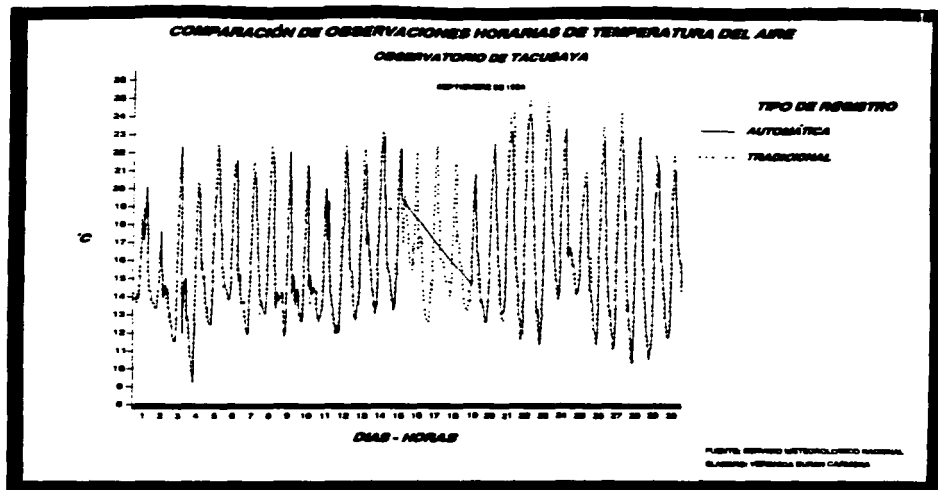


Gráfico no. 6.25

Septiembre mes de irregularidad en la información meteorológica automática. Los datos tradicionales siguen por arriba de los automáticos.

En los datos restantes se ve más similitud e igualdad en algunos casos.

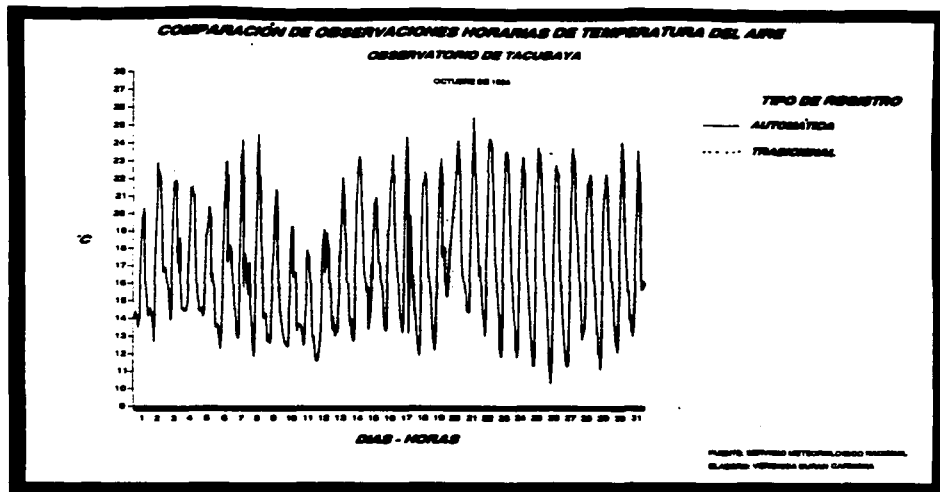


Gráfico no. 6.26

Último mes de análisis, en donde se ve mayor continuidad, similitud e igualdad en la información de ambos medios de observación.

Los datos tradicionales son superiores a los automáticos.

6.2 Discusión de resultados

Los dos años de observación de los datos indican de manera general lo siguiente:

- *Falta continuidad en la información meteorológica automática.*
- *Los datos tradicionales de temperatura horaria-diaria, son en su mayoría superiores a los que registra la estación automática.*
- *Son varios los detalles que deben de cuidarse para que la información pueda ser confiable.*
- *Las gráficas mensuales, sólo nos dan una idea muy general, y por lo tanto, deben ser complemento de otras a menor escala.*

6.3 Gráficas que representan el comportamiento diario mensual, así como sus respectivas diferencias de la temperatura del aire

Introducción

En la serie de gráficas que aparecen a continuación se pueden advertir las diferencias diarias de la temperatura del aire, registrada en el observatorio de Tacubaya.

En las primeras se comparan ambos medios de registro, así como la temperatura media mensual que ofrece el registro tradicional, tomada conforme a las normales climatológicas entre 1951 y 1980.

Las segundas, que en parte son complemento de la anterior, revisten importancia, ya que señalan la diferencia entre los valores que registraron los medios de observación, además, de que ofrece las tendencias que se manifiestan en lo que respecta a igualdad y diferencia de los diversos registros de ambas estaciones.

Según sea el comportamiento que se observe así se establece el rango y amplitud del análisis que se hace.

Con el fin de que se puedan realizar comparaciones, el diseño incluye la presentación de 2 gráficas, y de análisis de 4 de ellas por página.

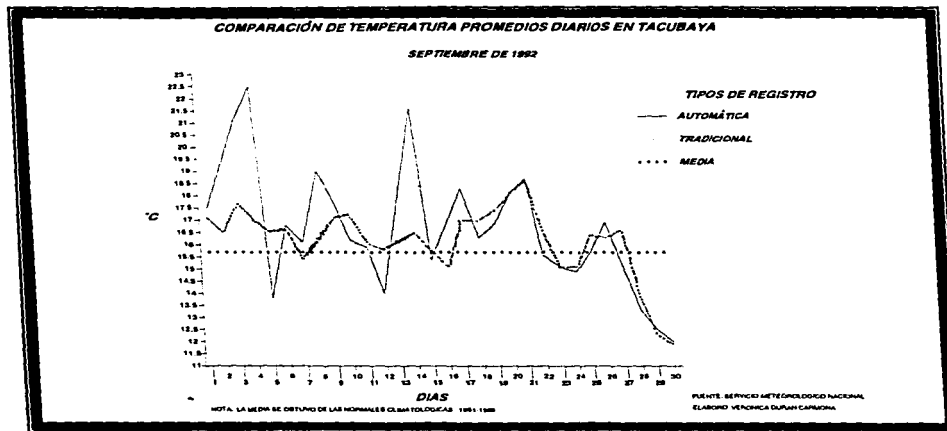


Gráfico no. 6.27

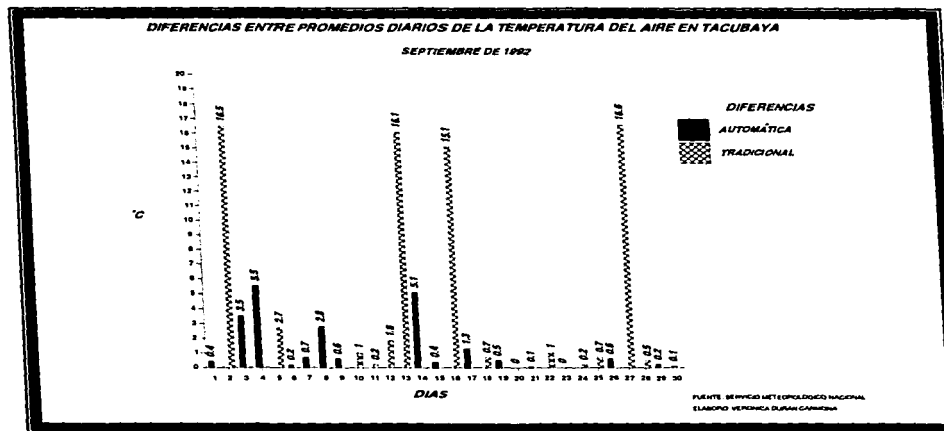


Gráfico no. 6.28

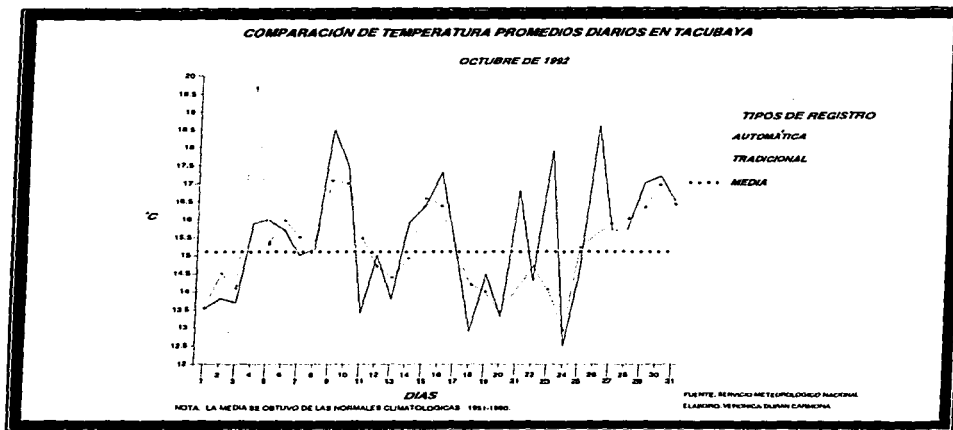


Gráfico no. 6.29

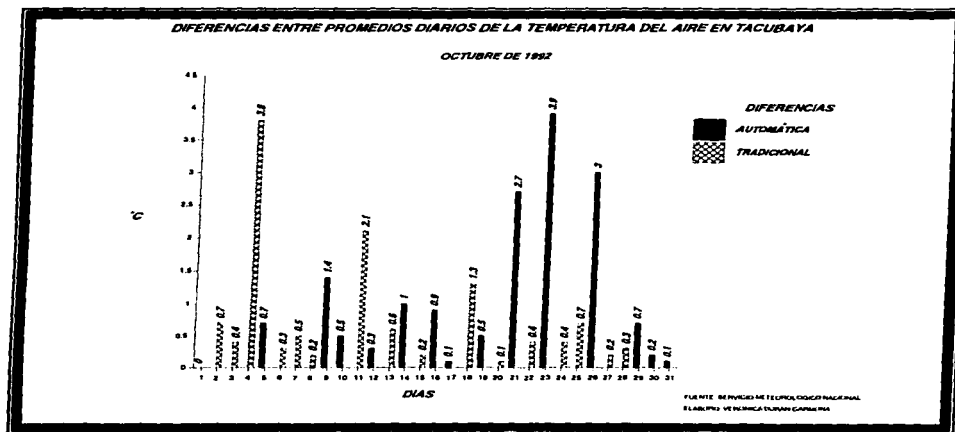


Gráfico no. 6.30

Graficas 27 y 28

Durante el mes de septiembre de 1992, en la primera gráfica aparecen registros por arriba de la media tradicional de ambas estaciones.

Tal situación pone de manifiesto que el incremento que se advierte es mínimo.

Son varios los días en que la diferencia sobrepasa los 0.1 °C. La estación tradicional llega a registrar 16.6 °C más que la meteorológica automática, lo que pone de manifiesto que ésta de facto, no registró valor alguno.

En 2 de los días las diferencias son menores a 1 °C, y sólo los días 20 y 23 son iguales en sus registros.

Gráficas 29 y 30

En octubre, los valores que registraron ambos medios de observación se aproximan bastante a la media mensual, pero no deja de haber diferencias, durante más de medio mes, superiores a 0.5 °C. El valor diferencial que permite la OMM entre ambos valores solo se da el día primero.

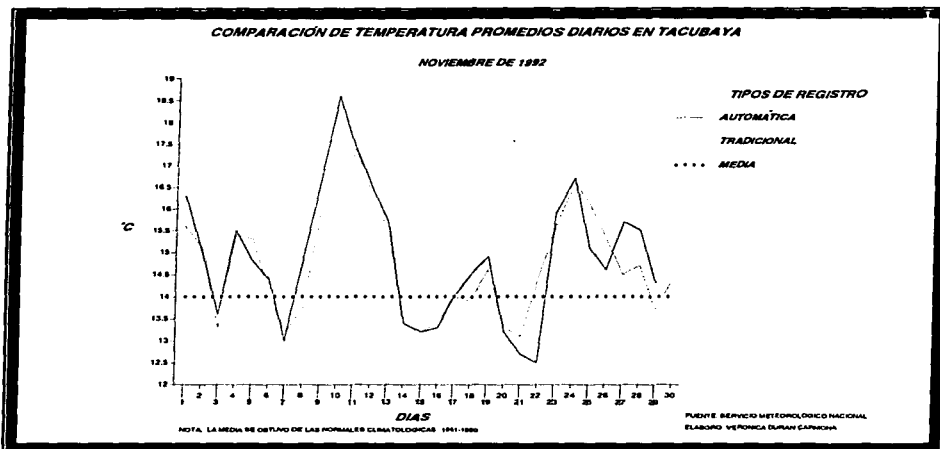


Gráfico no. 6.31

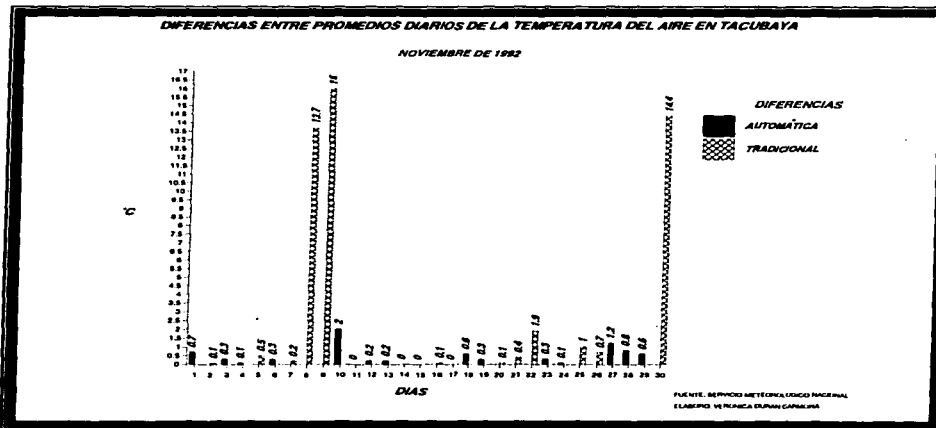


Gráfico no. 6.32

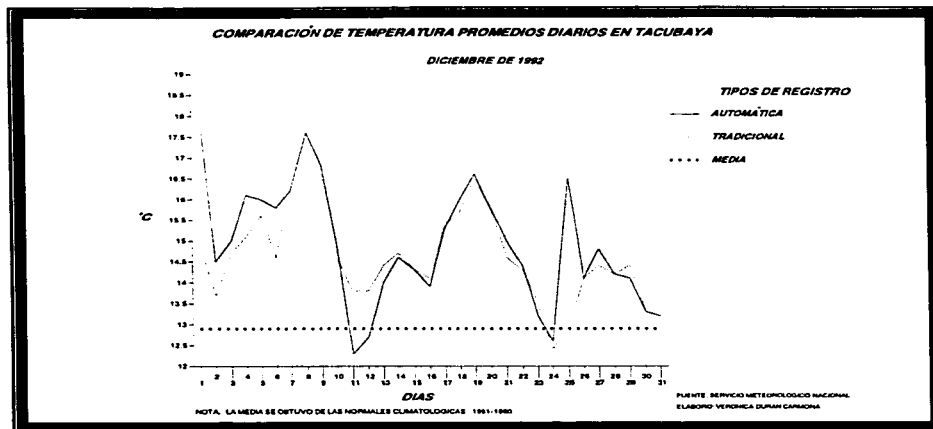


Gráfico no. 6.33

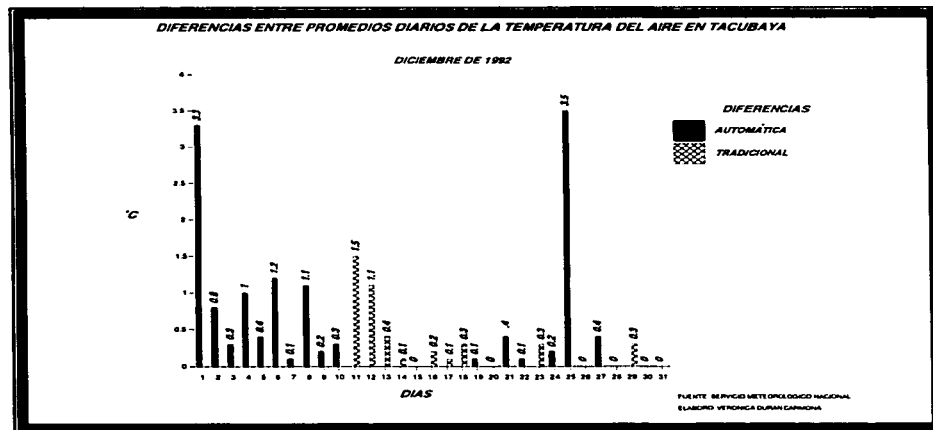


Gráfico no. 6.34

Gráficas 31 y 32

En noviembre de 1992, se presenta mayor similitud en ambos valores de temperatura. Pocos son los registros con diferencias mayores a 1°C. Tres son los días en que no se advierte ningún registro de la estación meteorológica automática. En 4, se presenta igualdad. En la mayoría de los casos ambas estaciones registran por arriba del promedio mensual.

Gráficas 33 y 34

En diciembre de 1992, las 2 estaciones registran valores por arriba de la media tradicional. Las diferencias advertidas son menores a 1°C durante casi todo el mes. En algunos días el valor más elevado lo presenta la estación meteorológica automática y durante 6 días son iguales los registros de ambos medios de observación.

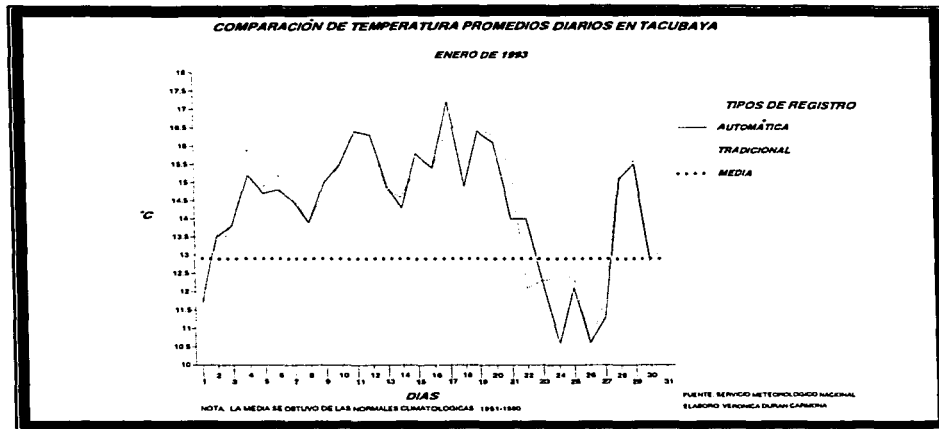


Gráfico no. 6.35

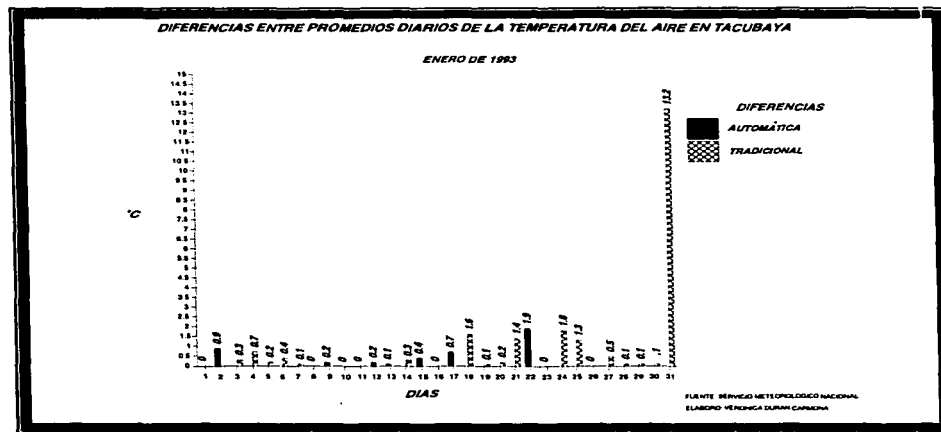
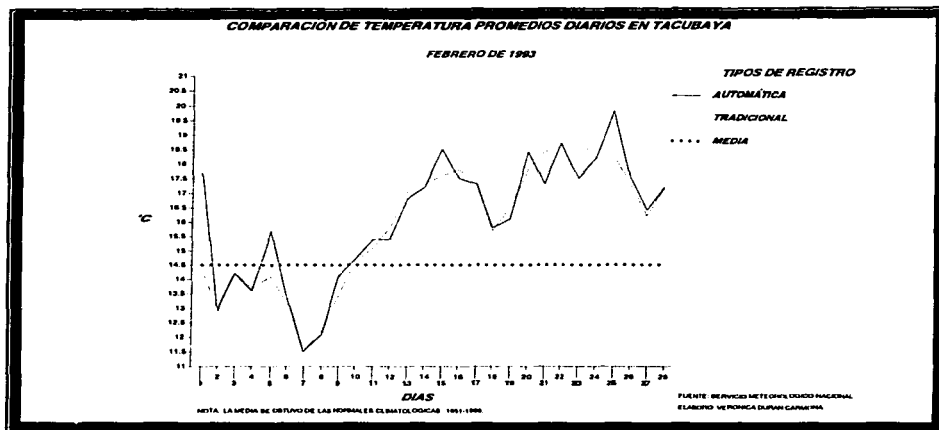
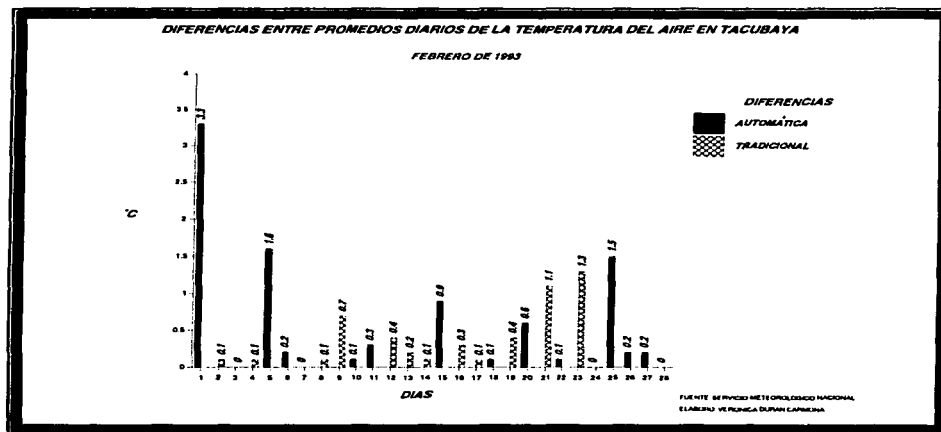


Gráfico no. 6.36



Gráfica no. 6.37



Gráfica no. 6.38

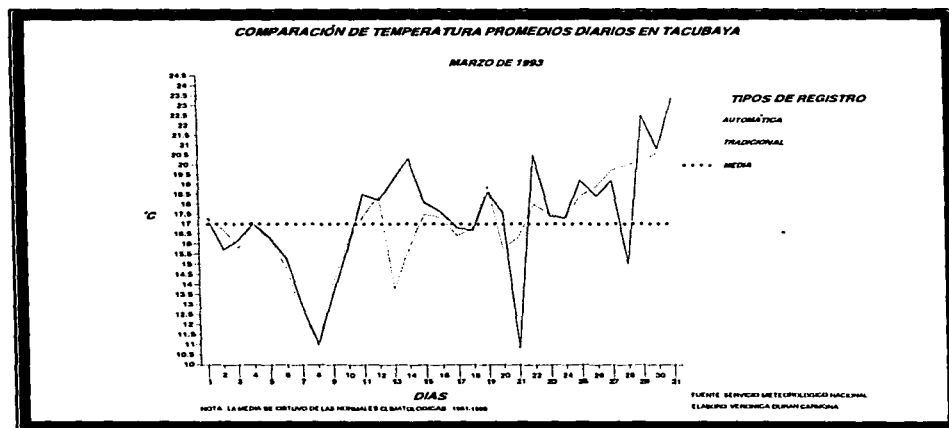
Gráficas 35 y 36

En enero de 1993, y durante su inicio, los registros de las 2 estaciones son superiores a la media mensual. Únicamente durante los últimos días son inferiores a tal promedio. En general, hay mayor similitud y las diferencias predominantes son menores a 1° C. Sólo el día 31 la estación meteorológica automática no registra. Cabe señalar, que por 7 días se presenta igualdad en los registros de ambas estaciones.

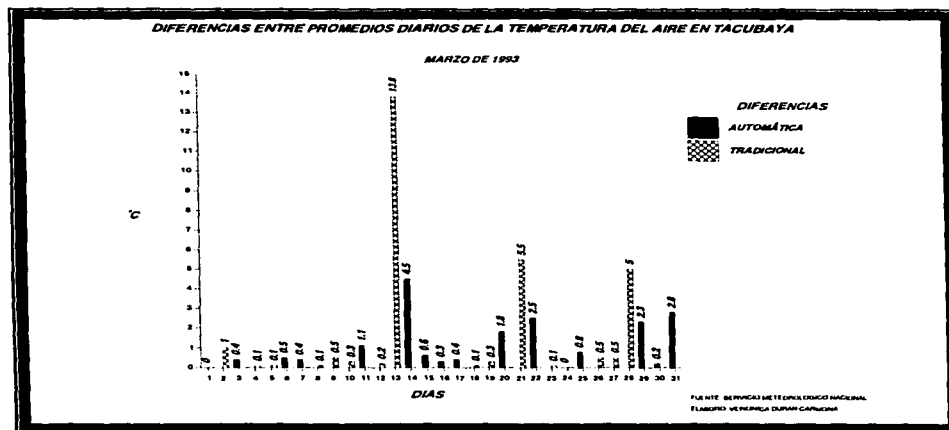
Gráficas 37 y 38

En el mes de febrero de 1993, acontece que el mayor porcentaje de datos de las estaciones son superiores a los de la media mensual. Las diferencias que dominan son menores a 1° C, por 12 días son elevados los valores de la estación meteorológica automática, y por otros 12 los de la tradicional.

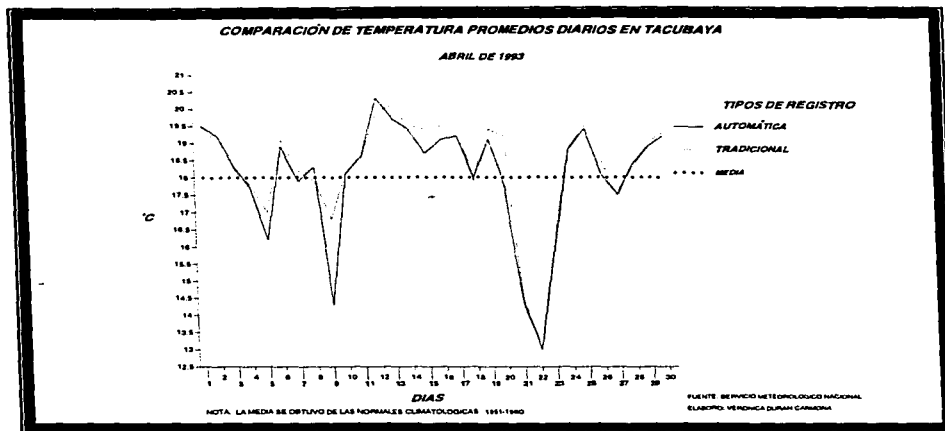
La diferencia mayor es de 3.3 °C y se dá el día primero, cuando la estación automática registra por arriba del que tuvo la tradicional.



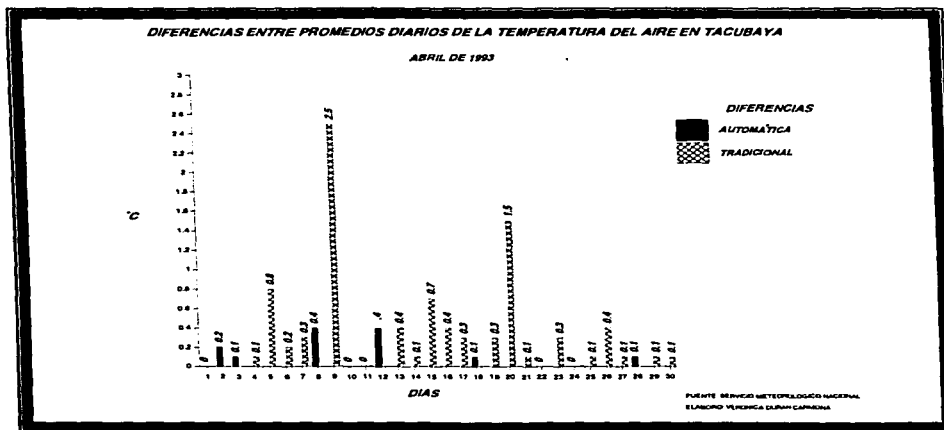
Gráfica no. 6.39



Gráfica no. 6.40



Gráfica no. 6.41



Gráfica no. 6.42

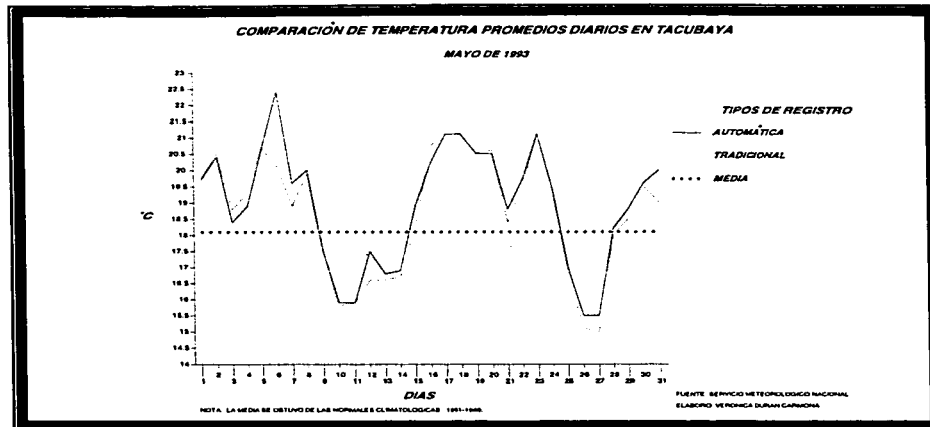
Gráficas 39 y 40

En el mes de marzo, resultan 23 días en lo que ambos registros tienen diferencias menores de un grado centígrado. Son 15 días en los que la estación tradicional tiene valores más altos que los automáticos. Sólo en 2 días se igualan los valores. En general, los registros son superiores a la media mensual.

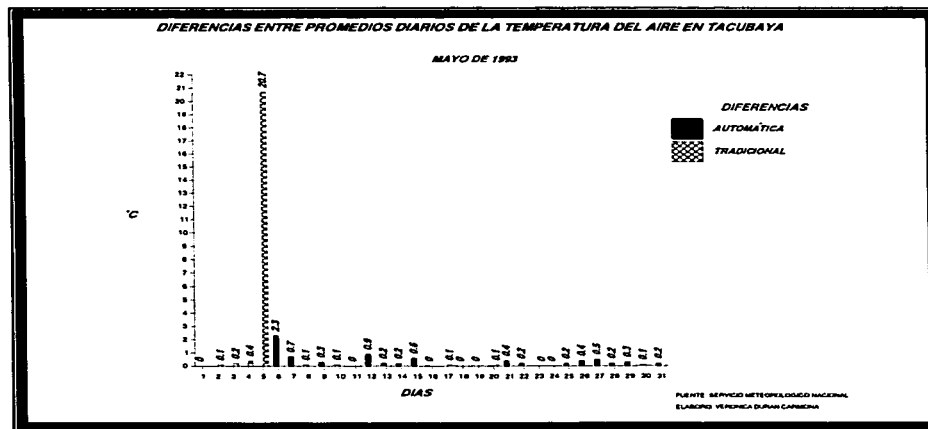
Gráficas 41 y 42

Durante este mes, las diferencias entre los registros de ambas estaciones son pequeñas, muchas no alcanzan los 0.5°C . Solo en 2 días la estación tradicional difiere en sus registros de los que consigna la estación automática en más de 1°C , llegando a ser de 2.5°C el día 9. Casi todo el mes registra valores equivalentes al promedio mensual.

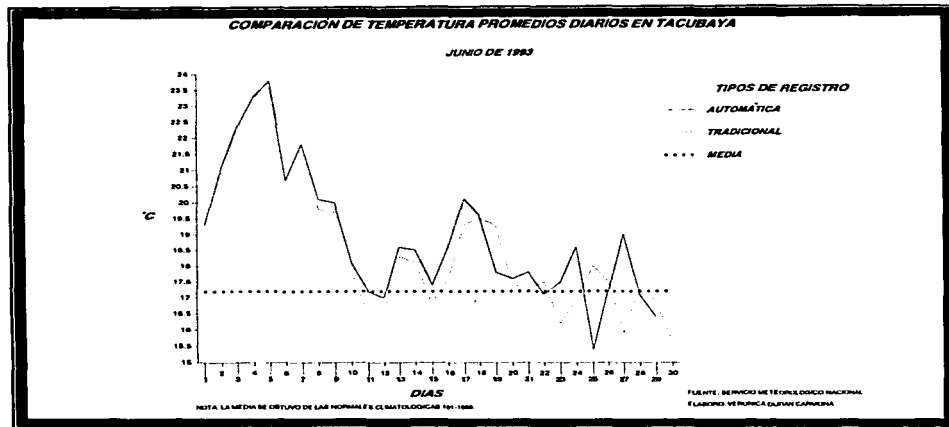
En 5 días del mes los registros de ambas estaciones muestran igualdad.



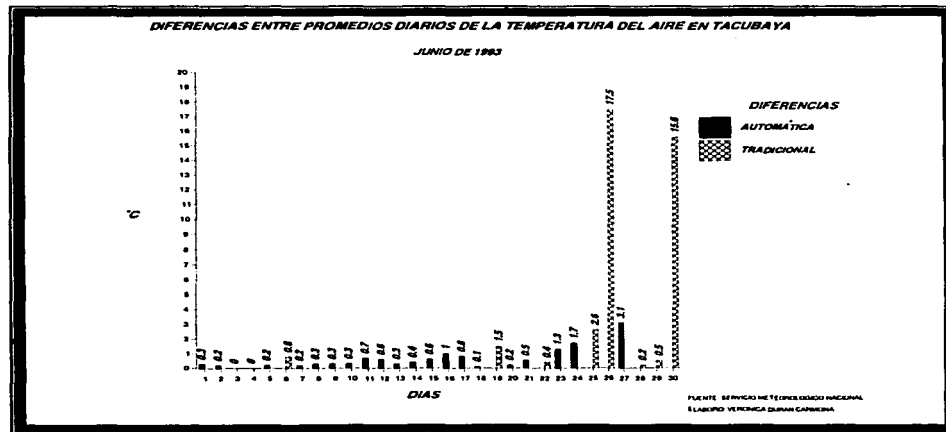
Gráfica no. 6.43



Gráfica no. 6.44



Gráfica no. 6.45



Gráfica no. 6.46

Gráficas 43 y 44

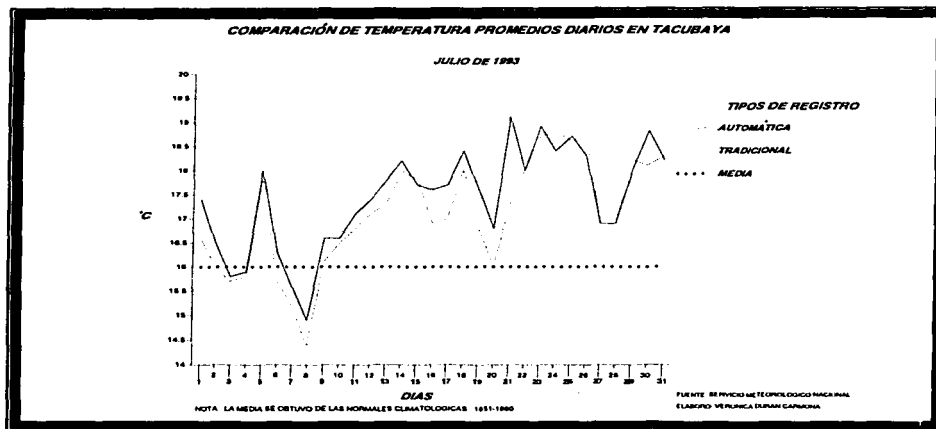
En el mes de mayo de 1993, llama la atención que los valores consignados por ambas estaciones están muy altas o son bastante inferiores a la media mensual.

Las diferencias de registro entre ambas estaciones son menores a 1°C. Sin embargo, durante 2 días las diferencias son de más de 2.3°C y ello acontece antes del quinto día, que es cuando la estación automática no registra. Son únicamente, siete los días en que los valores que consignan son iguales.

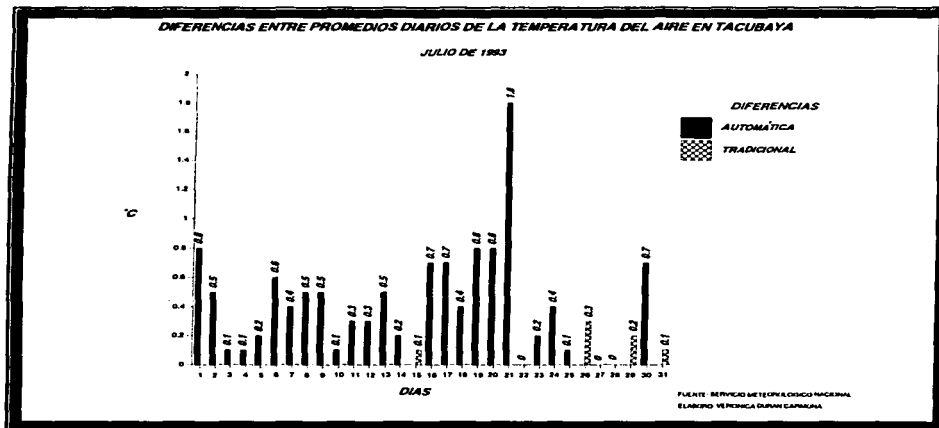
Gráficas 45 y 46

En el mes de junio de 1993, y durante los primeros días el valor consignado por ambas estaciones es superior a la media mensual. En los demás días se acercan bastante a dicho promedio. Las diferencias dominantes entre los registros son menores a 1°C. Los valores más altos en esta comparación corresponden a la estación automática.

Los días 25 y 30 la estación indicada no ofrece registros. Solo en 2 días ambas estaciones muestran igualdad.



Gráfica no. 6.47



Gráfica no. 6.48

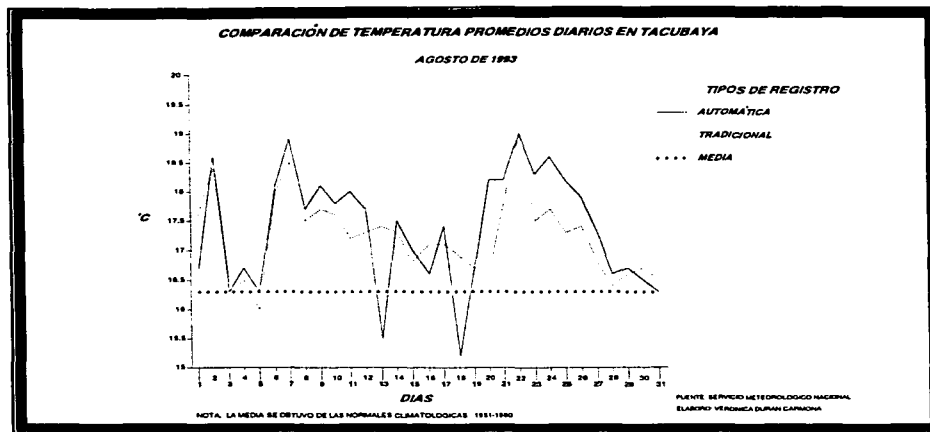


Gráfico no. 6.49

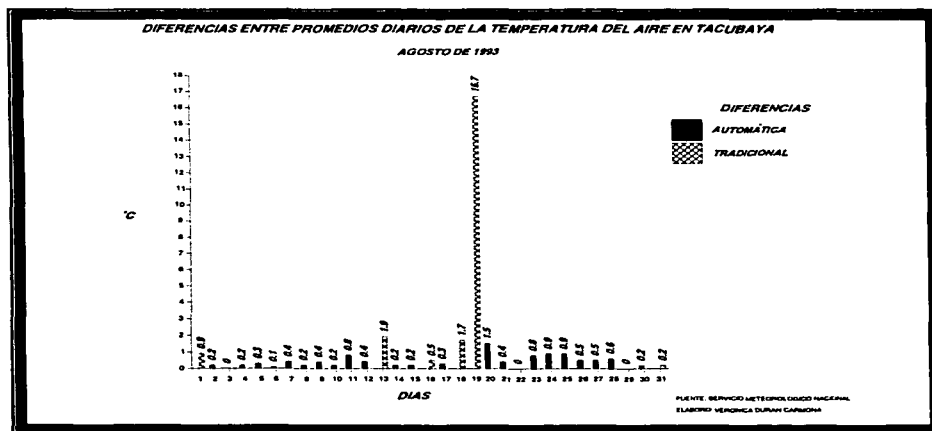


Gráfico no. 6.50

Gráficas 47 y 48

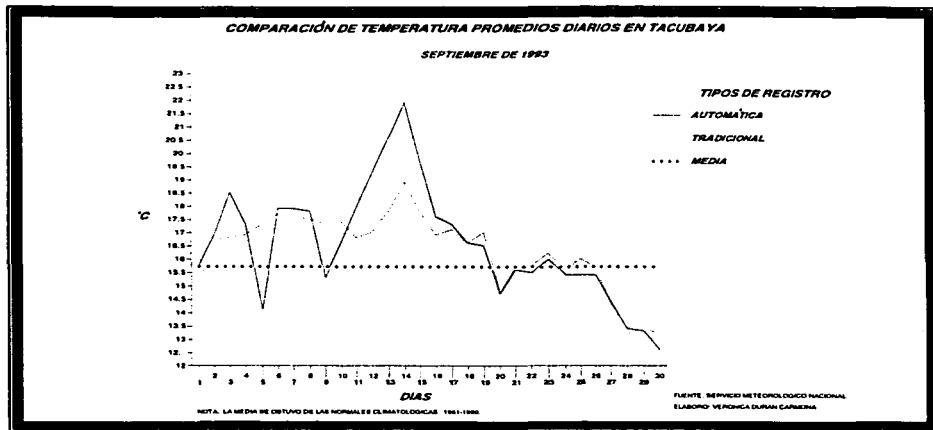
En julio de 1993, aparece una mayor similitud en los datos que consignan ambas estaciones y no están muy alejados de la media mensual. Los datos de la estación automática resultan más altos que los de la estación tradicional. Las diferencias son menores a un °C, con excepción del día 21 en que la discrepancia es de 1.8 °C.

Sólo en 3 días se tiene igualdad en los registros de ambos medios.

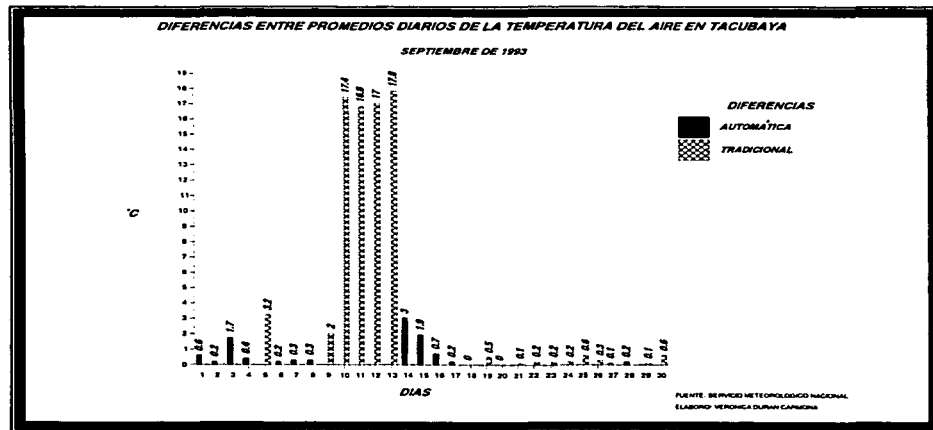
Gráficas 49 y 50

En agosto de 1993, los datos que ofrecen ambas estaciones son mayores a la media mensual.

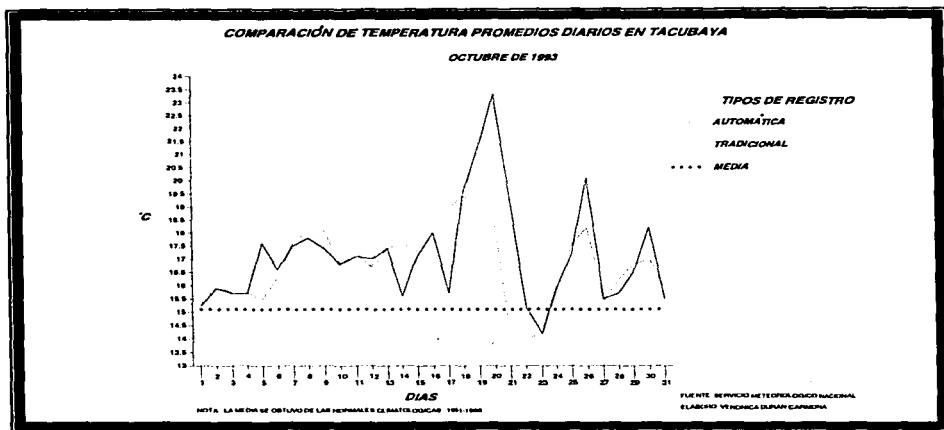
Las temperaturas más altas las registra la estación tradicional. Las diferencias de datos entre ambas estaciones son menores a un grado centígrado. Únicamente 3 días se presenta igualdad en los datos observados. Por un día la estación automática no presenta información.



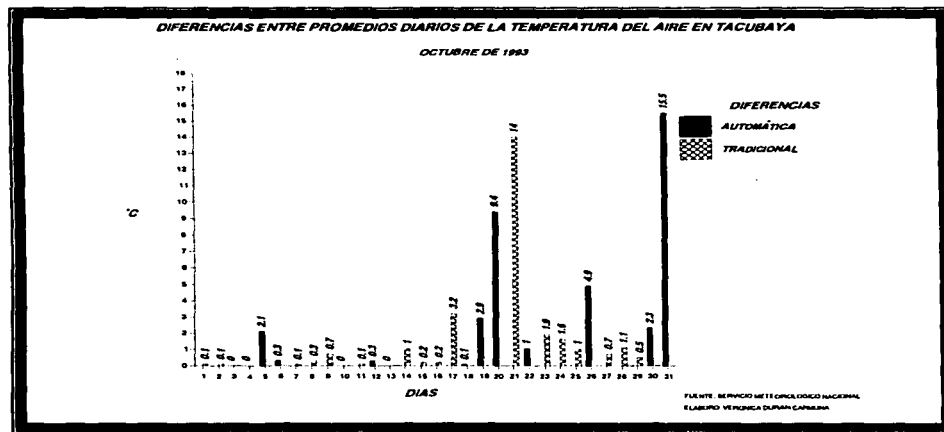
Gráfica no. 6.51



Gráfica no. 6.52



Gráfica no. 6.53



Gráfica no. 6.54

Gráficas 51 y 52

En septiembre de 1993, se advierte entre los registros de ambos medios de observación, que por 6 días las diferencias son mayores a 1°C. Durante 2 días los valores que consignan son iguales, por varios más las diferencias son menores a un grado centigrado, y la estación tradicional es la que los presenta más altos. En 4 días la estación automática no dá registro alguno. Sólo los días 18 y 20 ambos medios tienen igualdad en sus registros.

Gráficas 53 y 54

En el mes de octubre, los valores de ambos medios son superiores a la media mensual. Sólo durante 2 días, el 21 y 31, la diferencia es muy grande, y hay 4 días con igualdad en los que coinciden los registros de ambos medios de observación.

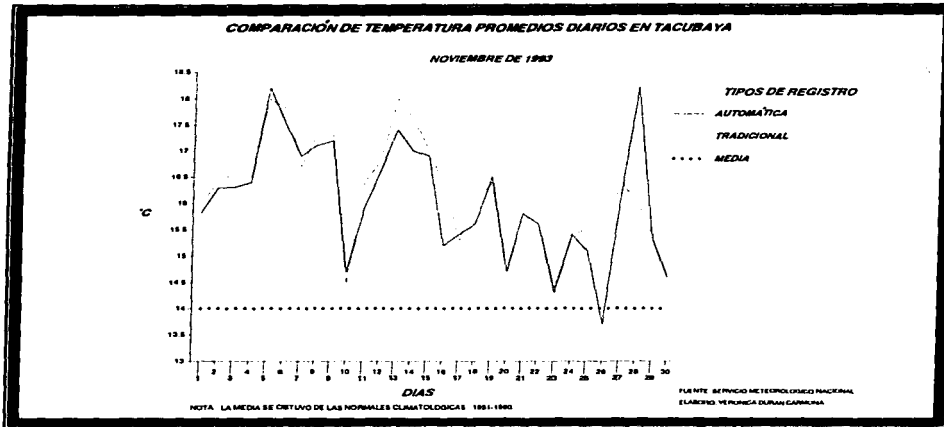


Gráfico no. 6.55

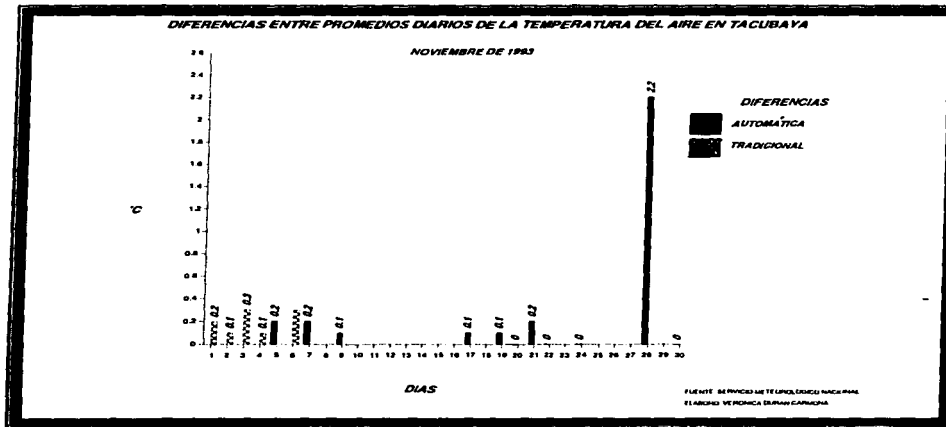


Gráfico no. 6.56

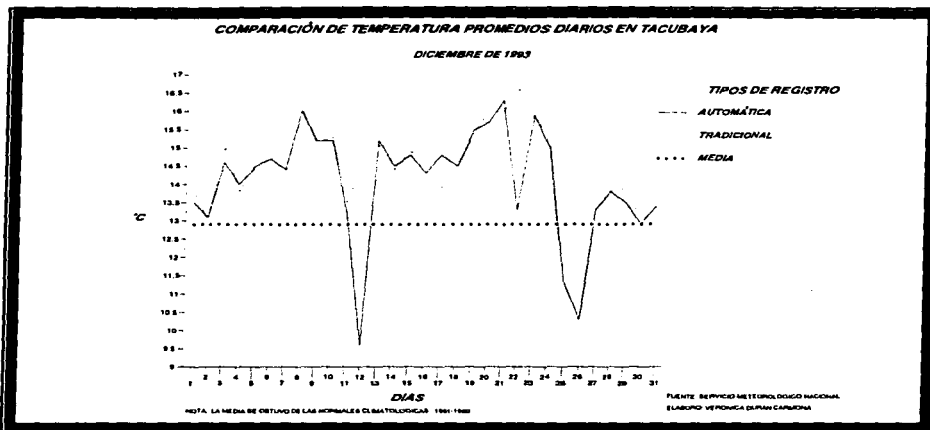


Gráfico no. 6.57

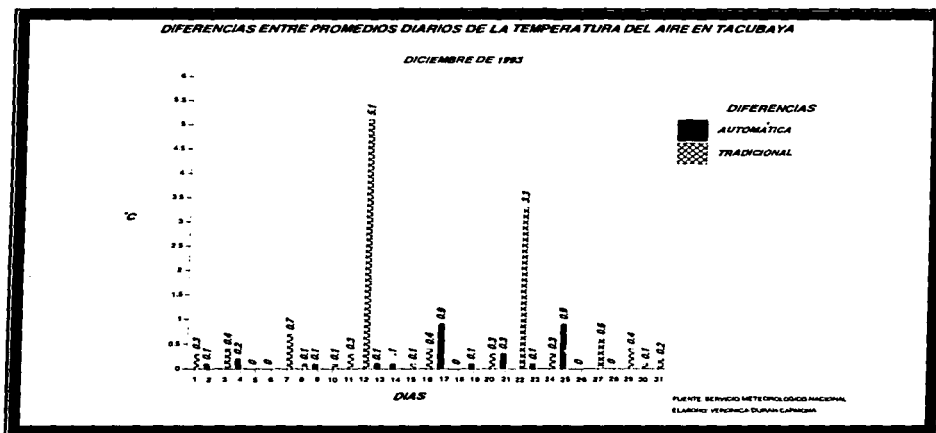


Gráfico no. 6.58

Gráficas 55 y 56

Durante este mes, los registros a excepción del día 26, son superiores a la media mensual. Las diferencias dominantes son por parte del observatorio tradicional con menos de 1° C. La máxima diferencia es de 2.2 °C, el día 28. La igualdad en los registros se advierte en 4 días.

Gráficas 57 y 58

En el mes de diciembre de 1993, los registros son superiores a la media mensual, las diferencias son menores a un grado, y la mayor de estas se da el día 12 con 5.1 °C, y se tienen 5 días con igualdad.

Los datos tradicionales son superiores a los que registra la estación meteorológica automática.

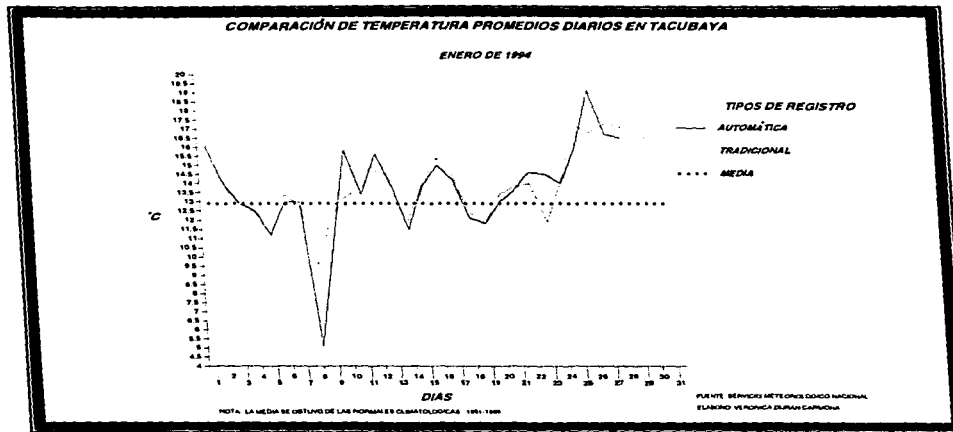


Gráfico no. 6.59

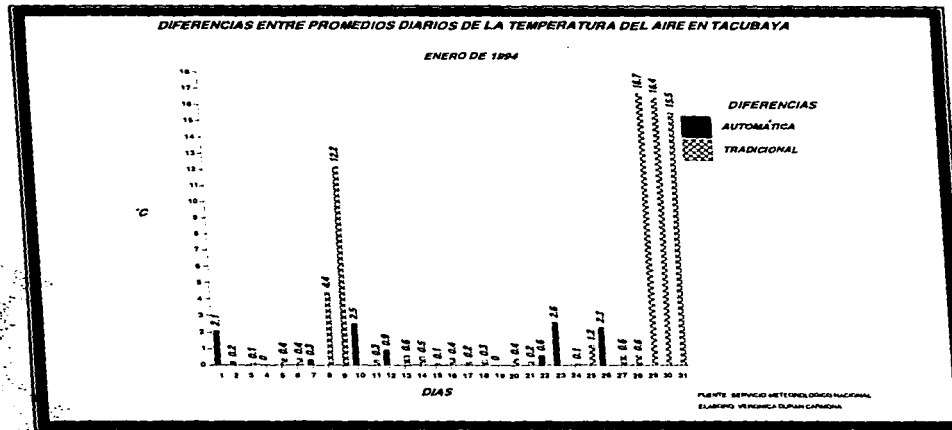
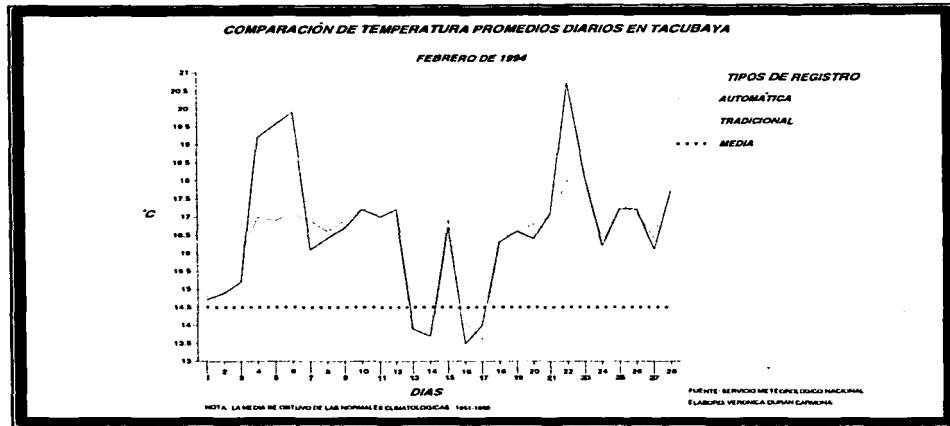
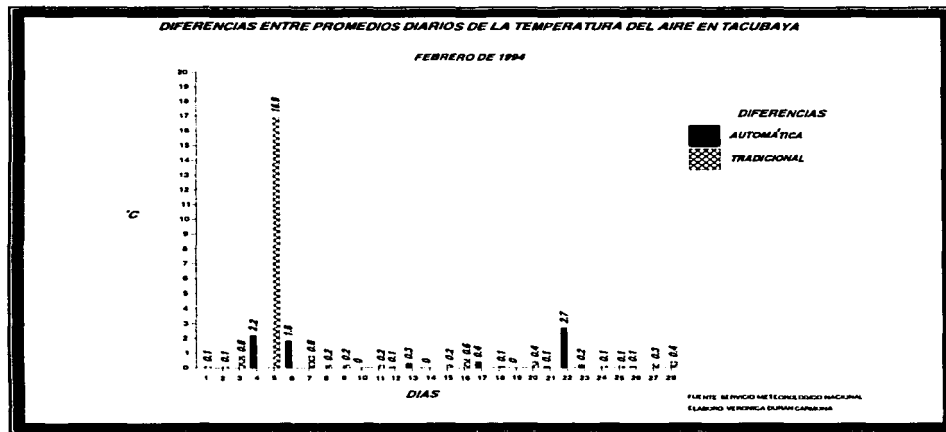


Gráfico no. 6.60



Gráfica no. 6.61



Gráfica no. 6.62

Gráficas 59 y 60

En enero de 1994, los registros de ambas estaciones se acercan a la media mensual, más que en otros meses.

Las diferencias de registro que se dan corresponden a valores de la estación tradicional que es la que los registra más elevados, o porque la estación automática no ofrece ninguno en ciertos días. Las diferencias aludidas siempre son menores a 1° C. Sólo en 2 días ambas estaciones tienen el mismo registro o valor.

Gráficas 61 y 62

En febrero de 1994, los valores que registran ambas estaciones son más elevadas que la media mensual. Los datos de la estación automática son los más altos. El día 15, aparece una diferencia de 16.9° C porque la estación automática no ofreció registro. Las diferencias dominantes son inferiores a 1° C.

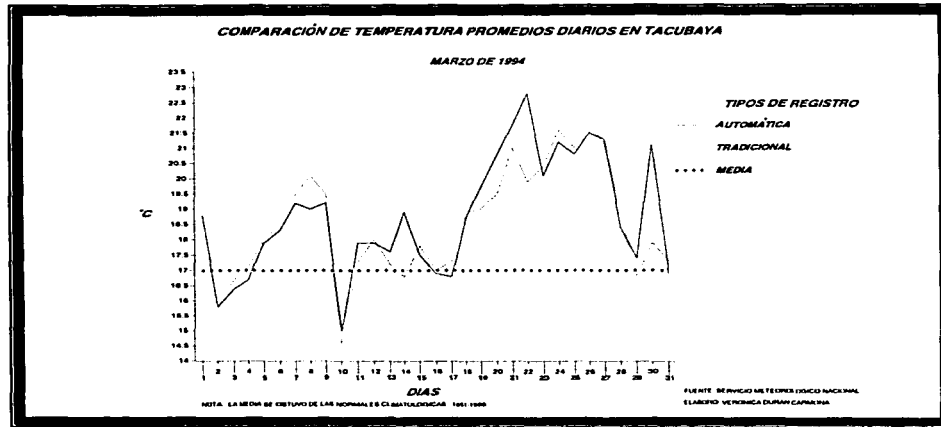


Gráfico no. 6.63

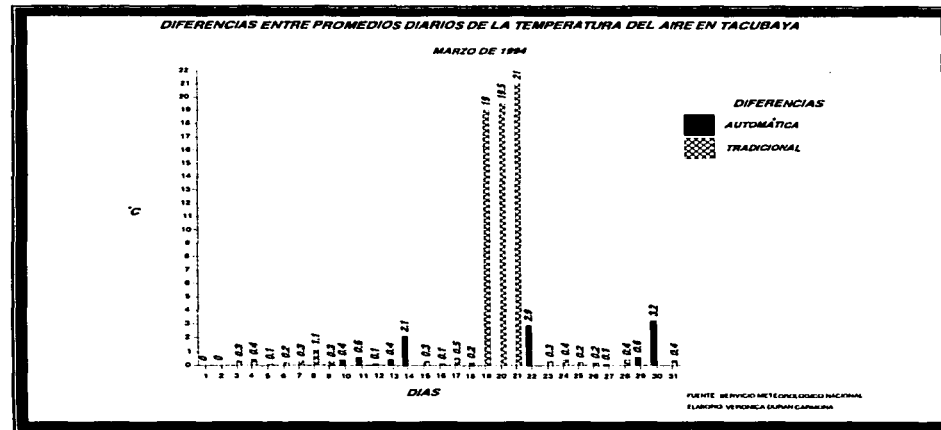
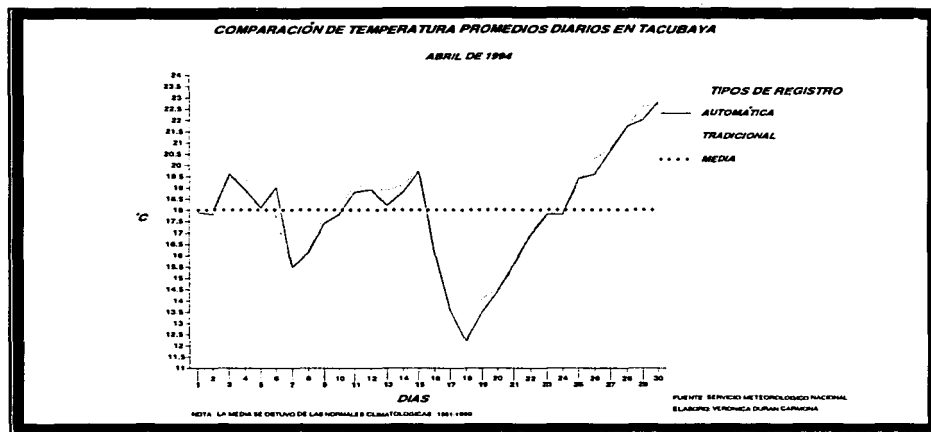
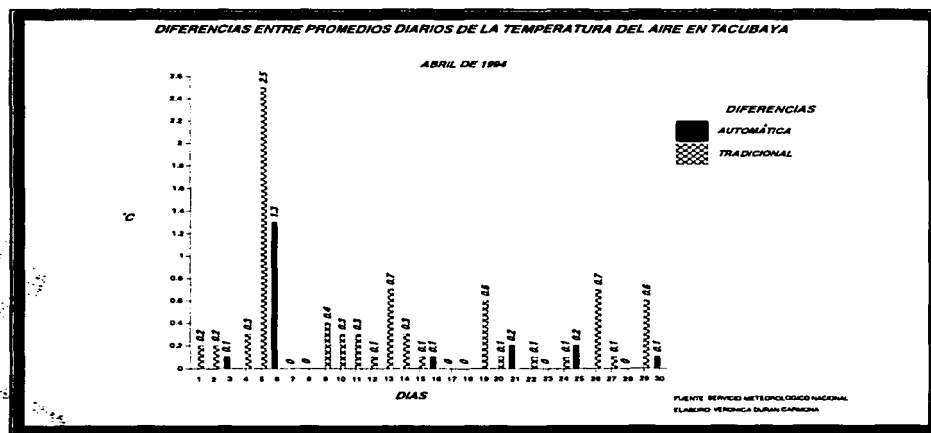


Gráfico no. 6.64



Gráfica no. 6.65



Gráfica no. 6.66

Gráficas 63 y 64

En el mes de marzo de 1994, la media mensual resulta inferior a los valores que registran ambos medios en la mayor parte de los días, las diferencias son inferiores a 1° C. Durante 3 días no hay información meteorológica de la estación automática. La estación tradicional es la que ofrece los más altos valores. En 2 días ambas estaciones tienen el mismo valor en sus datos.

Gráficas 65 y 66

En abril de 1994, varios de los registros de ambas instrumentos están por arriba de la media mensual, en tanto que en otras ocasiones, son inferiores. La mayor parte de las diferencias son de 1° C. Los días 5 y 6 fueron mayores. Durante 6 días las estaciones tuvieron el mismo registro.

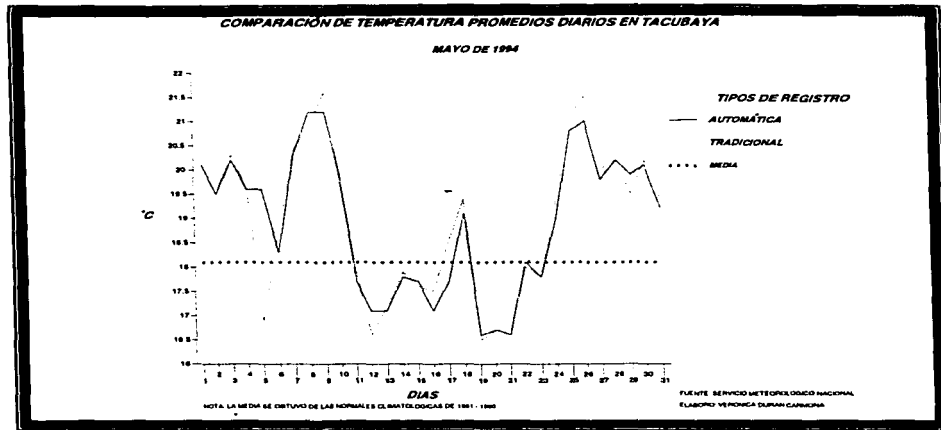


Gráfico no. 6.67

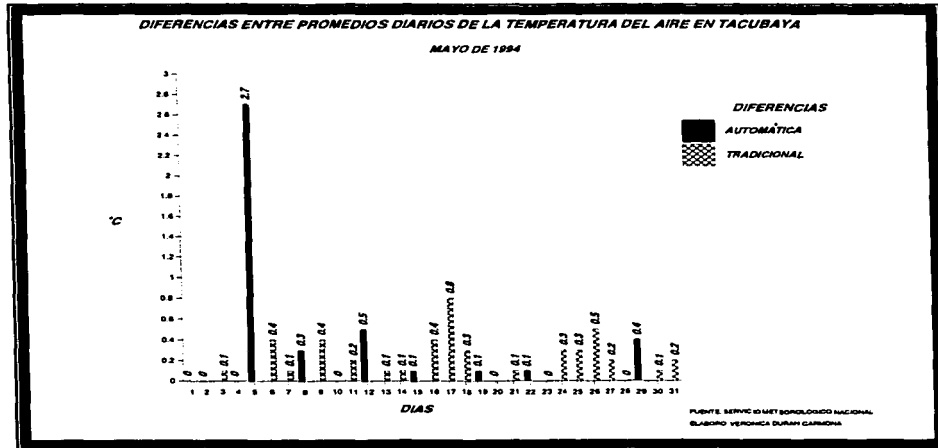
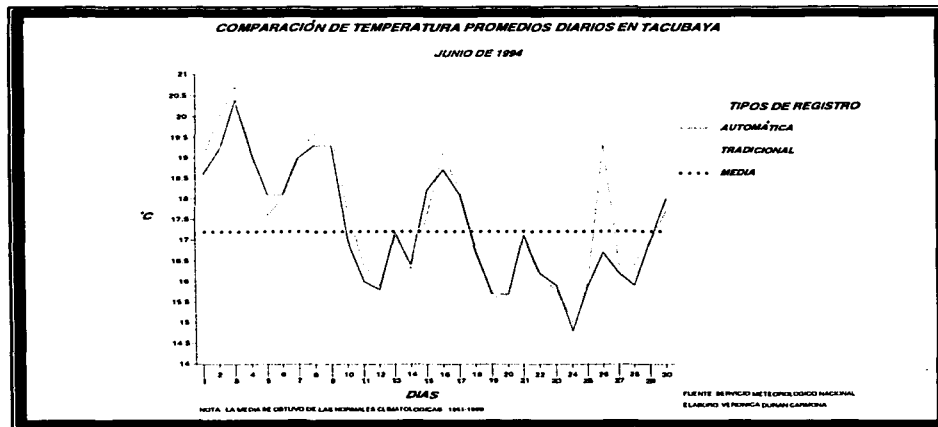
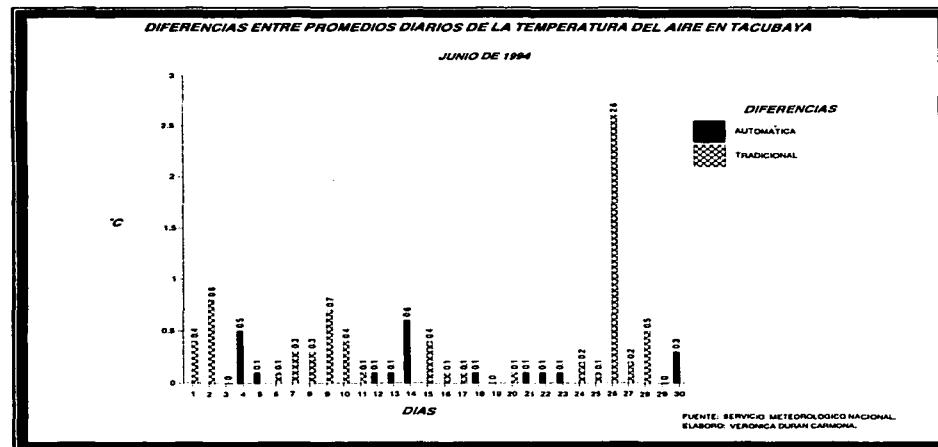


Gráfico no. 6.68



Gráfica no. 6.69



Gráfica no. 6.70

Gráficas 67 y 68

En el mes de mayo, se manifiesta una mayor similitud entre ambos datos, ya que su valor se aproxima más a la media mensual. Las diferencias de registro de las estaciones son menores a un grado. Sólo en un día es de 2.7 °C. En general, los valores del termómetro tradicional, son más altos.

Gráficas 69 y 70

En el mes de junio de 1994, los datos de las estaciones están casi iguales a la media mensual. Las diferencias de los registros están por debajo de un grado centigrado, con excepción del día 26, en que es de 2.6 °C. La tradicional es la que ofrece los grandes valores.

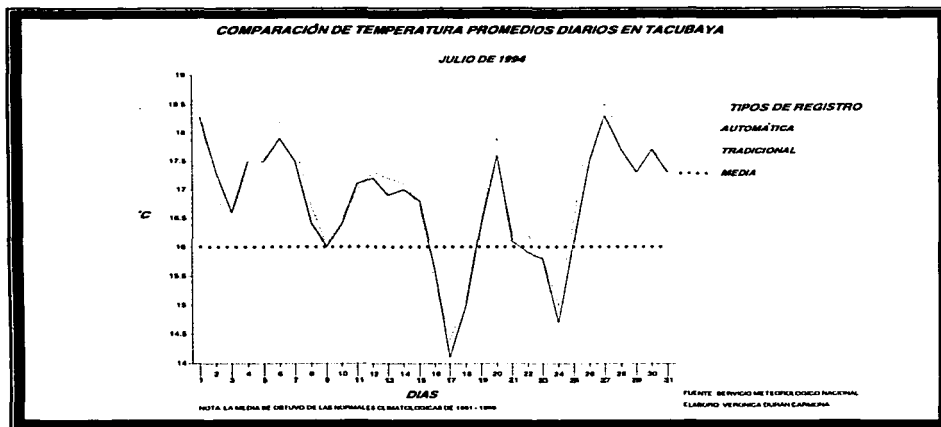


Gráfico no. 6.71

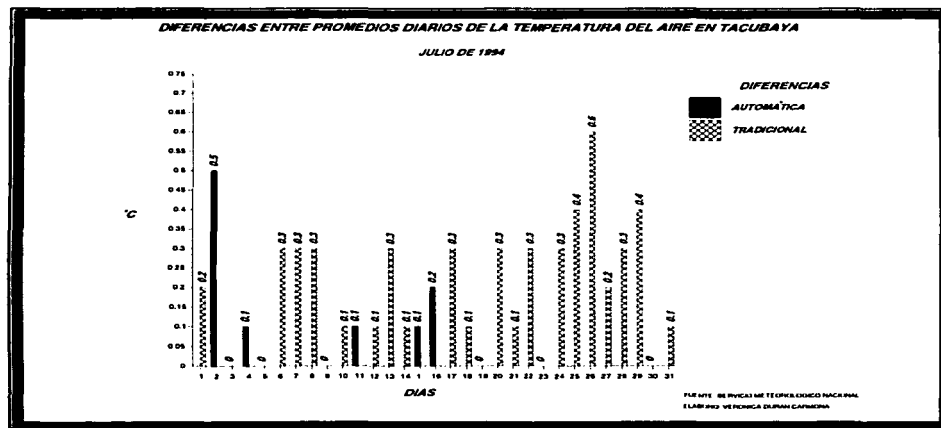
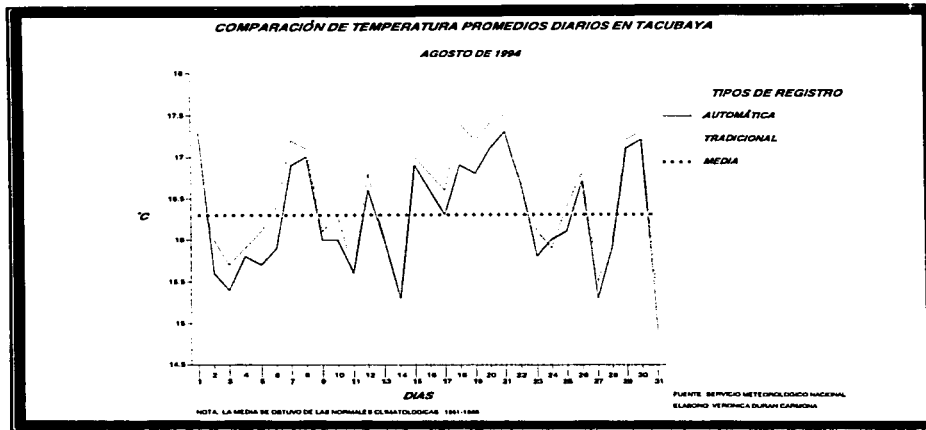
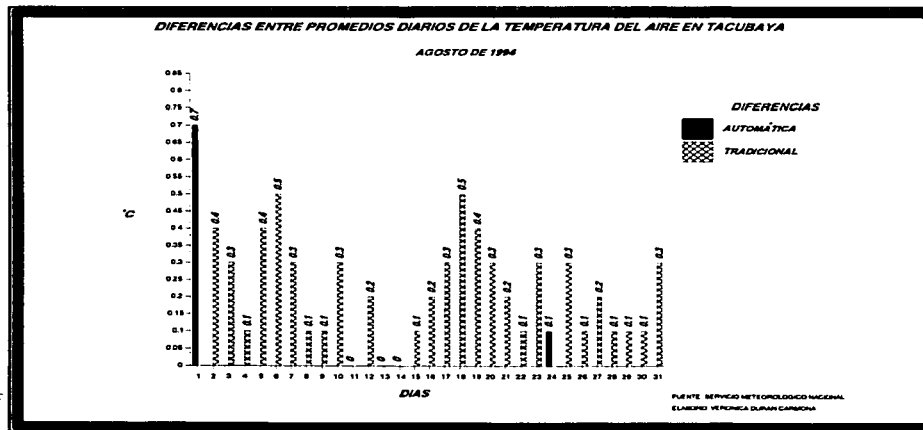


Gráfico no. 6.72



Gráfica no. 6.73



Gráfica no. 6.74

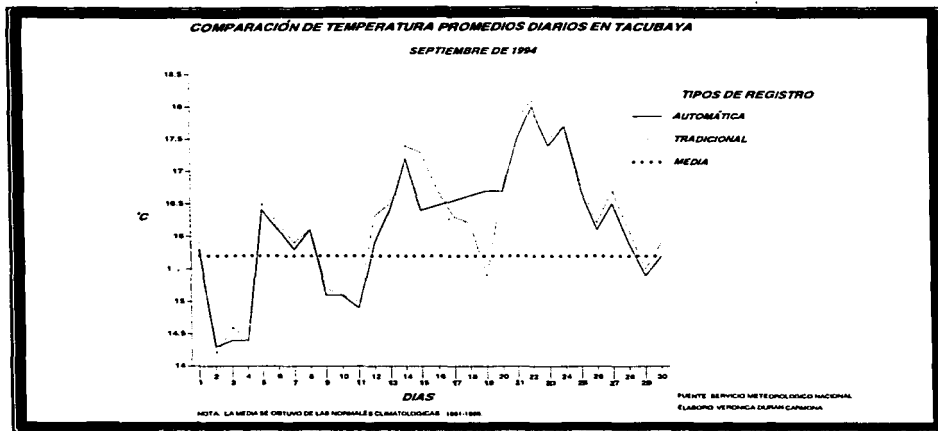
Gráficas 71 y 72

Durante el mes de julio de 1994, las diferencias de registro de ambas estaciones son casi siempre iguales y oscilan entre 0.1 y 0.3 °C. El valor más alto lo ofrece la estación tradicional. Son 6 días en donde los registros de ambos medios tienen igualdad.

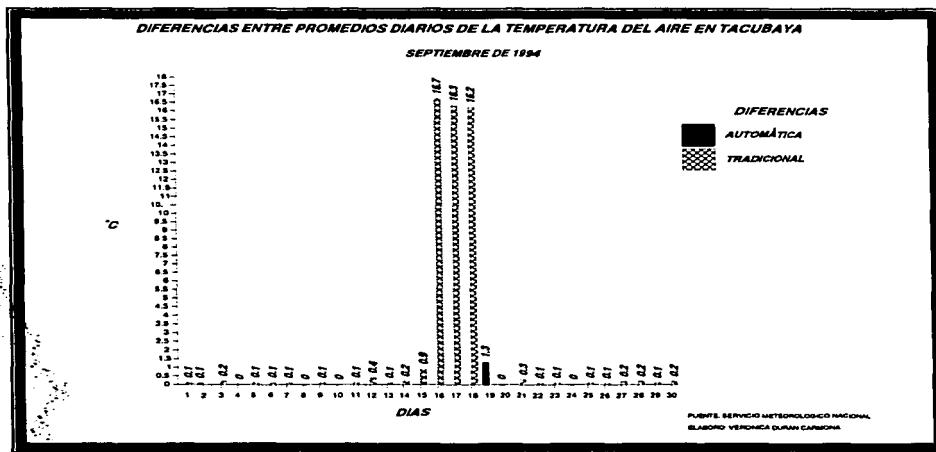
Gráficas 73 y 74

En agosto de 1994, se dan 3 días en que ambas estaciones tienen igual valor. Sólo en 2 días las diferencias son de 0.3 a 0.5 °C, respectivamente. La mayor diferencia es de 0.7° C. Los mayores valores los da la estación meteorológica automática.

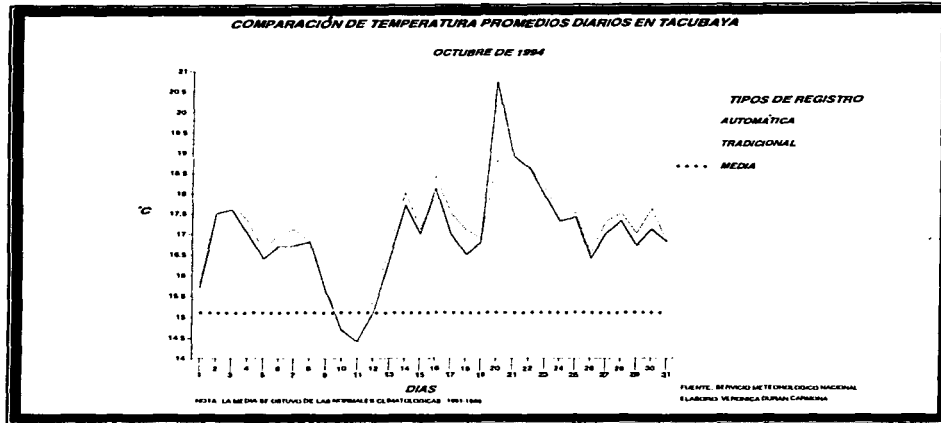
Los días 13 y 14 hay gran similitud, y sólo en 3 días se presenta igualdad.



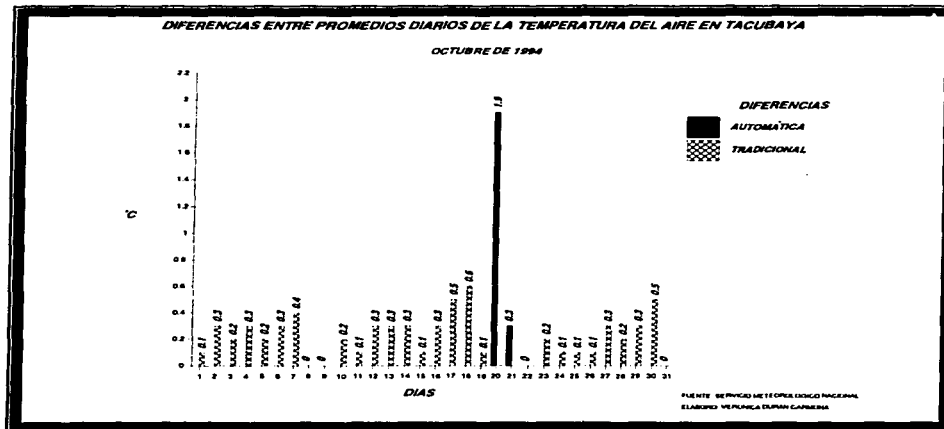
Gráfica no. 6.75



Gráfica no. 6.76



Gráfica no. 6.77



Gráfica no. 6.78

Gráficas 75 y 76

Los datos que se advierten por parte de ambos medios de observación se alejan mucho de la media mensual; las diferencias son menores al grado centígrado. En 3 días no aparecen registros de la estación automática. Se presentan 5 días con igualdad.

Gráficas 77 y 78

En el último mes de observación, donde la mayoría de registros son superiores a la media mensual. Los datos tradicionales son más altos que los automáticos. Las diferencias oscilan entre los 0.1 y 0.6 °C. Sólo el día 20 se tiene una diferencia entre ambos registros de 1.9 °C. Durante el mes se advierten 4 días con igualdad.

6.4 Discusión de resultados

Este tipo de gráficas se pudo ver de manera clara el comportamiento de la temperatura diaria con respecto a la media mensual de cada mes, respectivamente, así como las diferencias entre los promedios diarios. En general se puede decir lo siguiente:

- a) La mayoría de registros durante todo el proceso de comparación, son superiores a la media mensual, o bien se manifiesta una irregularidad considerable en el comportamiento.*
- b) La falta de continuidad en la información meteorológica que proporciona la estación automática se percibe con mayor detalle en el segundo tipo de gráfica y los resultados no son satisfactorios, pues falta continuidad en cada uno de los días que conforman el mes.*

c) *Lo más relevante de este tipo de comparación es que se pueden detectar las diferencias entre ambos medios de observación, y así decir que en la mayoría de los meses las diferencias son entre 0 y 1° C, más no faltan días con diferencias por encima de este valor, y hasta se llega a valores mayores de 5 ° C.*

d) *El porcentaje de igualdad durante todo el análisis de información es muy bajo en relación a los días que presentan diferencia.*

e) *No se percibe ninguna mejoría en el funcionamiento de la estación meteorológica automática, desde que inició su trabajo, hasta octubre de 1994 en que finalizó el estudio, pues continúan apareciendo los mismos errores e irregularidades por parte de su mecanismo.*



ACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

6.5 Distribuciones de temperatura del mes de octubre

Introducción

Las siguientes gráficas o distribuciones nos permiten fijar nuestra atención al comportamiento mensual diario horario del mes de octubre de los años de estudio.

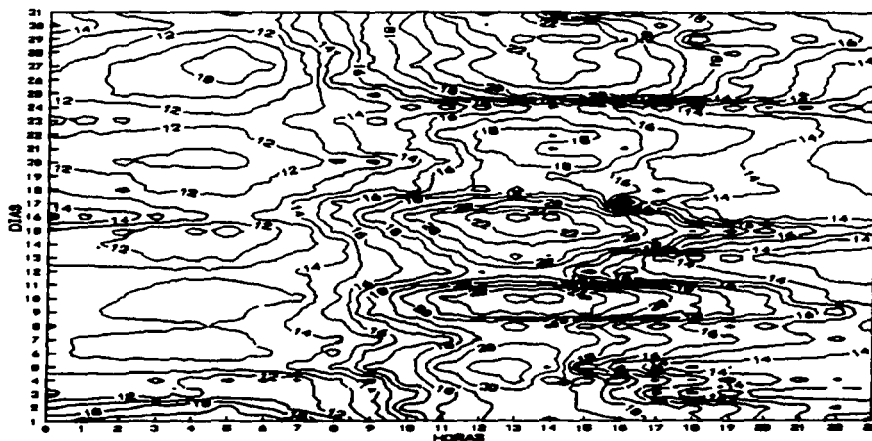
En cada una de ellas se puede detectar la temperatura de manera completa y hacer una comparación diferente y más representativa.

Para leer este tipo de distribuciones, se puede partir de que se tienen representadas las horas y los días que conforman el mes, y mantener la atención en las isotermas con su respectiva cota. Un ejemplo de una lectura es el siguiente:

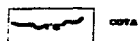
La temperatura mínima el día 4 del mes de octubre de 1993, por parte de la estación tradicional de Tacubaya, se distribuye 3 a 7 horas de la mañana y la isoterma que la representa es la de 12 °C.

Hay muchas maneras de decir lo que se observa y la anterior solo es una de ellas.

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS HORARIAS-DIARIAS
DE LA ESTACIÓN TRADICIONAL EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA
OCTUBRE DE 1992**



SIMBOLOGÍA



COTA



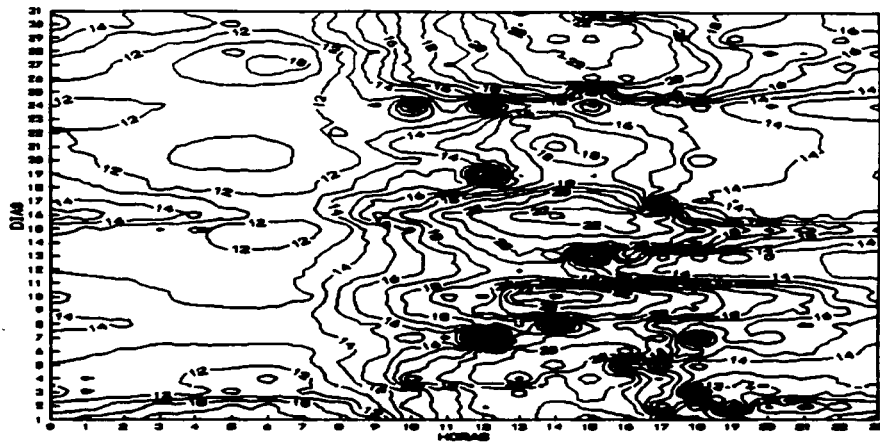
DIFERENCIA ENTRE
DIFERENCIAS DE 1°C



ISOTERMIA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS HORARIAS-DIARIAS
DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA
OCTUBRE DE 1992**



SIMBOLOGÍA



NIEVA



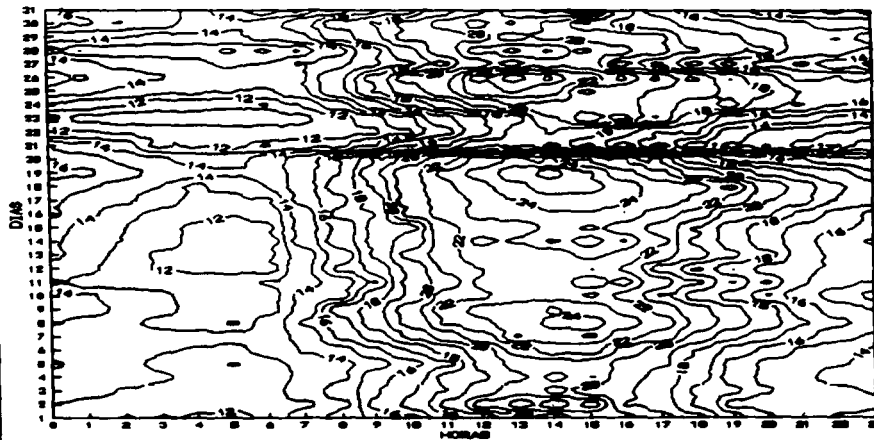
NUBES/NEBLA SUFICIENTES DE 1/8



NIEBLA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS HORARIAS-DIARIAS
DE LA ESTACIÓN TRADICIONAL EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA
OCTUBRE DE 1993**



SIMBOLOGÍA



CIERTA



DIFERENCIA ENTRE
DIFERENCIAS DE 1°C

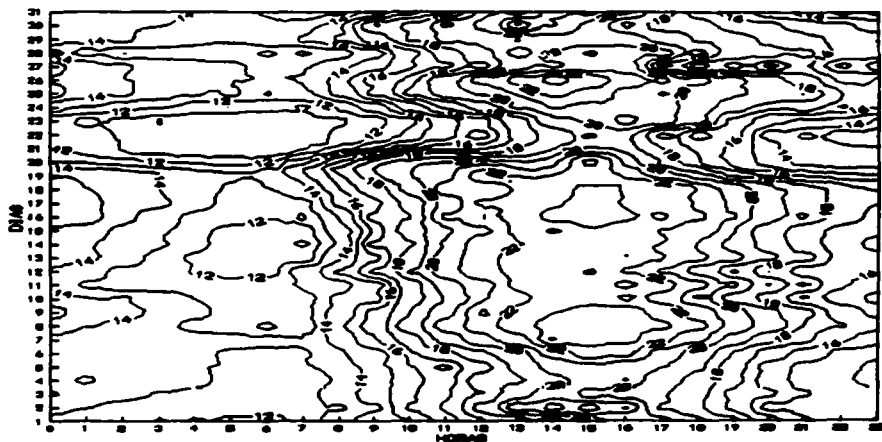


DIFERENCIA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Código no. 6.81

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS HORARIAS-DIARIAS
DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA
OCTUBRE DE 1993**



SIMBOLOGÍA



TEMP.



DIFERENCIA ENTRE
TEMPERAS DE 1°C



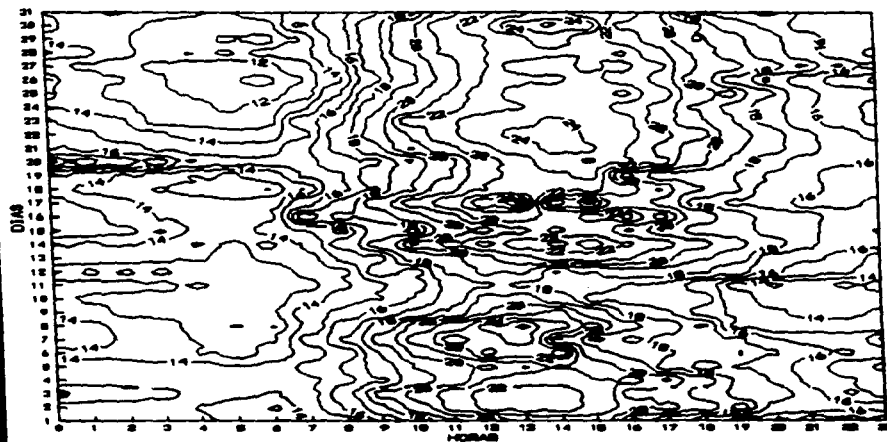
HORAS

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Gráfico no. 6.82

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS HORARIAS-DIARIAS
DE LA ESTACIÓN TRADICIONAL EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA**

OCTUBRE DE 1994



SIMBOLOGÍA



COTA



INTERVALO ENTRE
ISOTERMAS DE 1°

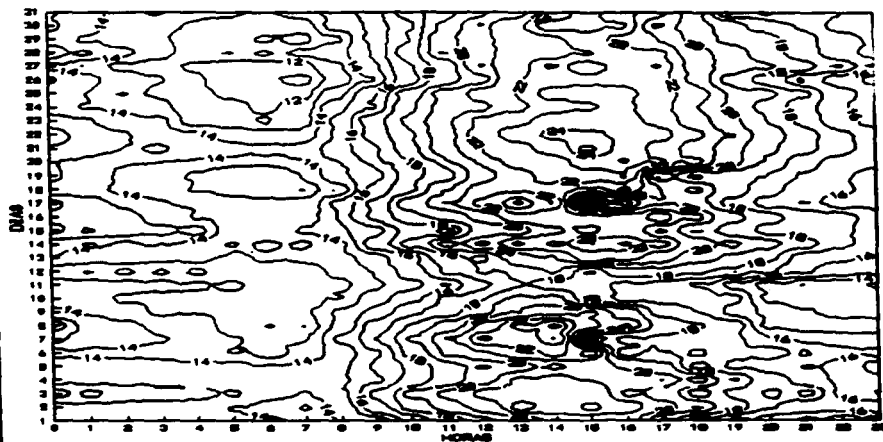


ISOTERMA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Gráfico no. 6.83

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS HORARIAS-DIARIAS
DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA
OCTUBRE DE 1994**



LEGENDA



DÍA



TEMPERATURA DIARIA
PROMEDIO DE 1°C



HORAS

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Gráfico no. 6.24

Gráficas 79 y 80

En el mes de octubre de 1992 por parte del observatorio tradicional, las temperaturas mínimas se distribuyen de las 0:00 hasta las 8:00 horas de la mañana todo el mes, con un valor de 10 a 14° C, mientras que las temperaturas máximas se concentran de las 12 a las 16 horas con valores que van de 20 a 24 ° C, siendo este último valor el máximo del mes. Nuevamente, a partir de que se dá la máxima, la temperatura va en descenso hasta alcanzar los 14° C. La oscilación térmica es de 14° C, entre el valor máximo de la isoterma y el mínimo que se advierte. (ver gráfico 79).

En cuanto a la estación meteorológica automática, las temperaturas mínimas se distribuyen a partir de las 0:00 hrs. hasta las 9:00, una hora más tarde que en la tradicional; presenta una temperatura mínima de 9° C.

Las temperaturas máximas se concentran durante el mes de una manera heterogénea, ya que en algunos días se manifiestan entre las 12:00 y 14 horas, y en algunos otros, hasta las 16:00 hrs., con una máxima de 24° C.

La temperatura empieza a descender nuevamente después de marcar la máxima del día, y logra alcanzar los 14° C a las 23:00 horas. La oscilación es de temperatura de 14° C. (ver gráfico 80).

Las temperaturas extremas se advierten los días 10, 11, 16 y 29 del mes. El observar las isotermas más cerradas es indicativo de que hay continuidad.

Gráficas 81 y 82

La estación radicional presenta una temperatura mínima de 11° C, que se distribuye entre las 3 y 8 horas de la mañan. También que se ve un ascenso de temperatura hasta llegar a la máxima de 26° C, que se manifiesta entre las 14 y las 15 horas del día 20 .

El día 21 del mes se observa un comportamiento lineal de la temperatura, es decir, no varía, y permanece constante.

A partir de las 16:00 horas, la temperatura empieza a descender hasta alcanzar los 14° C.

La oscilación del mes es de 15° C, considerando los valores extremos. (ver gráfica 81).

Por su parte, la estación automática tiene una temperatura mínima de 11° C, que se manifiesta a partir de las 2:00 a las 9:00 am. entre los días 21 y 24 del mes.

Una temperatura máxima de 23° C durante varios días, que se distribuye a partir de las 13:00 a las 17:00 horas del día. Un rango de oscilación de 12° C. (ver gráfica 82).

Gráficas 83 y 84

La temperatura mínima se distribuye, durante el mes, en las primeras 8 horas de la mañana, y alcanza los 11° C el día 26. Se advierte una máxima de 26° C el día 30, a las 14 horas; la oscilación es de 14° C.

Mientras, la estación meteorológica automática indica una cantidad menor de valores, ello se observa en los espacios en blanco que muestra la gráfica. El mínimo valor de temperatura es de 11° C y el máximo de 25° C, con una oscilación de 14° C; la máxima se manifiesta entre las 15 y 16 horas durante varios días.

Entre ambas distribuciones parece haber semejanza, sin embargo, no hay una homogeneidad de 100%, en la forma que se distribuyen las temperaturas y el número de isothermas en cada una.

6.6 Gráficas semanales de temperatura

Las siguientes gráficas indican la comparación de los registros de la estación meteorológica automática y la tradicional por períodos de una semana. En ellas se puede percibir no sólo las diferencias entre ambos medios, sino que se advierten de manera más significativa los varios errores que no se perciben en otro tipo de gráficas como son las mensuales. Al presentarse este tipo de gráficas y por la escala de trabajo se pretende detectar más acertadamente las diferencias y los errores que se manifiestan en el comportamiento de la temperatura durante un mes, como lo indica el ejemplo.

La oscilación de los registros puede parecer en muchos casos equivalente para ambos medios de observación.

Las discrepancias no dejan de manifestarse.

Asimismo, el desfase y falta de la información meteorológica automática se hace evidente.

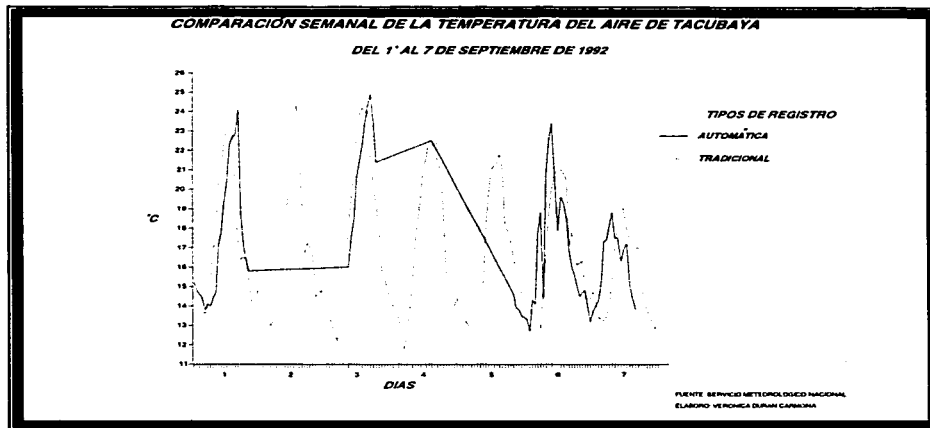


Gráfico no. 6.85

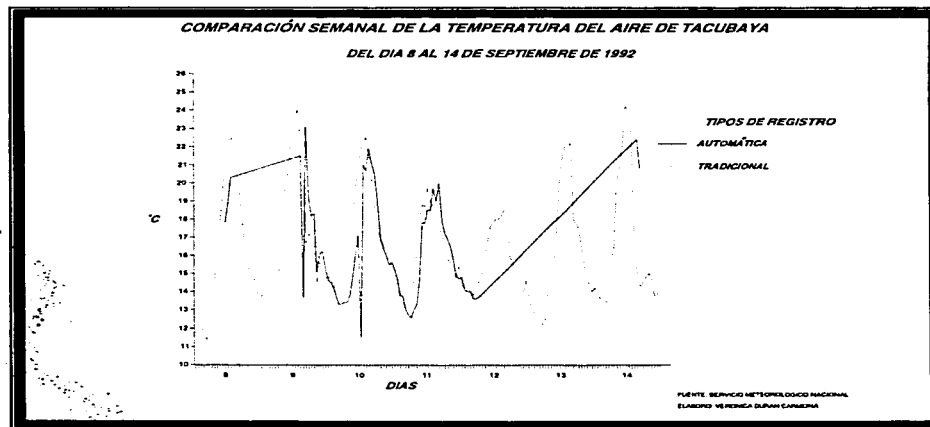
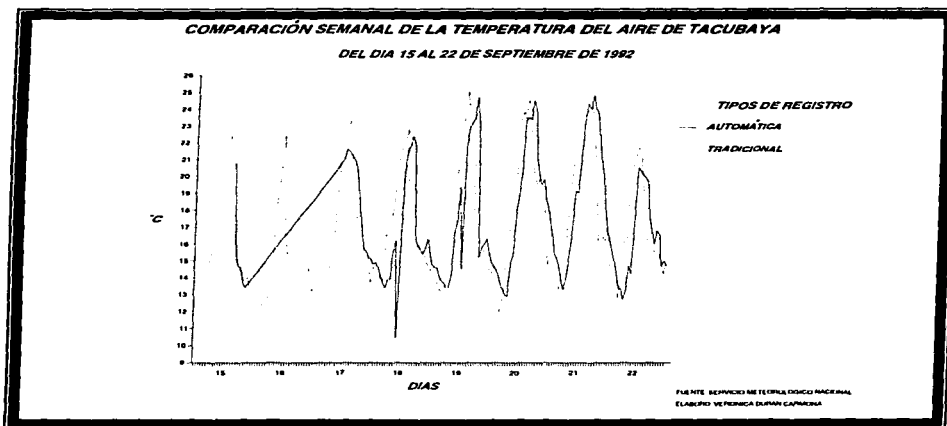
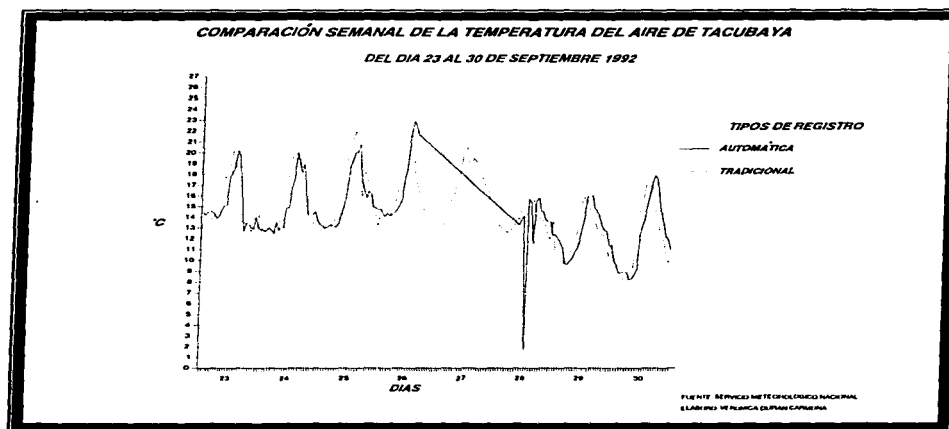


Gráfico no. 6.86



Gráfica no. 6.87



Gráfica no. 6.88

Aunque la estación meteorológica automática inició sus operaciones desde el 1° de septiembre de 1992, quedó como fecha oficial de inauguración de labores la del 15 de septiembre de dicho año.

Durante la primera semana en la que funcionó la estación automática, mostró gran irregularidad en sus registros sobre de temperatura. Contrariamente la estación tradicional mantuvo cierta continuidad en ellos, como así se pudo observar en el termómetro seco.

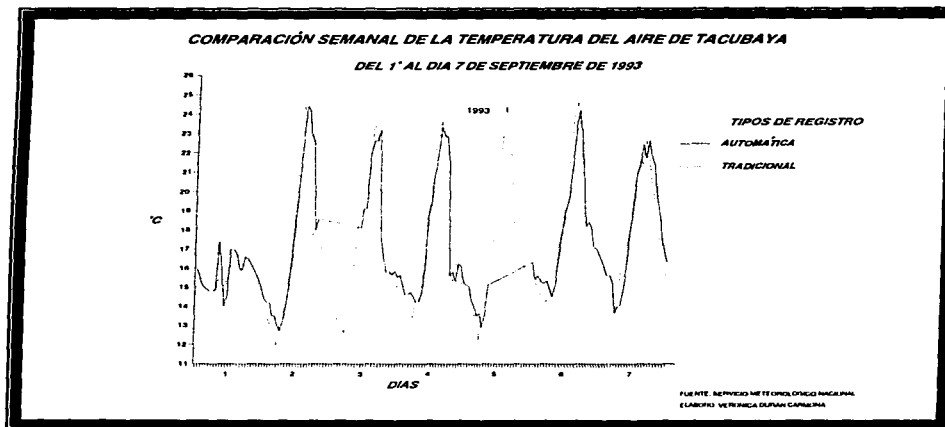
Cabe señalar que los días 1, 6 y 7 de la primer semana, tienen indicios de igualdad en los registros de la estación automática.

Llamó la atención que varias de las lecturas que se observaron a simple vista, la estación automática las registró con retraso de tiempo.

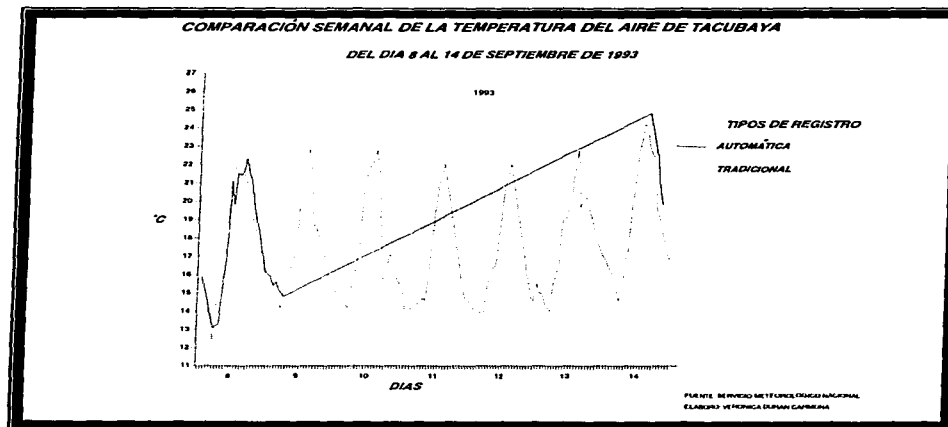
Durante los días 8 al 14, nuevamente se presenta discontinuidad en la información meteorológica que manifiesta la estación automática. Parte del día 9 y en particular el 10 y el 11, las observaciones de ambas estaciones muestran cierta igualdad en sus registros, y contrariamente a lo que sucede la semana anterior los datos de la automática se adelantan en relación al momento de registro por parte de la tradicional.

Del 15 al 22 de septiembre sucede algo importante o excepcional, ya que ambas estaciones ofrecen registros muy semejantes, pero la automática consigna el dato con algo de retraso. Asimismo, los días 18 y 19 registra la temperatura con valores un poco más bajos a los que consigna la tradicional, indicio de que la estación automática presentaba fallas en su mecanismo de funcionamiento.

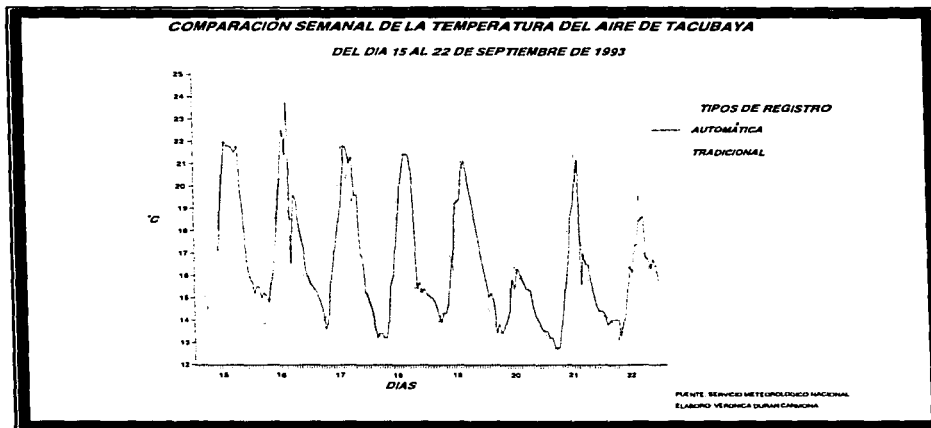
La gráfica de la última semana de septiembre de dicho año, muestra que las dos estaciones tuvieron registros muy semejantes y continuos, pero no deja de aparecer un ligero desfase en los registros de la estación automática. Entrado el día 25, así como en el 27 y parte del 28 no hay registros de la estación meteorológica automática, aunque pasando el medio día del 28 ofrece un registro con marcado descenso de la temperatura que va de los 14° C hasta los 2° C, para nuevamente subir a los 16° C, y y posteriormente bajar, mostrando una falla leve que desaparece para nuevamente continuar con registros semejantes a los obtenidos en la estación tradicional.



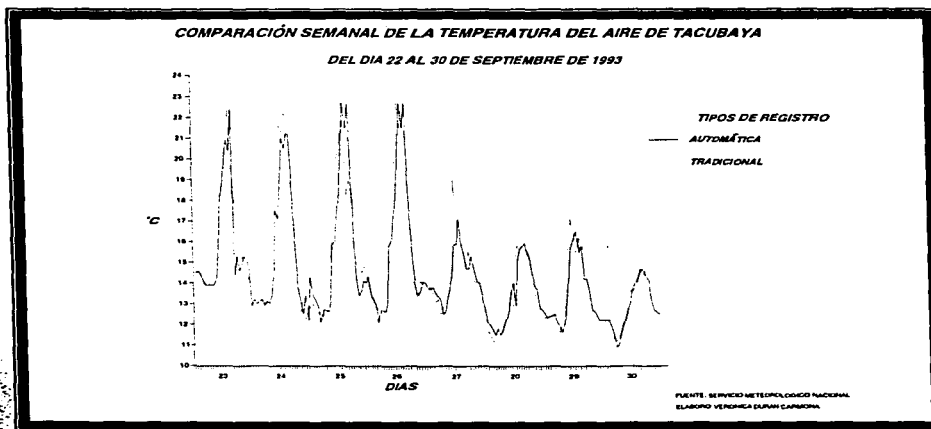
Gráfica no. 6.89



Gráfica no. 6.90



Gráfica no. 6.91



Gráfica no. 6.92

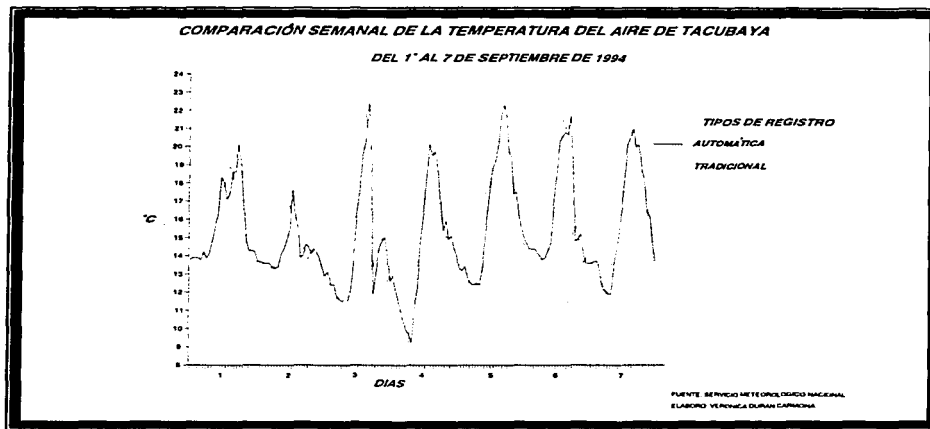
Con relación al año anterior se advierte una mayor continuidad en los registros de la estación automática, pues desde la primera semana son muy pocos los espacios en los que no se consigna el registro, como sucede los días 2 y 5 de la semana.

Es también alto el porcentaje de igualdad en los registros de las estaciones que son objeto de comparación. De hecho es un poco mayor el desplazamiento de los datos que señala el sensor automático, pues tanto las máximas temperaturas como las mínimas muestran coincidencia.

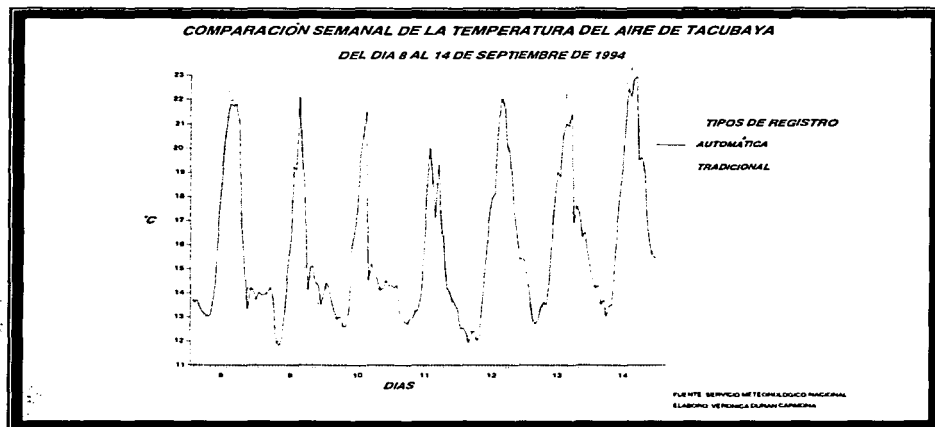
En la segunda semana, y durante el día 8 se manifiesta continuidad e igualdad en los registros de las estaciones. A partir del día 9 hasta el 14 los cambios que se advierten son bruscos y notorios, pues por ejemplo entre estos días 9 y 14 la estación automática no ofrece registros, sino hasta después del medio día.

Entre el 15 y el 22 ya se advierte una mayor igualdad entre los registros de ambas estaciones, con excepción de breves períodos de tiempo en los días 15 y 16, en los que la desigualdad es de casi 1° C.

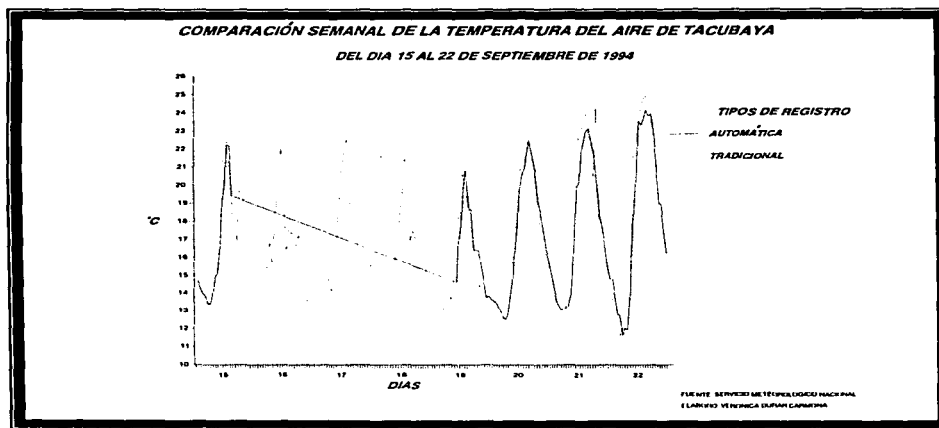
La gráfica de la última semana indica una mayor continuidad y semejanza en sus registros, y las diferencias entre los mismos son pequeñas. A excepción de los días 23 y 28, donde es mayor la desigualdad de entre ambos datos.



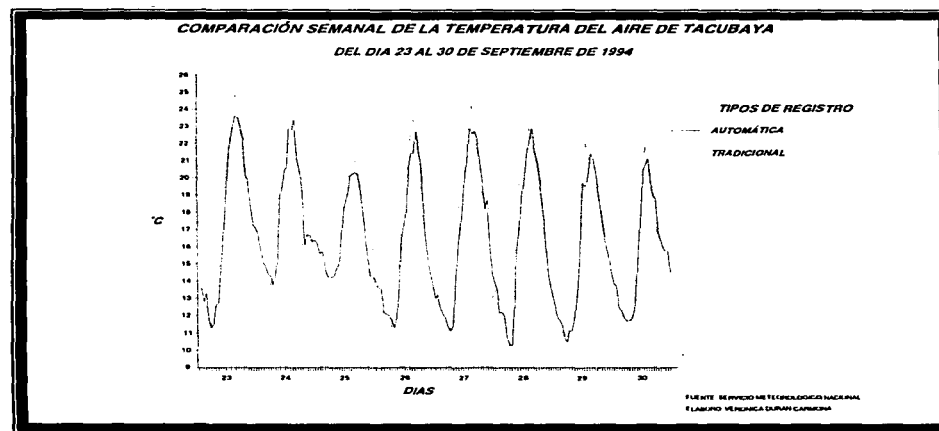
Gráfica no. 6.93



Gráfica no. 6.94



Gráfica no. 6.95



Gráfica no. 6.96

Durante la semana del 8 al 14 de septiembre de 1994, se observó un comportamiento muy similar entre ambos registros. Al observar con detalle la gráfica se ven algunos días donde las temperaturas que registra la estación automática son mayores a las tradicionales, y en otras ocasiones sucede que los registros de las temperaturas tradicionales superan a los registros de la estación meteorológica automática.

En la semana del día 15 al 22, vuelve a aparecer el error más común por parte de la estación automática, se trata de la falta de continuidad en sus observaciones, esto se manifiesta a partir del medio día; mientras que los registros de la estación tradicional, al parecer no presentan errores. Después del día 20 al día 22, se puede ver como entre ambos registros existe continuidad.

Mientras que la última semana del mes, se observa una mayor continuidad y homogeneidad en los datos de las dos estaciones.

6.7 Discusión de resultados

En las dos primeras semanas del mes de septiembre de 1992, se advierten dos errores muy significativos por parte de la estación automática, uno de ellos es la falta de datos, y el segundo es la desigualdad en donde si se presentan registros por ambos medios.

En las semanas siguientes, son pocos los días de falta de datos por parte de la estación automática y se observa ahora a detalle un retraso o bien un adelanto entre los registros de ambos medios.

En el mes de septiembre de 1993, continúan las tendencias de falta de continuidad en la información meteorológica de la estación automática, como sucede en casi todo el mes.

En pocas ocasiones los registros son muy similares, como entre el día 15 y el 22.

Mientras que en las semanas de septiembre de 1994, se observan casi los mismos errores que se manifestaron en las semanas anteriores, falta de continuidad en los datos de la estación automática, en ocasiones mayor similitud en los registros, y cabe señalar que en la última semana del mes la gráfica indica una mayor continuidad y gran semejanza pero no igualdad.

6.8 Comparación de la temperatura media anual

OBSERVATORIO DE TEMPERATURAS DE FACTIVA S.A.S.													
COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS ANUALES DE TEMPERATURA DEL AIRE													
APARATO DE MEDIDA: PASCORMETRO-TERMO-PSICROMETRO													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TIPO DE REGISTRO													
1988													
TEMPERATURA									16.3	15.2	14.7	14.0	
ALTIMETRIA									16.0	15.4	14.8	14.7	
DIFFERENCIA									0.3	0.2	0.1	0.2	
1989													
TEMPERATURA	14.4	15.0	17.0	17.2	18.6	17.2	17.2	16.2	16.0	16.2	16.2	16.0	
ALTIMETRIA	14.2	14.9	17.1	16.2	18.2	17.4	17.3	16.7	16.6	16.9	16.0	14.2	
DIFFERENCIA	0.2	0.1	0.1	0.9	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
1990													
TEMPERATURA	14.0	16.4	18.0	18.1	18.9	17.3	17.1	16.4	16.2	17.1			
ALTIMETRIA	13.7	16.2	18.2	18.0	18.9	17.4	1.0	16.2	16.1	16.0			
DIFFERENCIA	0.3	0.2	0.2	0.2	0	0.1	18.2	0.1	0.1	0.2			

Cuadro 6.1

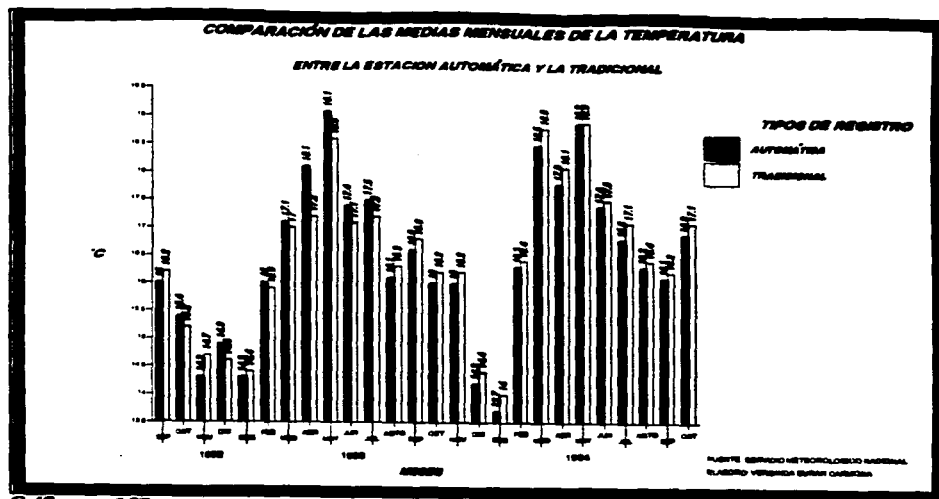


Gráfico no. 6.97

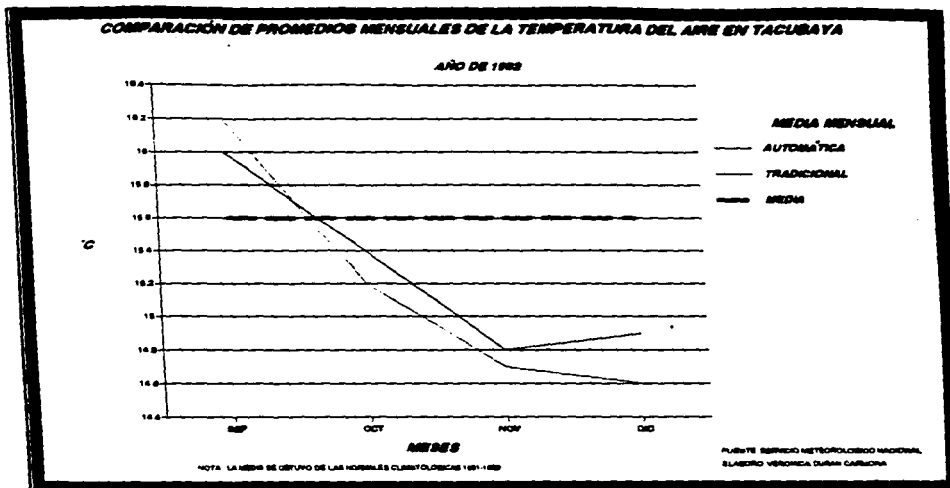


Gráfico no. 6.98

En el año de 1992, durante las observaciones que se hicieron de la temperatura se encontró que la media mensual registrada por la estación tradicional fue mayor que la obtuvo la automática. Se puede detectar que casi todos las medias de ambas observaciones se tienen por abajo de la media.

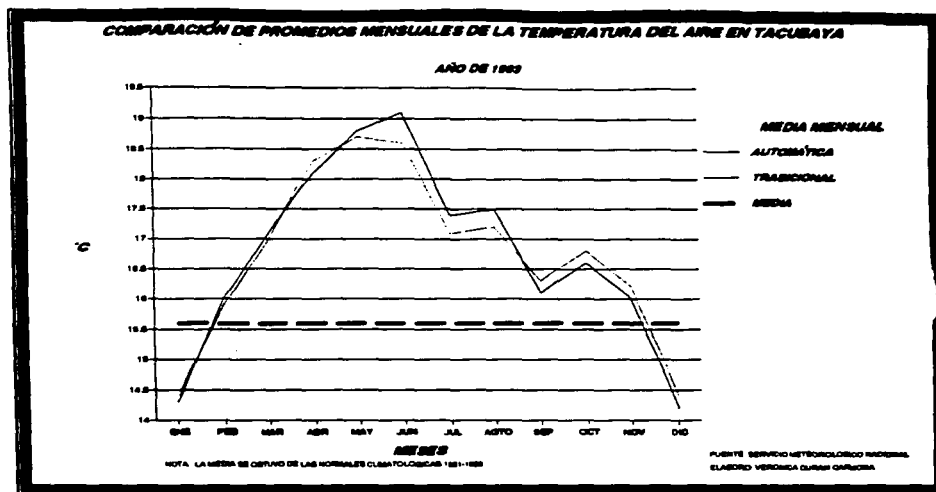


Gráfico no. 6.59

En el año de 1993, entre los meses de enero y abril se advierten mínimas diferencias entre los registros de ambas estaciones. Después, entre los meses de mayo y agosto la temperatura media registrada por la estación automática es superior a de la tradicional, y posteriormente, al terminar el año, las medias mensuales de los aparatos tradicionales están más elevadas que la que consigna la automática.

En la mayoría de los meses, los promedios de registro de ambas estaciones, están por arriba de la media mensual, y únicamente en enero y diciembre son inferiores a ésta.

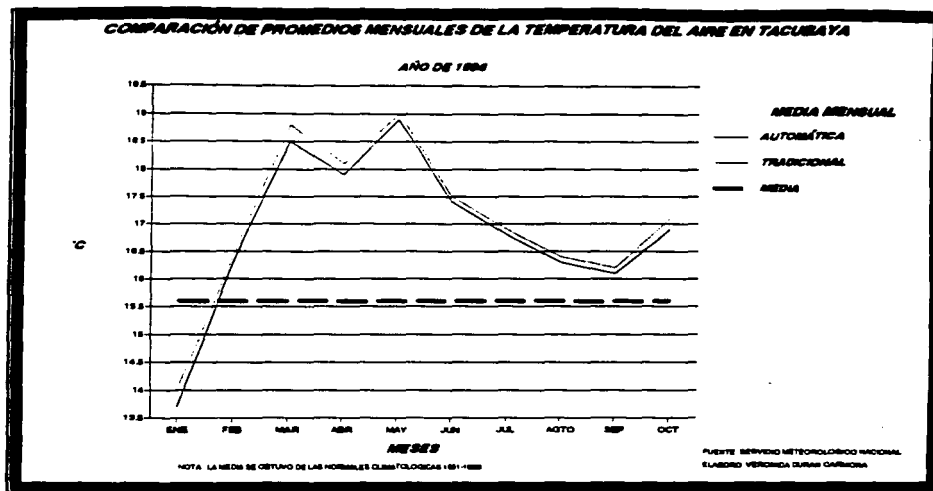


Gráfico no. 6.100

En 1994, los registros medios de la temperatura mensual, presentan mayor similitud entre sí, en lo que se refiere a lo que consignan ambas estaciones; también se observan ligeras diferencias en cada uno de los meses, sin embargo, los registros de la tradicional son superiores a los de la estación automática.

La mayor parte de los datos promedio se tienen muy por arriba de la media, sólo en enero se encuentran numéricamente inferiores a ésta.

6.9 Gráficas de temperaturas máximas y mínimas

La importancia de las siguientes gráficas consiste en advertir, que tanto, el valor máximo como el mínimo mensual, permiten observar el comportamiento de la temperatura, así como conocer de manera estacional, los efectos de los factores geográficos que inciden en la porción urbana del Observatorio de Tacubaya.

En otras gráficas también quedan indicadas las temperaturas máximas maximorum y mínimas minimorum; las primeras, como se sabe, constituyen el valor más alto que se presenta de las temperaturas máximas del mes, y las segundas, el mínimo valor de las temperaturas mínimas.

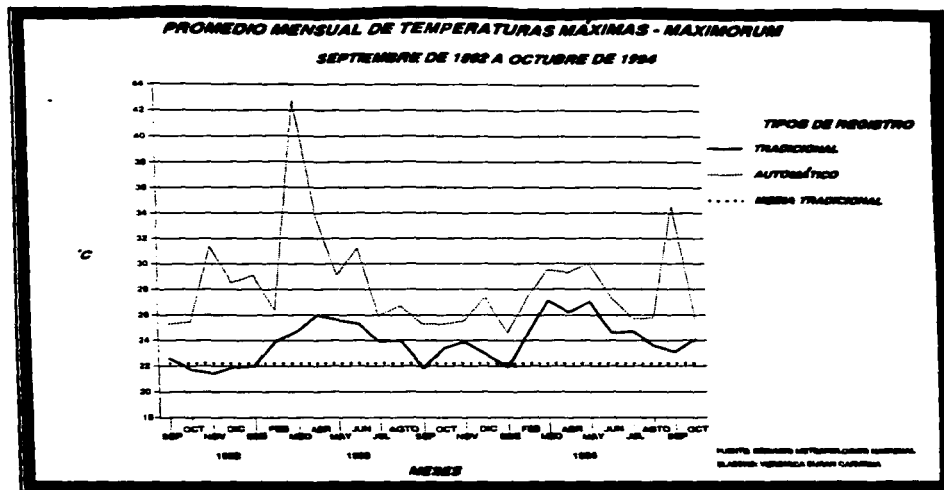
En estas gráficas no deja de compararse los registros tanto de la estación tradicional como de la automática.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE FACUNATA, D.F.													
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURAS MÁXIMAS-MAXIMORUM													
APARATO DE MEDIDA: TERMÓMETRO DE MÁXIMA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TIPUS DE REGISTRO													
1988													
TRADICIONAL									22.6	21.7	21.6	21.9	
AUTOMÁTICA									22.2	22.6	22.6	22.2	
DIFERENCIA									2.7	2.7	1.0	6.6	
1989													
TRADICIONAL	22.0	21.9	24.7	26.0	25.6	25.2	22.9	24.0	22.0	22.6	22.9	22.9	
AUTOMÁTICA	29.1	26.4	42.7	32.7	29.1	31.2	22.0	26.7	22.2	22.2	22.2	27.6	
DIFERENCIA	7.1	2.2	18.0	7.7	2.2	5.9	2.0	2.7	2.2	1.9	1.6	4.2	
1990													
TRADICIONAL	21.9	24.6	27.1	26.2	27.0	24.6	24.7	22.6	22.1	24.1			
AUTOMÁTICA	24.6	27.4	29.2	29.2	28.0	27.6	22.7	22.0	24.6	22.6			
DIFERENCIA	2.7	2.8	2.4	2.1	2.0	2.0	1.0	2.2	11.2	1.2			

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARBONNA

Código no. 6.2



Grafica no. 6.101

Durante el año de 1992, se observa que, las temperaturas máximas maximorum que registró la estación automática como la tradicional, muestran una notable diferencia, que va de los 2°C a los 10°C.

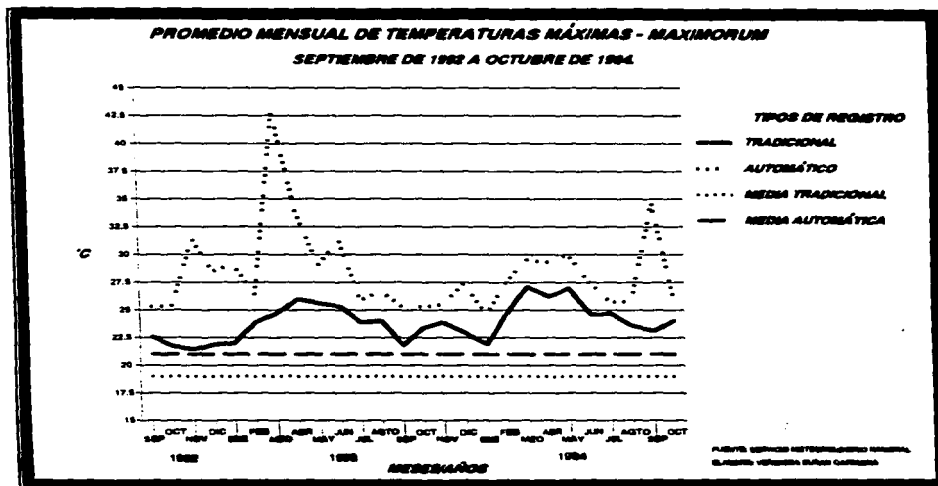
En el año de 1993, acontece el mismo caso que el año anterior, ya que las temperaturas máximas de la estación automática son superiores a las que registran los instrumentos tradicionales. La mínima diferencia, que correspondió al mes de noviembre, fue de 1.6°C, y la máxima, dada en el mes de marzo, de 18°C, que resultó ser una gran diferencia.

Durante dicho año, se mantiene una diferencia media de 5.1°C. Fue muy notoria la que se presentó en el mes de marzo, ya que mientras la estación automática indicó 42.5°C, la estación tradicional manifiesta un valor medio mensual menor a los 25°C.

Una segunda diferencia se presenta durante el mes de septiembre de 1994, cuando el

valor tradicional se encuentra entre los 22 y 24°C, mientras que el de la automática señala casi los 35°C.

En el año de 1994, la estación automática continúa con los valores más altos, y la diferencia entre los valores de ambas estaciones oscila entre 1° y 11°C, por lo que el rango de discrepancia es de 10.5°C.



Gráfica no. 6.163

En el año de 1992 se observa que, las temperaturas máximas-maximorum, que registró la estación automática son mayores en relación con las tradicionales. Entre ambos registros hay una notable diferencia, mayor a los 2°C, y en cierta ocasión, como sucede en el mes de noviembre, llega a los 10°C.

En el año de 1993, sucede el mismo caso que el año anterior, ya que las temperaturas

máximas de la estación meteorológica automática son más altas que las que registran los instrumentos tradicionales, así, la mínima diferencia se da en el mes de noviembre con 1.6°C, y la máxima se manifiesta en el mes de marzo con 18°C.

Durante 1993, se mantiene una media de diferencia igual a los 5.1°C de temperatura.

En el año de 1994, continúan los registros con valores más altos de parte de la estación meteorológica automática, y la diferencia entre los valores de las estaciones, oscila entre 1°C y 11.5°C.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, S.F.													
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURAS MÍNIMAS-MINIMORUM													
APARATO DE MEDIDA: TERMÓMETRO DE MÍNIMA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGTO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TIPUS DE REGISTRO													
1990													
TRADICIONAL									12.3	10.0	9.0	6.0	
AUTOMÁTICA									228.0	226.0	226.0	12.0	
DIFERENCIA									207.0	206.0	210.0	4.0	
1991													
TRADICIONAL	8.7	9.2	9.9	12.1	12.5	12.7	12.5	12.0	12.7	11.9	10.6	8.0	
AUTOMÁTICA	0	12.2	228.0	16.0	16.7	228.0	16.2	228.0	228.0	228.0	16.2	16.7	
DIFERENCIA	211.2	2.9	218.1	2.9	4.2	205.3	4.0	207.2	207.2	206.1	2.7	2.7	
1992													
TRADICIONAL	6.0	10.4	11.0	11.9	12.9	12.7	12.0	12.3	11.7	12.1			
AUTOMÁTICA	228.0	12.0	16.2	17.2	16.4	12.1	14.2	12.0	12.0	16.0			
DIFERENCIA	222.0	2.2	6.0	2.3	2.2	2.4	2.2	1.2	2.2	2.9			

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: VERÓNICA DUBÁN CARMONA

Código no. 8.3

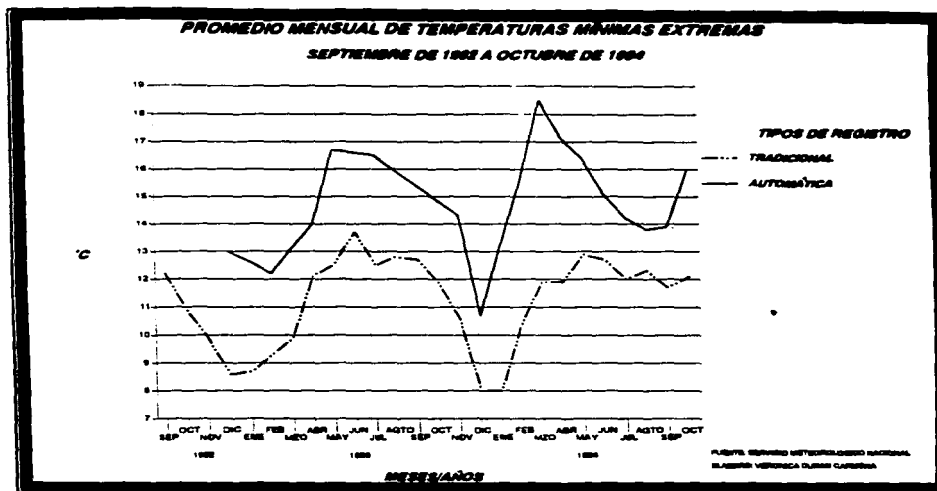


Gráfico no. 6.103

En la gráfica de temperaturas mínimas extremas, los registros no presentaron igualdad en ninguno de los meses de estudio, el valor más similar es el que se da el mes de agosto de 1994, cuando la estación meteorológica tradicional registró un valor de 12.3, y la estación meteorológica automática de 13.8° C, por lo que se dió una diferencia de 1.5° C. Un error muy notorio que se manifiesta en los datos de la estación automática es el que se da en los meses de octubre y noviembre de 1992, cuando la máxima temperatura registrada es de 320.0° C.

En 1993, los meses en que presenta el mismo error son: enero, marzo, junio, agosto, septiembre, y octubre. Para el año de 1994, únicamente en el mes de enero se manifiesta el mismo error de los años anteriores. Este, considerado como de carácter técnico, ya que

un registro como el de 320° C resulta incongruente. Por otro lado, el dato no permite comparar ambos registros meteorológicos.

Se puede concluir, que en 10 de los 26 meses que se consideraron, no puede haber comparación y que en los datos de los demás meses, las diferencias oscilan entre 1.5° C. (ver cuadro de temperaturas mínimas).

CAPÍTULO VII

COMPARACIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión del aire, es una manifestación de la masa atmosférica sobre la que actúa la aceleración de la gravedad.

El siguiente apartado a pesar de que se trata de una comparación a detalle de dos medios de registrar la presión atmosférica, lleva consigo un análisis que no deja de ser exhaustivo, y que permite conocer algunos de los caracteres de la presión, en cuanto a su comportamiento, y a su manera de obtenerse en un medio urbano, como lo es el área de Tacubaya; posteriormente se utiliza una metodología similar a la de la comparación de la temperatura, donde se realizan una serie de comparaciones anuales, mensuales, semanales, diarios, horarias, promedios, diferencias, distribuciones, cuadros, etc.

El resultado de un primer análisis se plasmó en las gráficas, las que a su vez pueden ser nuevamente estudiadas a detalle, y simplifican el trabajo ya elaborado con anterioridad.

Además permiten visualizar de una manera estética el dinamismo que se tiene en dos diferentes maneras de obtener el registro de la presión atmosférica, por una parte el registro tradicional, a través de un barómetro tipo Kew, un microbarograma o bien un barómetro aneroides, y por otra, un sensor con un mecanismo parecido al tradicional pero que de manera automática obtiene la información, la cual conforma todo un sistema que se le llama estación meteorológica automática. Tanto en este como en los dos capítulos anteriores se vierte una información, que independientemente de las limitantes que presenta, como lo son, precisión, calidad, continuidad, entre otras, es una comparación que permite visualizar de manera general y hasta particularizar detalladamente el comportamiento de este elemento en el observatorio meteorológico.

7.1 Gráficas horarias-diarias de la presión atmosférica

Introducción

Las siguientes gráficas diarias horarias mensuales que representan la presión atmosférica, dan una visión general de la situación del fenómeno en ambos medios de observación. Una característica de este tipo de análisis es que no se pueden ver por completo las diferencias entre los registros; solo se obtiene una forma de observar el fenómeno más no lo suficiente como para entenderlo en su totalidad. Cada gráfica consta de aproximadamente 1400 datos o más en el caso de los meses que tienen 31 días. Lo anterior implica precisión y cantidad de información, más no favorece la detección de detalles por la escala que presenta.

Por otro lado, es una manera muy clara de detectar a simple vista, y de acuerdo a la Climatología, el fenómeno y su comportamiento mensual en los dos tipos de observación.

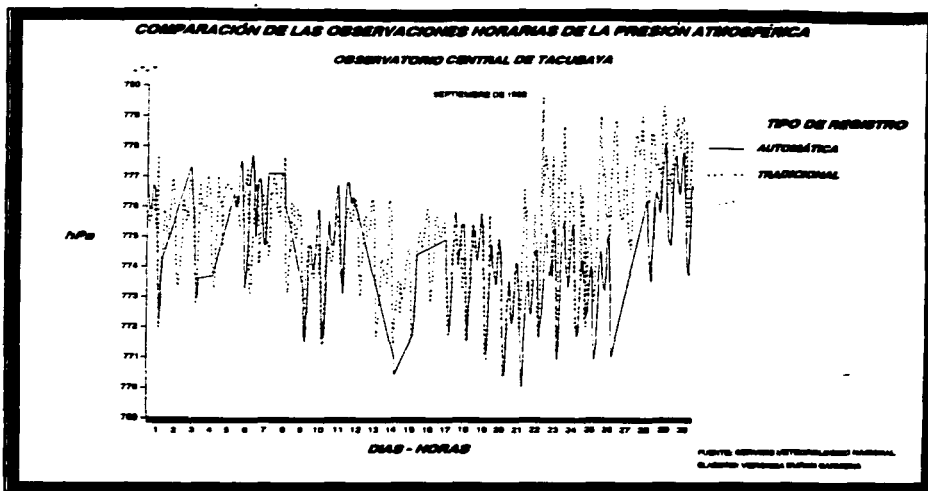
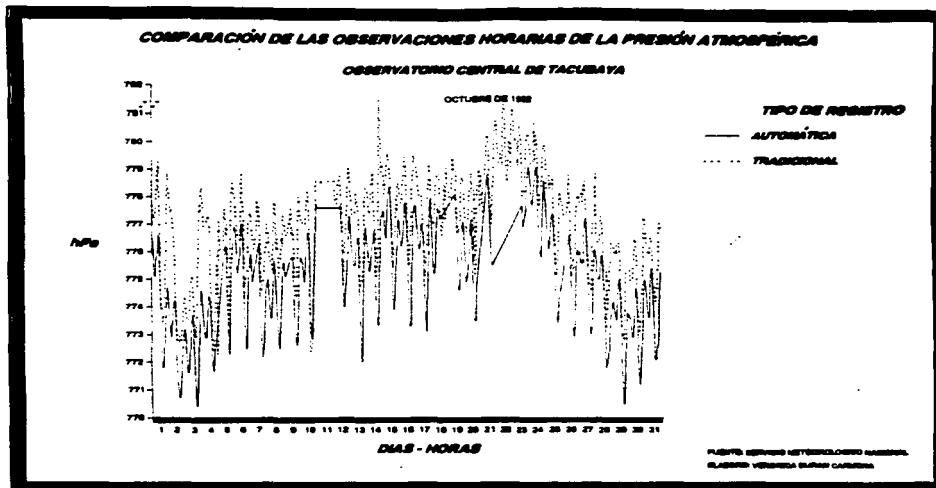


Gráfico no. 7.1

Durante el mes de septiembre de 1992, se observa una considerable irregularidad en los registros de la estación meteorológica automática, ya que algunas ocasiones carece de información. También se advierte como los datos tradicionales se mantienen por arriba de los valores que registra el sensor de la estación automática.



Gráficas no. 7. 2

En octubre hay mayor continuidad en los registros automáticos, sin embargo los días 10, 11, 22 y 23 se carece de información. En algunos días se observa una diferencia menor entre los registros tradicionales y los de la estación automática.

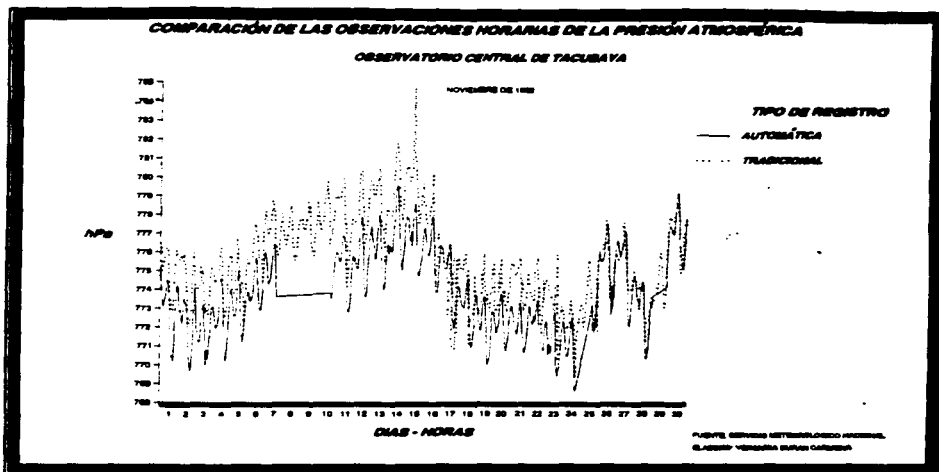


Gráfico no. 7.3

En la mayor parte del mes se presentan registros con características semejantes, y algunas veces falta continuidad en la información la estación automática. También se muestran diferencias importantes entre ambos medios de observación, ya que los datos automáticos son menores que los tradicionales.

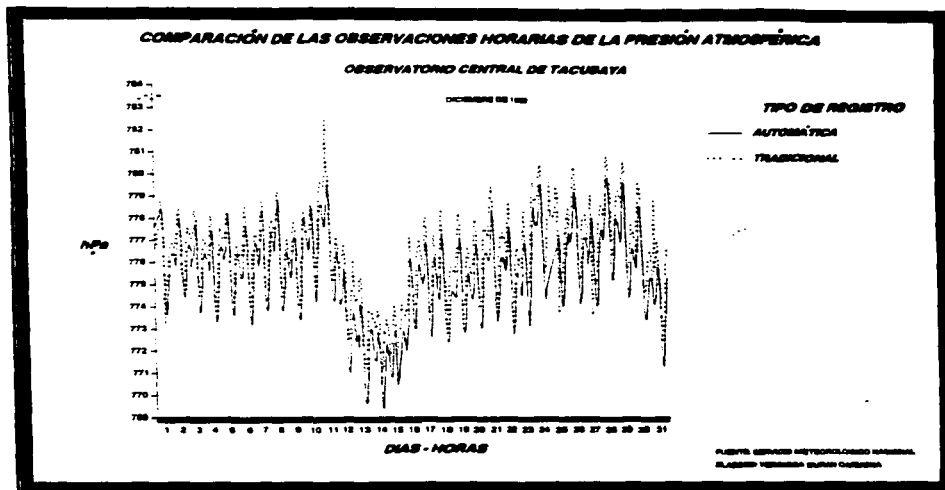


Gráfico no. 7.4

Se advierte una mayor similitud entre los valores de ambos medios de registros.
A excepción del día 10 y 11, el valor del barómetro tradicional está muy por arriba del dato automático. Cabe señalar que en este mes, se observa una diferencia mínima entre los dos medios de registro.

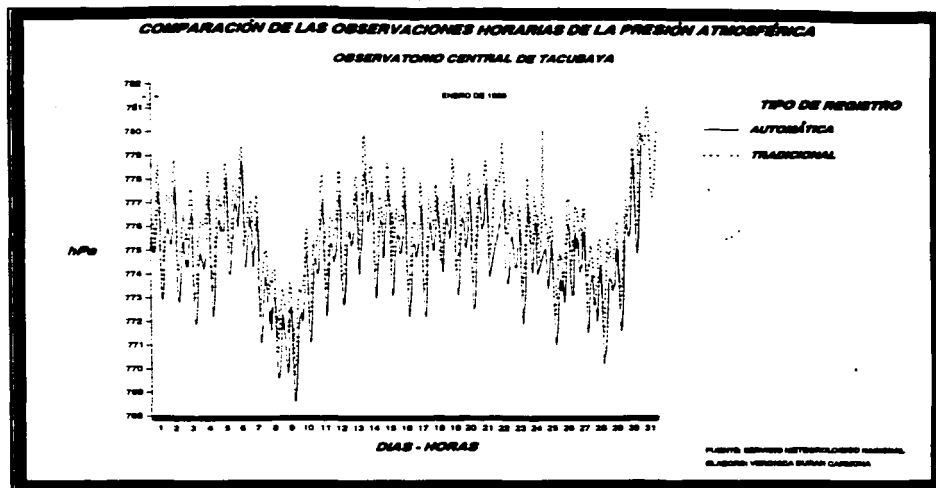


Gráfico no. 7.5

Se observa mayor continuidad en los registros de la estación automática, sin embargo, los datos tradicionales continúan por arriba de los automáticos. Al final del mes se advierte la falta de información meteorológica de la automática. La presión máxima sobrepasa los 780 hectopascales y la mínima es menor a 770 hPa.

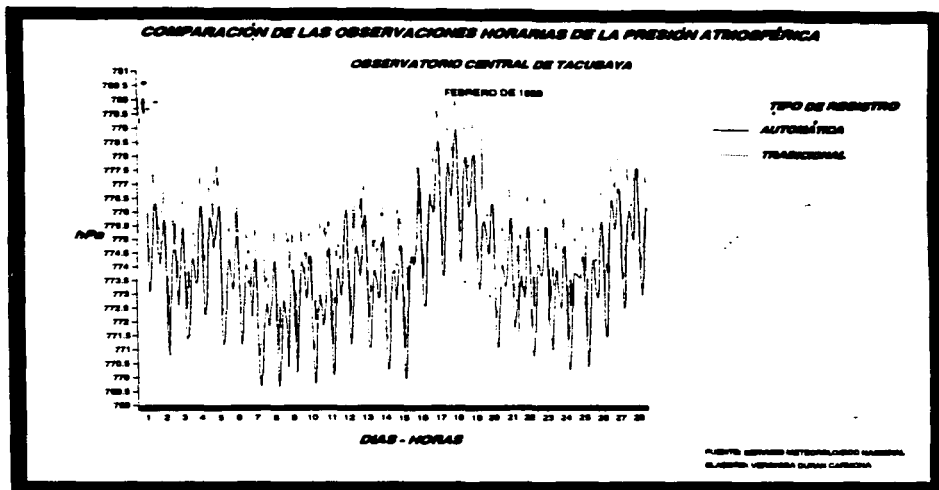


Gráfico no. 7.6

En febrero, únicamente el día 1° no se advierte el registro de la estación automática. Continúan los valores tradicionales por arriba de los automáticos. El mínimo valor se detecta en el registro tradicional.

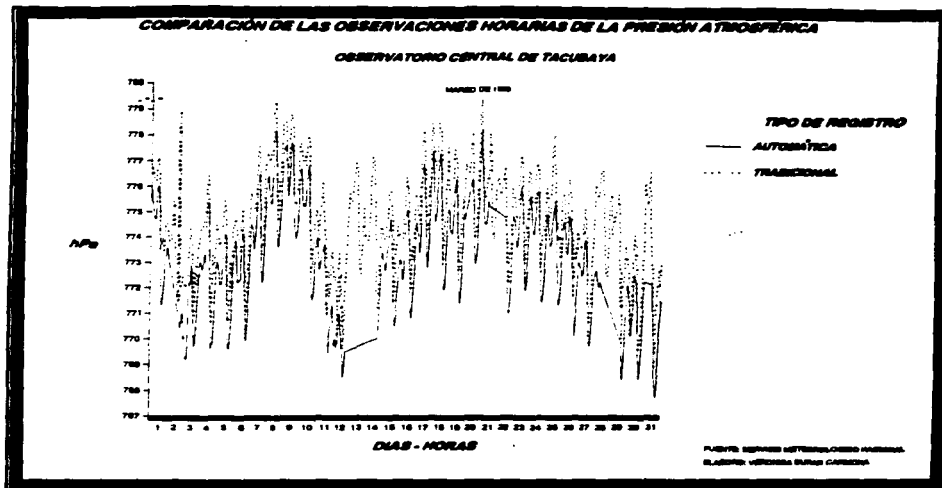


Gráfico no. 7.7

En marzo, se advierte mayor irregularidad con respecto a los meses anteriores, no hay datos por parte de la estación meteorológica automática, en algunas ocasiones los valores mínimos de presión se presentan mayor similitud entre sí mientras que en otras ocasiones la diferencia es mayor a los 3 hectopascales.

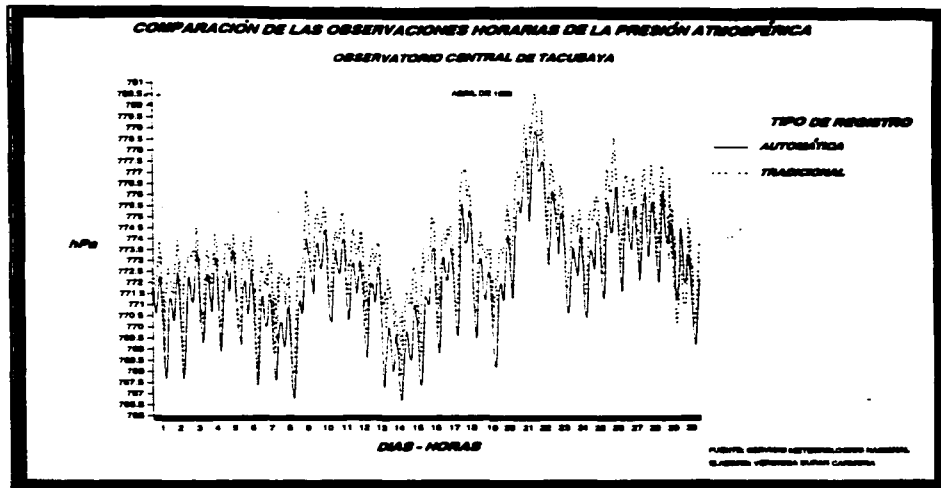


Gráfico no. 7.8

Durante el mes de abril, ambas estaciones registran, y por lo tanto hay mayor continuidad que en los meses anteriores, no se observan grandes errores y discrepancias, a excepción de que el día 29, el valor tradicional es menor que el automático.

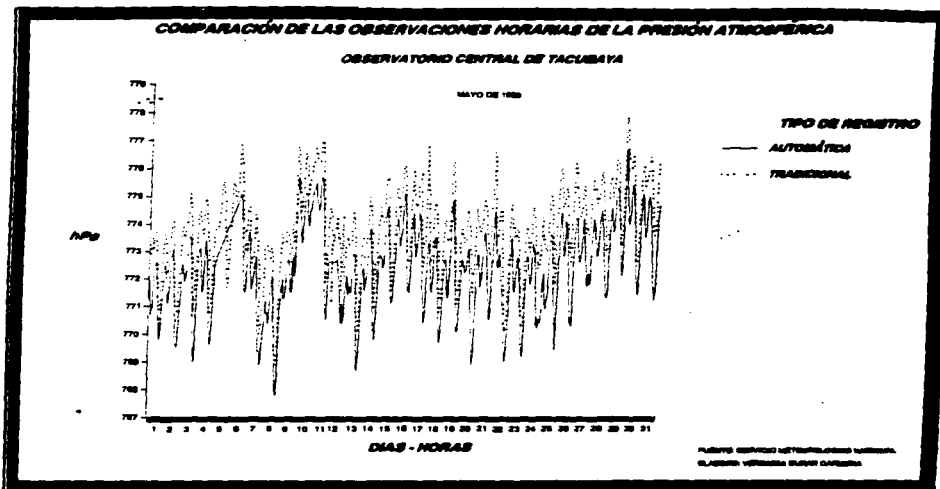


Gráfico no. 7.9

En mayo, vuelve a manifestarse discontinuidad en los datos automáticos, en general hay más semejanza en los registros de ambos medios. En las presiones altas se observa mayor la diferencia entre los dos medios.

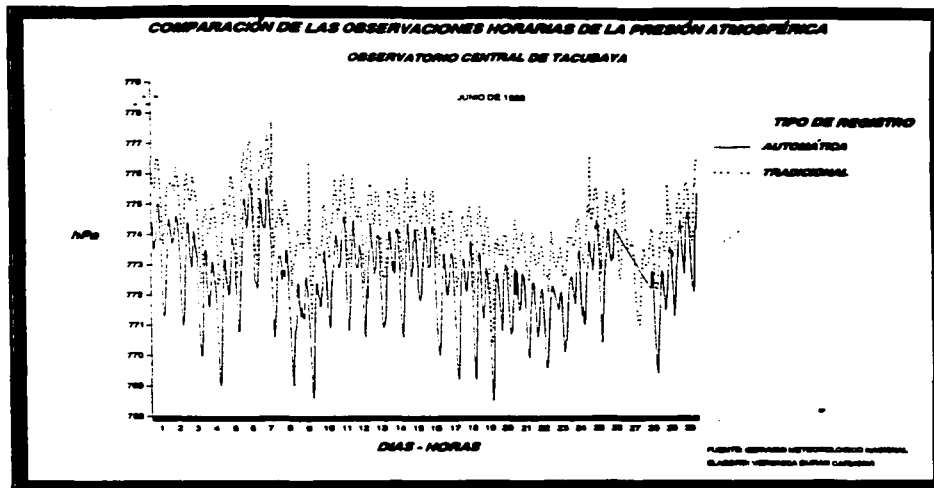


Gráfico no. 7.10

En el mes de junio se muestra una mayor semejanza en el comportamiento de la información meteorológica, más no igualdad, y únicamente el día 26 al 29 la estación automática no manifiesta registros.

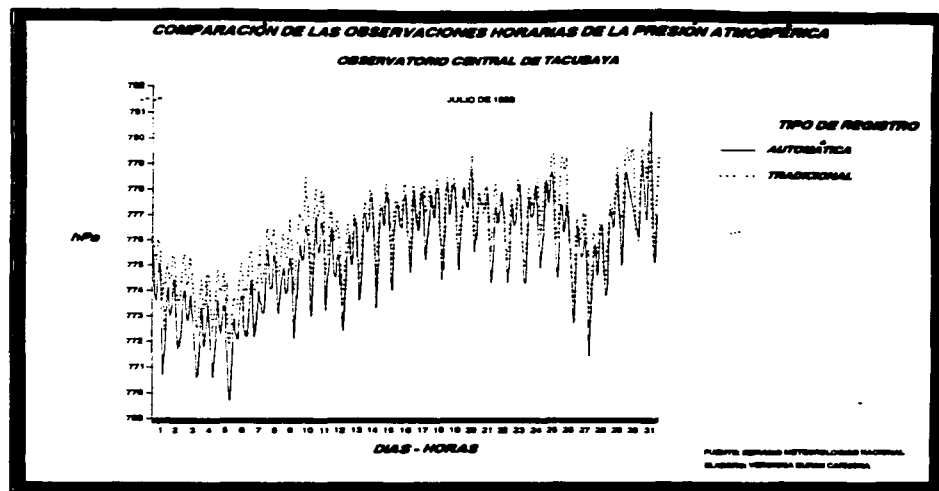


Gráfico no. 7.11

Los primeros días del mes el valor tradicional es mayor que el automático, pero, a partir del día 14, hasta el 22, hay una aparente igualdad en los datos. Del 25 al 31, nuevamente el comportamiento es igual que a principios del mes; en general existe una mayor continuidad.

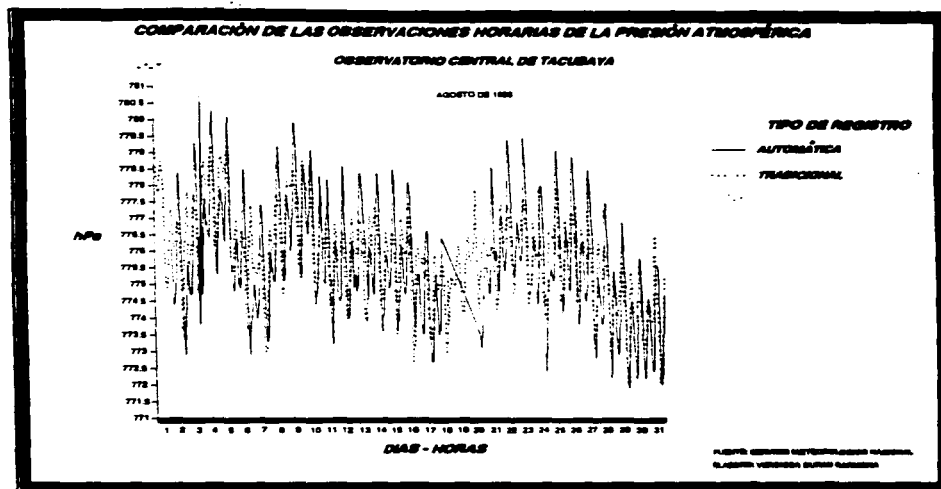


Gráfico no. 7.12

En los primeros días de este mes se carece de información meteorológica automática, así como los días 19, 20 y 21 del mismo.

Por otro lado, un aspecto importante, es que aparece un mayor porcentaje de semejanza entre ambos medios de información. La presión mayor se detecta en el sensor de la estación automática, con un valor superior a los 780 hPa.

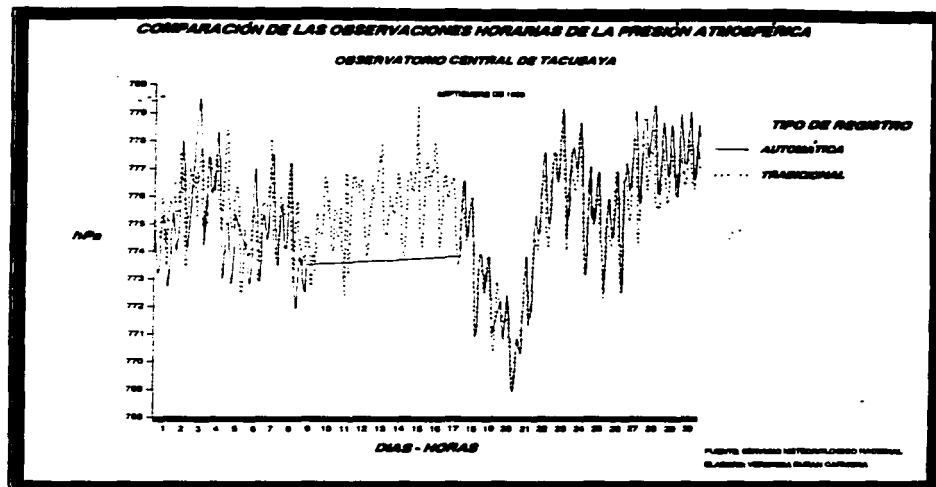


Gráfico no. 7.13

Durante los primeros días el comportamiento es muy similar a los meses anteriores, solo del día 8 hasta el 17 no hay información de carácter automático, y después de este lapso, hay algunos casos de igualdad en los datos de ambas estaciones.

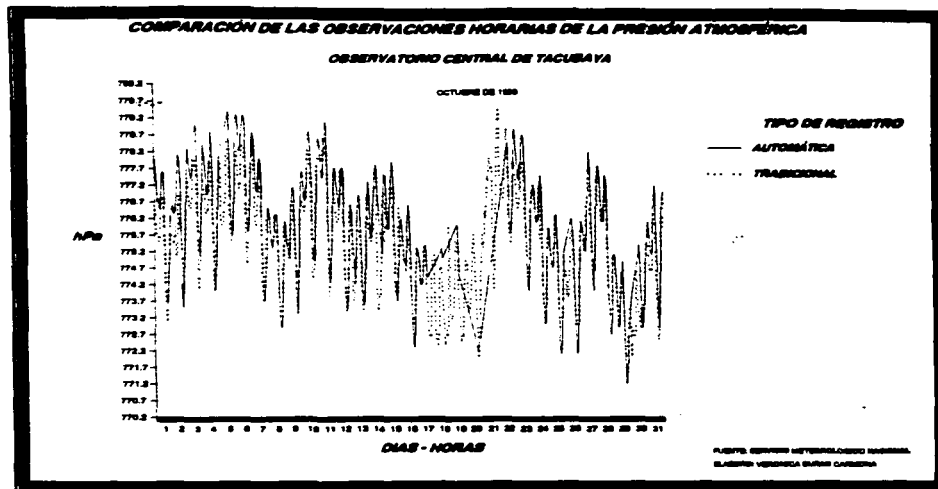


Gráfico no. 7.14

En el mes de octubre, los valores parecen coincidir mucho entre sí, pero del 16 al 23 no hay continuidad en los registros de la estación meteorológica automática. Hay una mayor similitud entre los dos medios de observación.

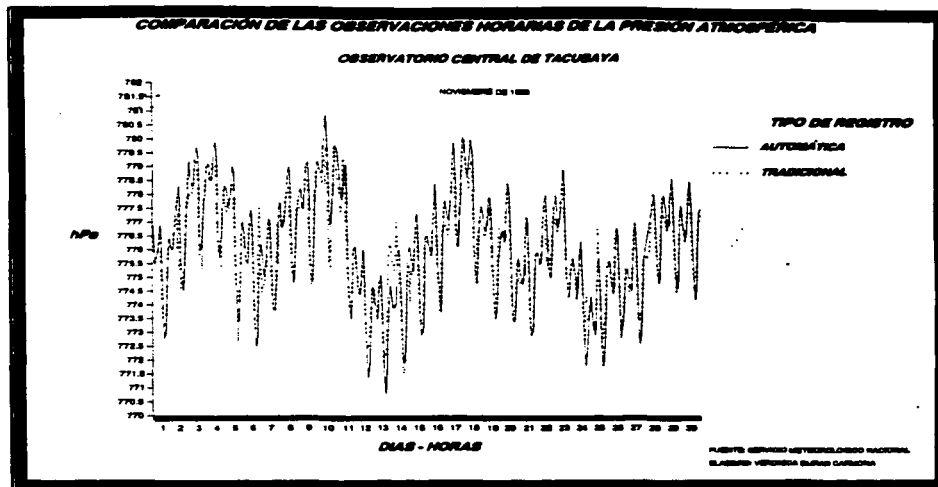


Gráfico No. 7.15

En noviembre se manifiesta gran discontinuidad en alguno de los registros, sin embargo, algunos datos tradicionales son muy bajos y otros muy altos en relación con los datos que consigna la estación automática.

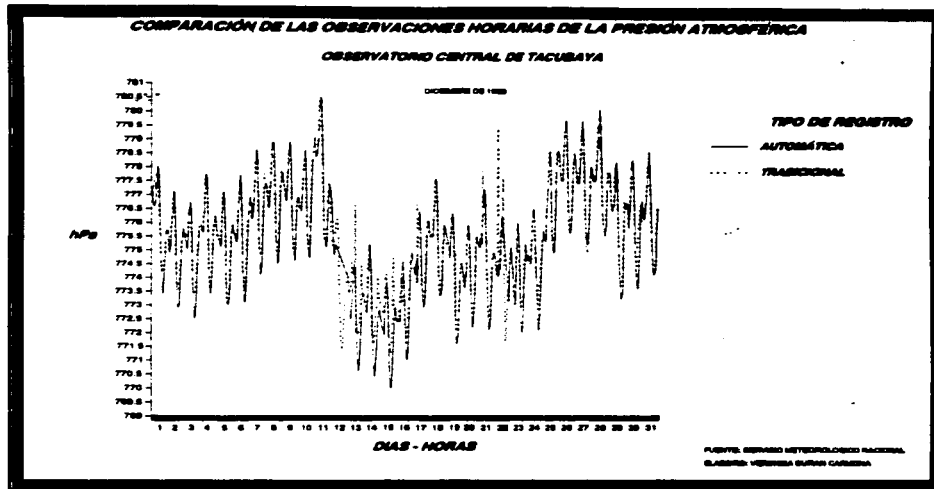


Gráfico no. 7.16

Durante el mes de diciembre hay continuidad en los registros. Se tienen valores de la presión atmosférica muy extremos en los registros tradicionales. También, existe igualdad entre ambos medios de observación, esto se detecta por la intersección de puntos de los dos registros.

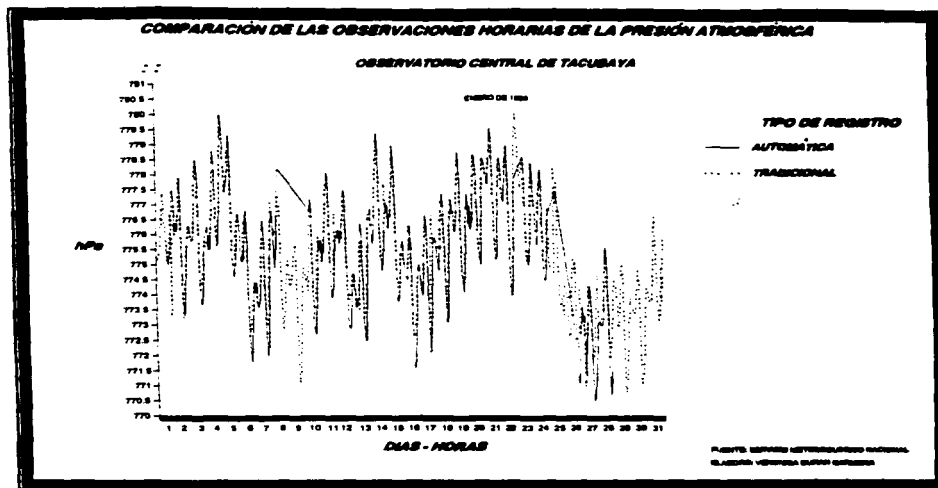


Gráfico no. 7.17

Se inicia el año con ciertas irregularidades en ambos medios de observación, se advierte falta de continuidad en los datos automáticos; en la tradicional se manifiesta un dato de presión por abajo del registro automático. En los días que se observa continuidad, también se ve una mayor semejanza.

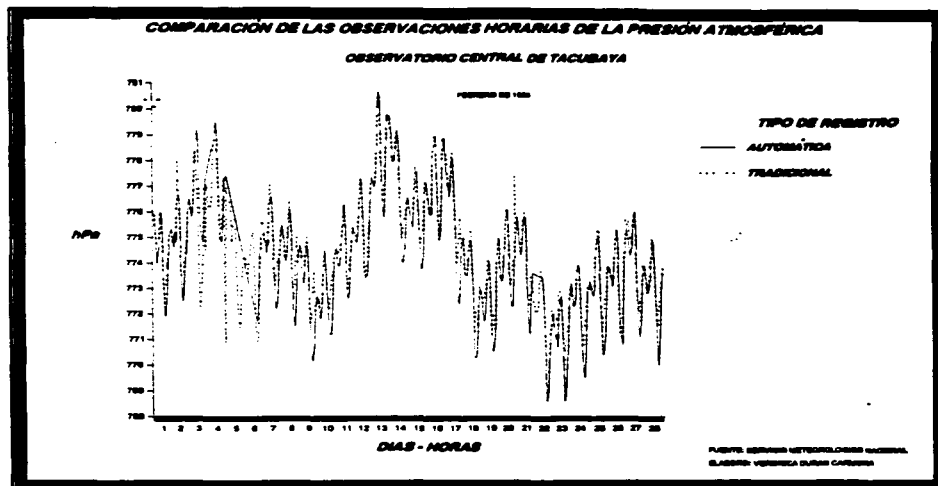


Gráfico no. 7.18

En febrero, existe mayor continuidad en los registros pero con fallas dentro del sensor de la estación automática, y no faltan los días en que ambos registros son iguales. La presión oscila en general de 769 hectopascales a más de 780.

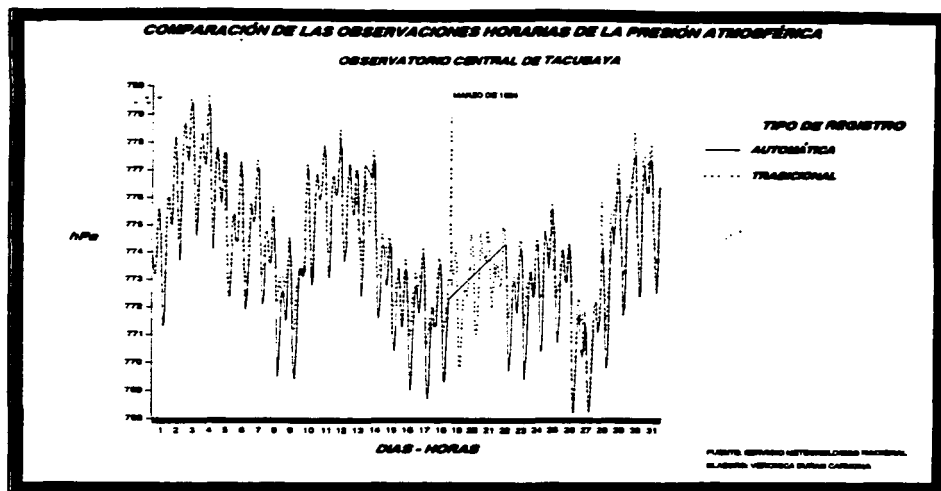


Gráfico no. 7.19

En la estación automática no aparece información durante varios días. En los datos que si se registran se advierte una mayor semejanza por parte de ambas estaciones.

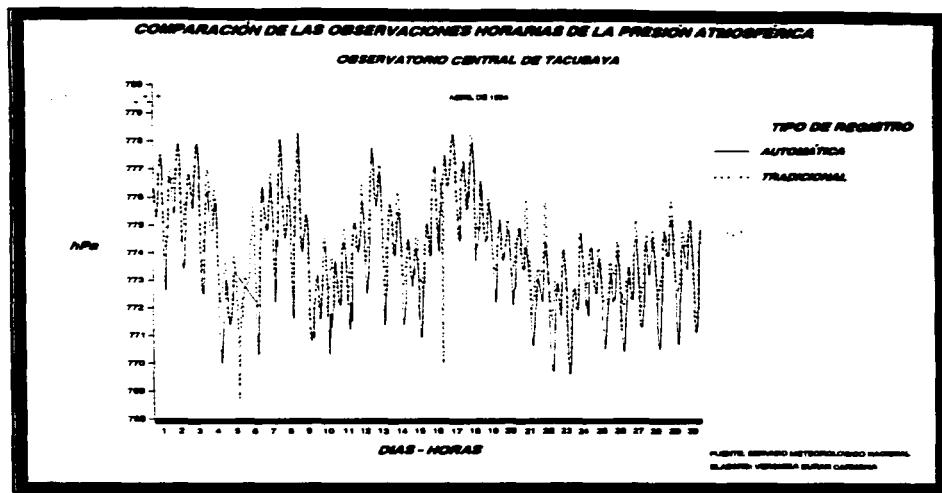


Gráfico no. 7.28

En general, en el mes de abril se advierten las mismas fallas que los meses antes descritos, falta de continuidad en la información automática, y por parte de los registros tradicionales se observan algunos datos, como los de los días 5 y 16, en los cuales el valor está muy bajo en relación al comportamiento regular que se observa.

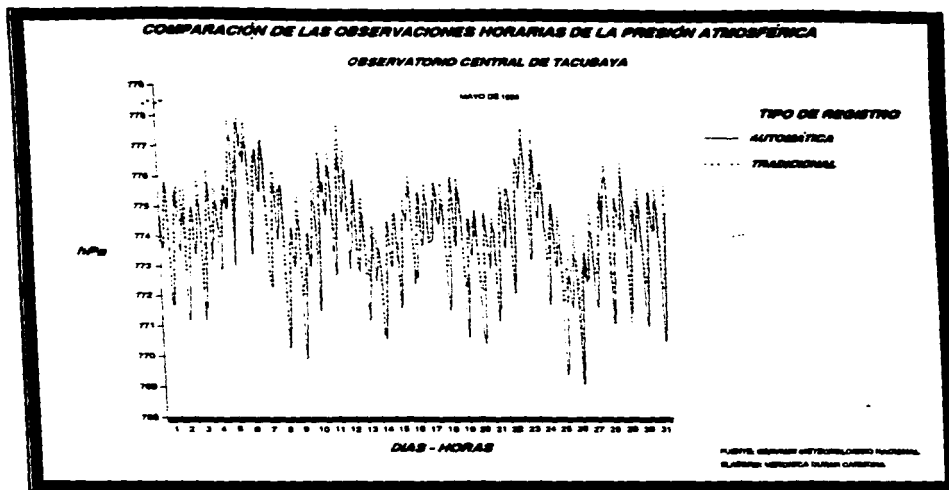


Gráfico no. 7.31

Durante el mes de mayo, se detecta continuidad en ambos medios de observación, se advierte también, como los datos meteorológicos tradicionales están ligeramente más altos que aquellos que indica la estación meteorológica automática.

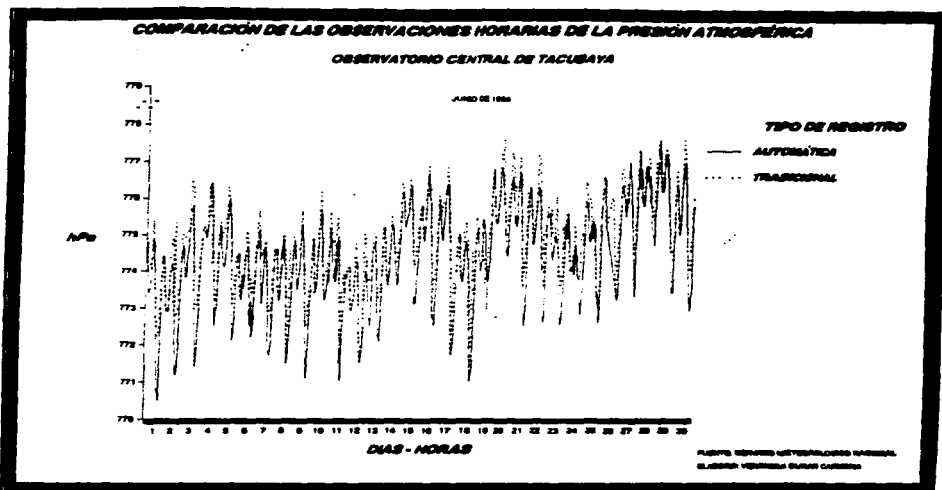


Gráfico no. 7.22

Se observa más continuidad en ambos registros, los valores de la estación tradicional son superiores a los datos automáticos. Hay algunos valores donde la estación automática indica un valor muy extremo en la presión atmosférica mínima.

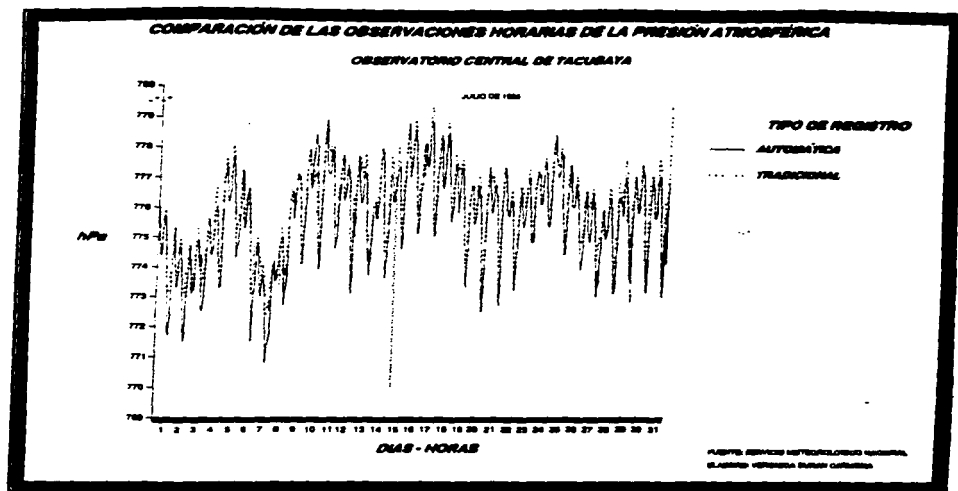


Gráfico no. 7.23

En julio, la irregularidad en la información se advierte en varios días. El día 15, el registro tradicional es inferior a muchos de los valores. No es común que suceda en la realidad ese tipo de cambios tan bruscos, lo cual indica un posible error a la hora de la medición o bien al realizar el cálculo, esto mismo sucede el último día del mes.

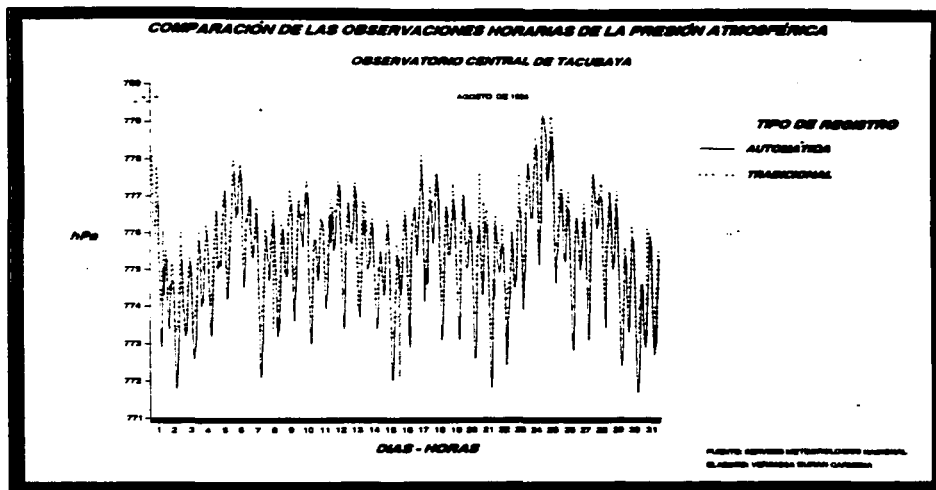


Gráfico no. 7.24

Durante el mes de agosto se detecta mayor continuidad en la información de ambos medios de observación. No hay mucha similitud entre los valores, pues los datos de la presión tradicional, son superiores a los que indica la estación automática.

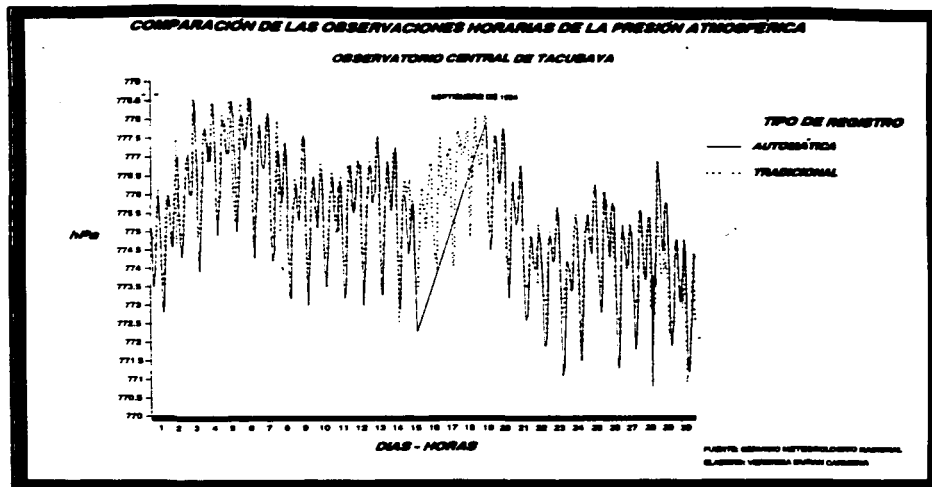
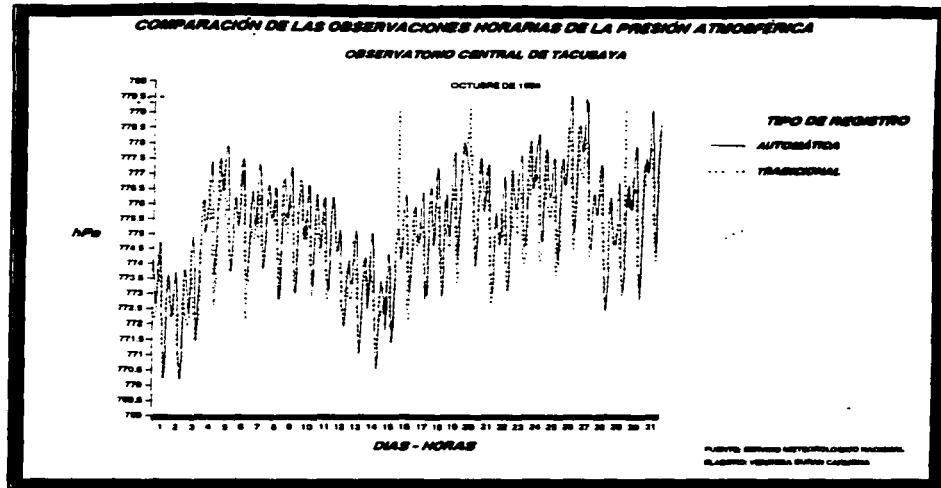


Gráfico no. 7.25

En este mes, la falta de información meteorológica automática se percibe de manera clara, son varios los días donde ésta no se registró.

El comportamiento en general es el mismo más no hay igualdad y solo en algunas ocasiones existe similitud entre ambos tipos de observación.



Gráficas no. 7.26

El último mes de observación, no deja de presentar irregularidades en los registros de ambos medios. No hay igualdad, algunas veces, los datos tradicionales parecen estar fuera del comportamiento general de la información meteorológica.

7.2 Discusión de resultados

Este tipo de gráficas son significativas mientras se conozcan las condiciones de cada uno de los instrumentos meteorológicos, ya que si no es así, conocen pueden estas conducir a

interpretaciones u análisis no muy certeros. Sin embargo, para saber el comportamiento de manera general, y quizás, hasta superficial, del fenómeno pueden ser consideradas pues a pesar de no tener la escala para hablar de ciertos detalles, se puede ver en ellas la falta de continuidad de la información día con día.

En cuanto a las características de los registros de la presión atmosférica, se pueden advertir los siguientes aspectos:

- 1. Falta de información meteorológica automática.*
- 2. Los valores de la presión tradicional son superiores a los que registra la estación meteorológica automática.*
- 3. Son varias las ocasiones en que aparecen errores considerables o valores extremos por alguno de los dos medios de observación, lo cual en cada uno de los meses se puede advertir.*
- 4. A pesar de dos años de trabajo con la estación automática, el tipo de gráficas y su respectivo análisis, permiten deducir que es muy bajo el porcentaje de confiabilidad en la información meteorológica y climatológica, del Observatorio Central de Tacubaya.*

7.3 Gráficas que representan la comparación del comportamiento diario mensual, así como sus respectivas diferencias de la presión atmosférica.

Introducción

La información climatológica mensual, es valiosa para todo aquel que de manera general, busca una interpretación de fenómenos meteorológicos como la presión atmosférica; por otra parte, al estar integrados en una sola gráfica los dos tipos de registro, tanto automático como tradicional, así, como en la misma, poder conocer la media mensual que se tiene y se ha obtenido de la suma de 30 años de observación, es un detalle de suma importancia que se hace patente en el estudio.

En cuanto a las gráficas que señalan las diferencias de registro entre ambos medios de observación, son complemento de las graficas anteriores, pues se ve con ellas de una manera clara y precisa, la discrepancia existente entre los registros tradicionales y automáticos, y se advierte con mayor detalle el comportamiento del fenómeno atmosférico mensualmente.

Cabe aclarar, que cuando aparece el valor muy alto, significa que en alguno de los medios de información no se cuenta con el dato de la observación, y por lo tanto la diferencia indicada es el registro único, ya sea el tradicional o el automático.

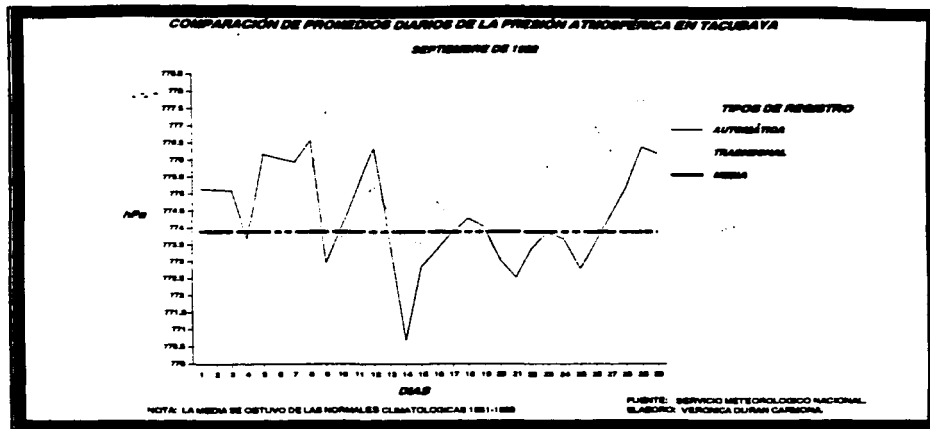


Gráfico no. 7.27

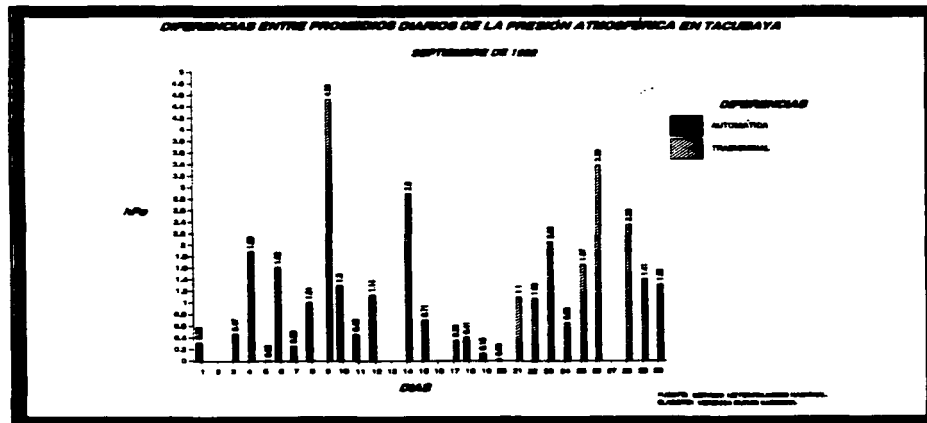


Gráfico no. 7.28

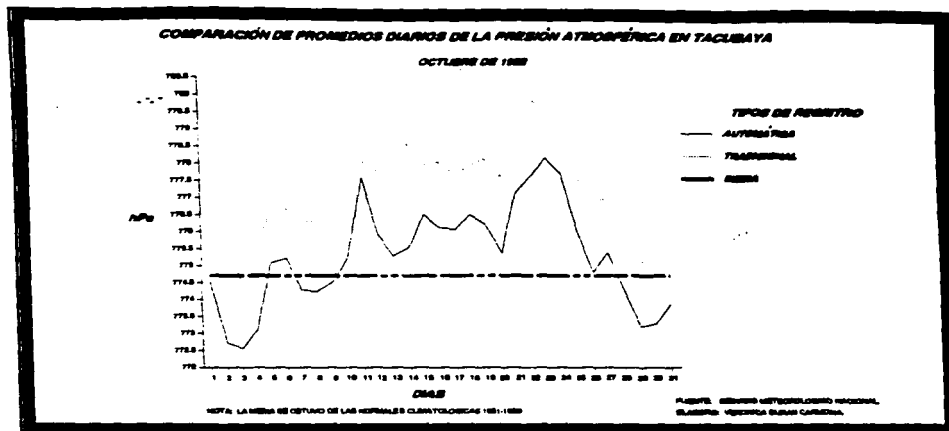


Gráfico no. 7.29

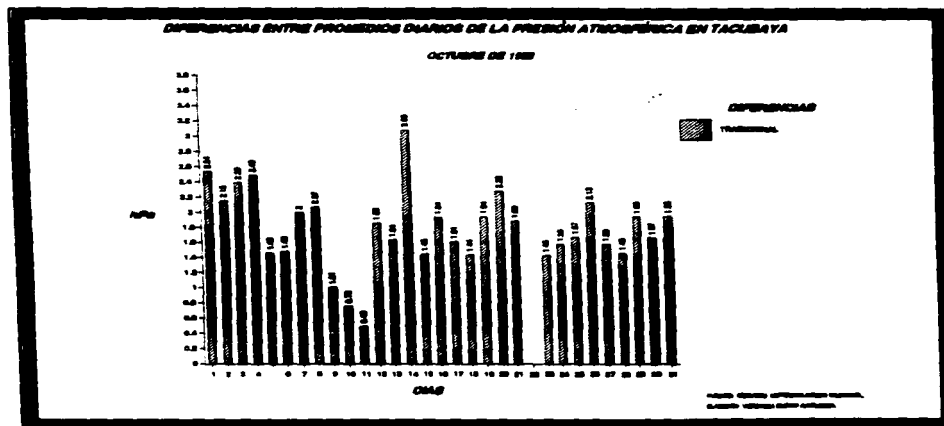


Gráfico no. 7.30

En el mes de septiembre de 1992, y durante algunos días, las diferencias de registro de la presión de ambas estaciones de observación, resultaron mayores a 0.5 hPa o sea más de 2 milibares.

En los otros días, se presenta mayor irregularidad en las diferencias, puesto que por ejemplo, el día 14 la estación automática ofrece registros muy por debajo de la otra. Asimismo, y en ciertos días, la tradicional, da los valores más elevados, con diferencias que van de 0.02 hPa a 1.53 hPa, como aconteció el día 5.

Cabe advertir, que los valores de ambas estaciones, están por arriba de la media mensual. (ver gráficas 7.27 y 7.28).

Durante el mes de octubre, y en algunos días, las diferencias entre ambos medios de registro, van de décimas de hectopascales hasta los 3 hPa. La presión atmosférica que registra el barómetro tradicional es mayor que la registrada por el sensor de la estación automática. Solo el día 11 ambos valores presentan similitud.

Se puede ver también, como la mayoría de los registros de ambas estaciones se tienen por arriba de la media mensual. (ver gráficas 7.29 y 7.30).

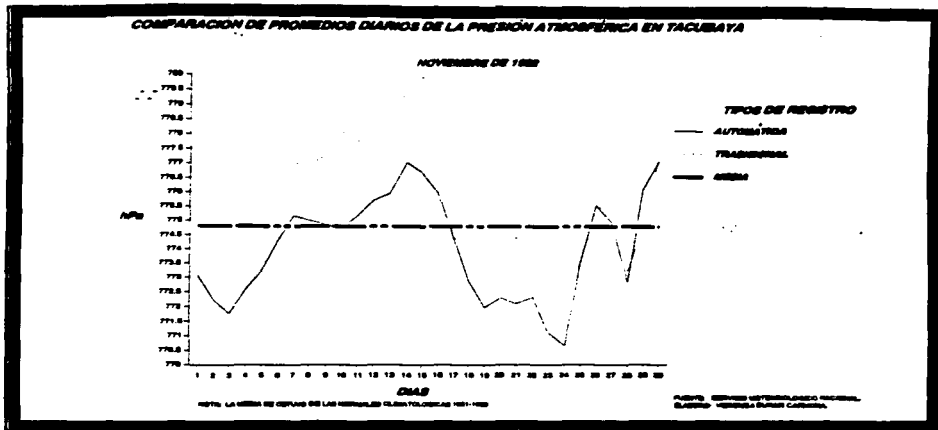


Gráfico no. 7.31

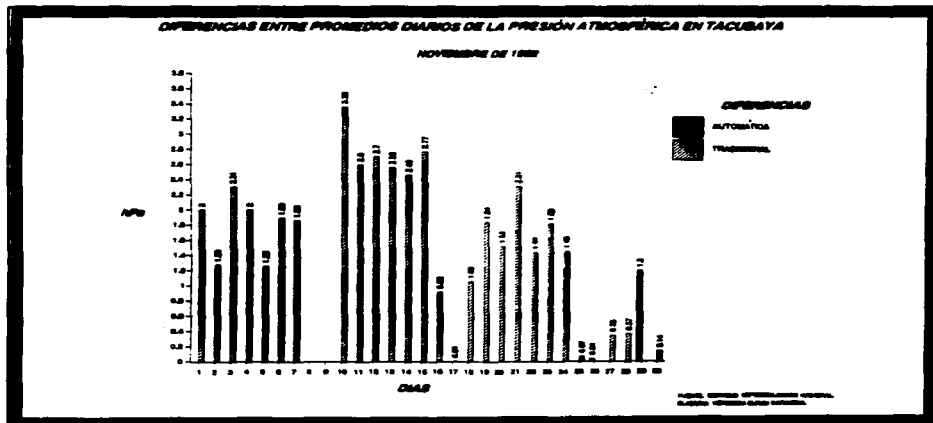


Gráfico no. 7.32

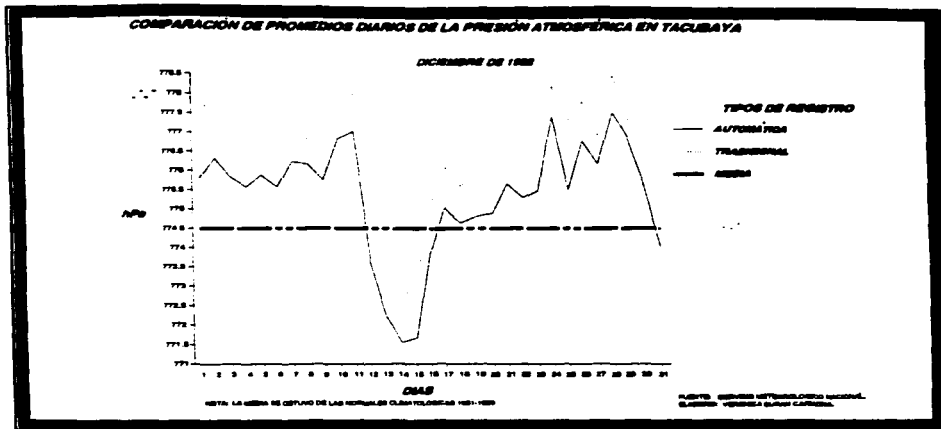


Gráfico no. 7.33

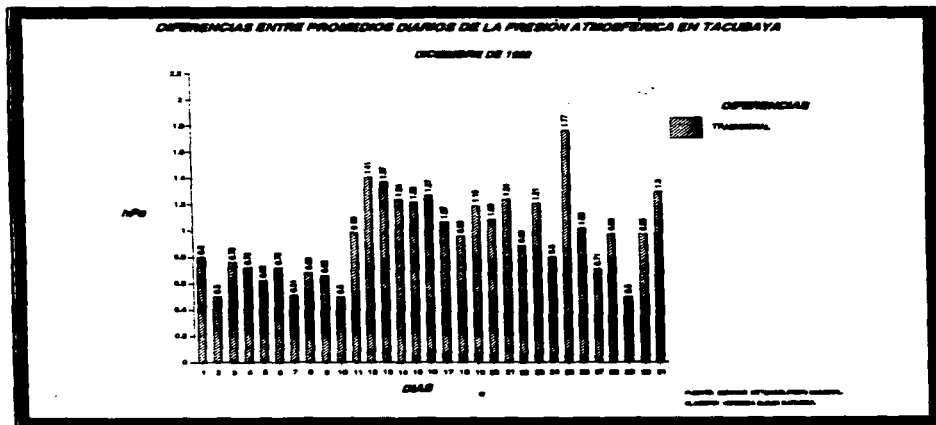


Gráfico no. 7.34

En el mes de noviembre de 1992, se detectan diferencias desde 0.01 hPa a 3.36 hectopascales y las menores diferencias se presentan los días 17, 25, 26 y 30 del mes, mientras que en la mayor parte del mismo, los valores tradicionales fueron superiores a los datos automáticos; el día 29 la estación automática supera al registro tradicional con una diferencia de 1.2 hectopascales.

Entre la información que se presenta existe un porcentaje del 50 %, aproximadamente, que tiene datos inferiores a la media mensual y, asimismo, en el restante 50%, resulta lo contrario, ya que la superan. (ver gráficas 7.31 y 7.32).

En diciembre, la información meteorológica tradicional ofrece valores superiores a los que precisa la de índole automatizado, con diferencias que van de los 0.5 hPa al más alto valor que es de 1.77 hectopascales, el cual se tiene del día 25.

La mayor parte del mes los valores se conservan por arriba de la media mensual, únicamente de los días 12 al 16 se detectan inferiores a la misma. (ver gráficas 7.33 y 7.34).

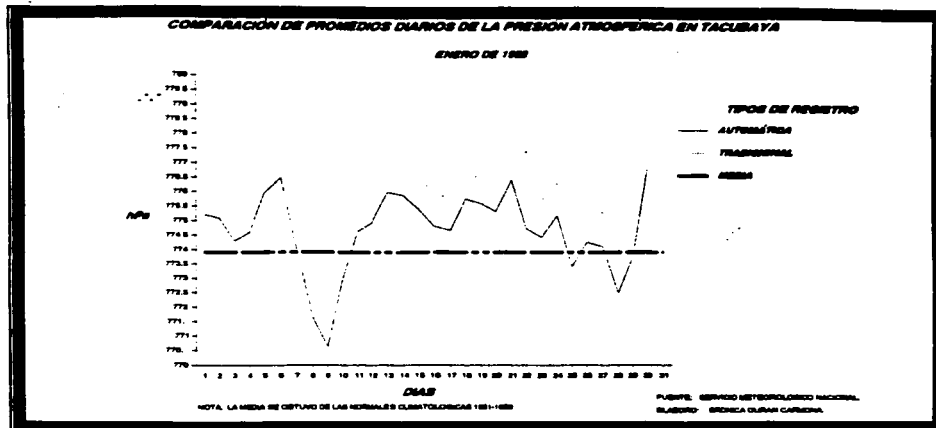


Gráfico no. 33

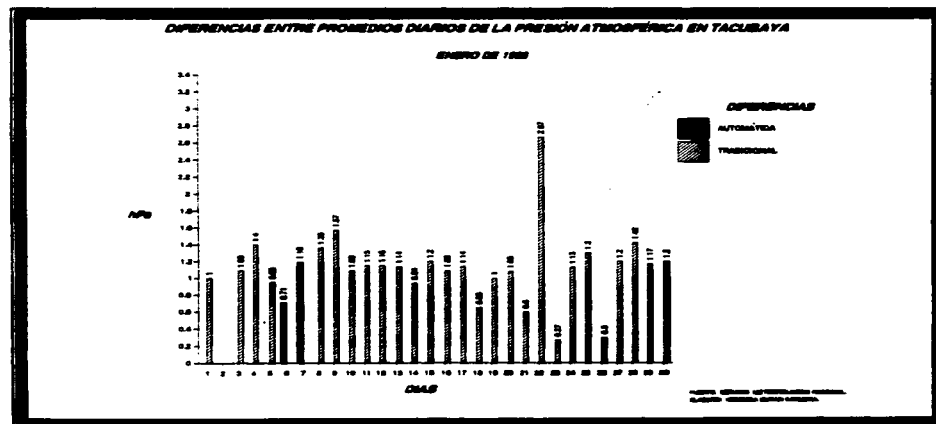


Gráfico no. 7.36

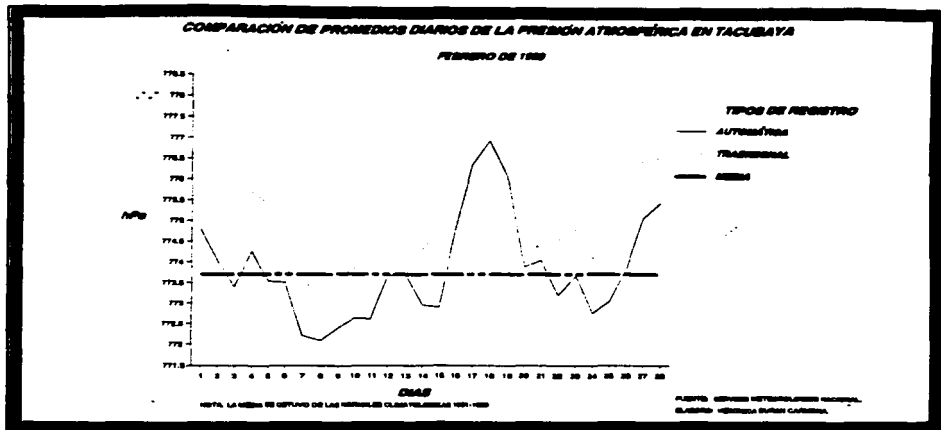


Gráfico no. 7.37

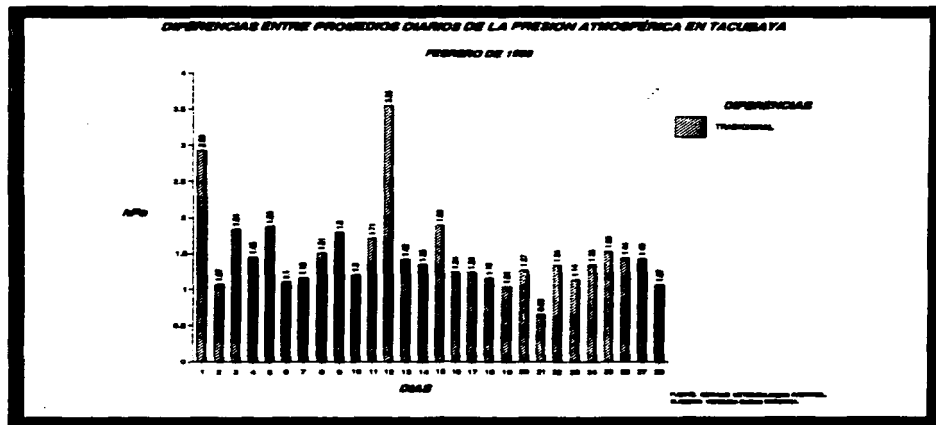


Gráfico no. 38

En el mes de enero de 1993, las diferencias que se detectaron entre ambos medios de información, van de 0.27 hPa a 2.57, correspondiendo éste último al día 22. La mayor parte de los registros se dan por arriba de la media mensual. Asimismo, los datos tradicionales son superiores a los automáticos. Durante el mes, se observa que la media entre las diferencias es de un hectopascal. (ver gráficas 7.35 y 7.36).

En mes de febrero de 1993, se advierte que la presión atmosférica de la estación tradicional es superior a la que ofrece la estación automática, y conservan diferencias entre sí mayores a un hectopascal, e inclusive el día 12 se da una de 3.55 hPa. Los valores en general son superiores a las media mensual, sin embargo, en algunos días la presión atmosférica de ambos medios resulta inferior a la media, como por ejemplo los días 7, 8, 9 y 10, entre otros. (ver gráficas 7.37 y 7.38).

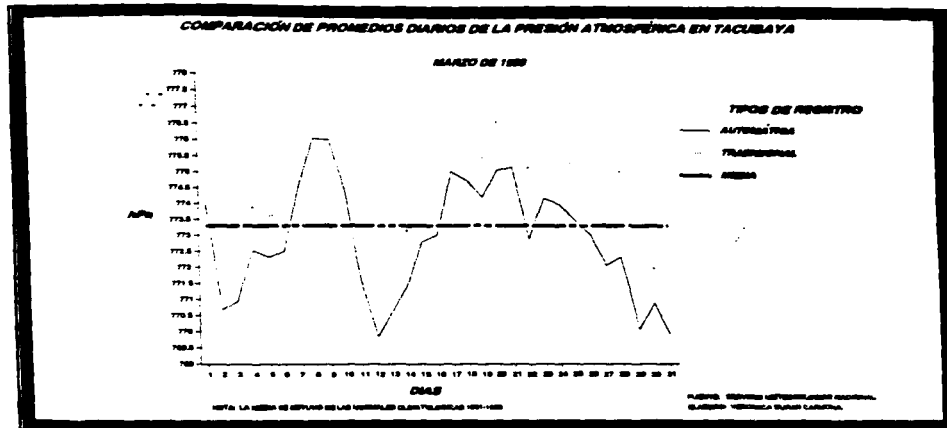


Gráfico no. 7.39

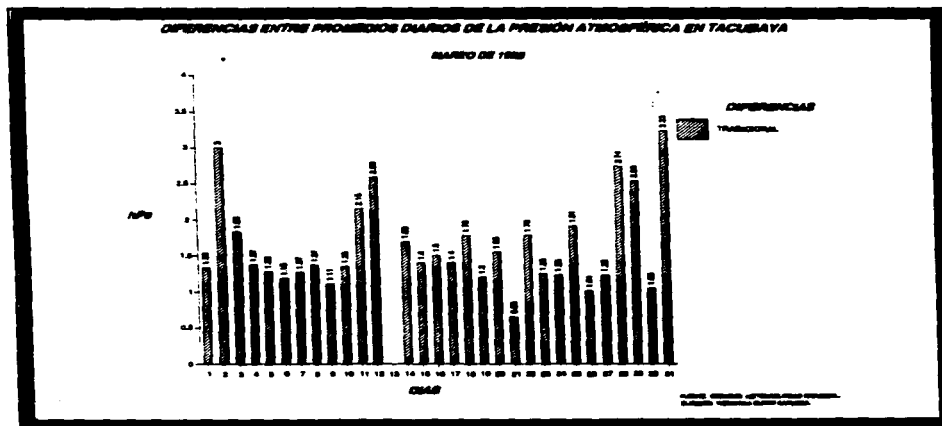


Gráfico no. 7.40

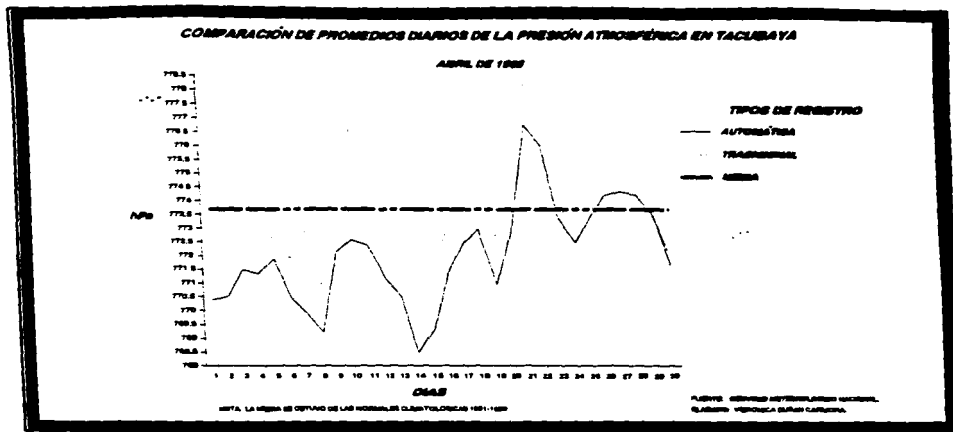


Gráfico no. 7.41

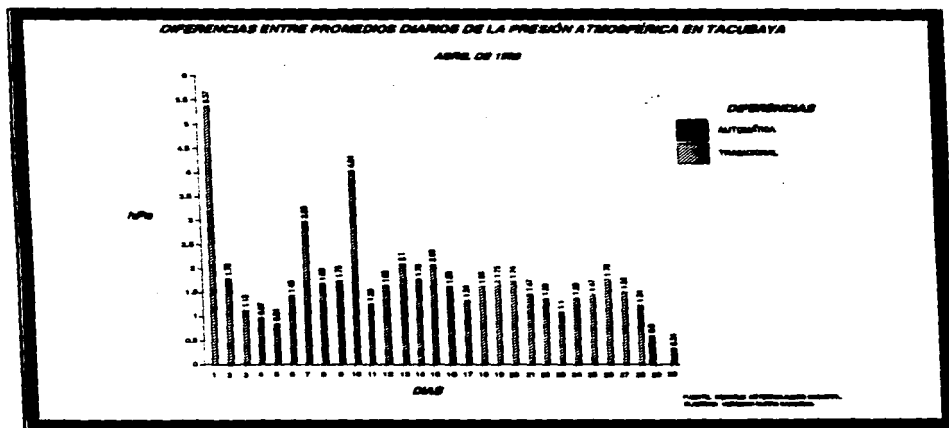


Gráfico no. 7.42

Durante el mes de marzo, casi todos los valores mantienen diferencias mayores a un hectopascal, y solo el día 21, se tiene una diferencia entre ambos valores de, 0.55 hectopascales; se observa también una diferencia mucho más notable y que corresponde a 3.23 hectopascales, la cual se relaciona con el día 31. Pocos son los días en que los valores de las diferencias sobrepasan a un hectopascal.

Casi todos los registros se concentran por arriba de la media mensual, aunque algunos valores no dejan de estar por abajo de la media. (ver gráficas 7.39 y 7.40).

En el mes de abril, se observan diferencias que van de los 0.34 hPa hasta 4.04 hectopascales. La máxima diferencia se manifiesta el día 10 con 4.04 hectopascales. En este mes, la información meteorológica de ambos medios de registro se tiene por debajo de la media mensual, solo en algunos días se advierte por abajo del valor de ésta.

Como se observa el día 29, el dato de la estación tradicional es inferior al automático, lo cual significa que la diferencia existente se debe a la estación tradicional, y es de 0.5 hectopascales. (ver gráficas 7.41 y 7.42).

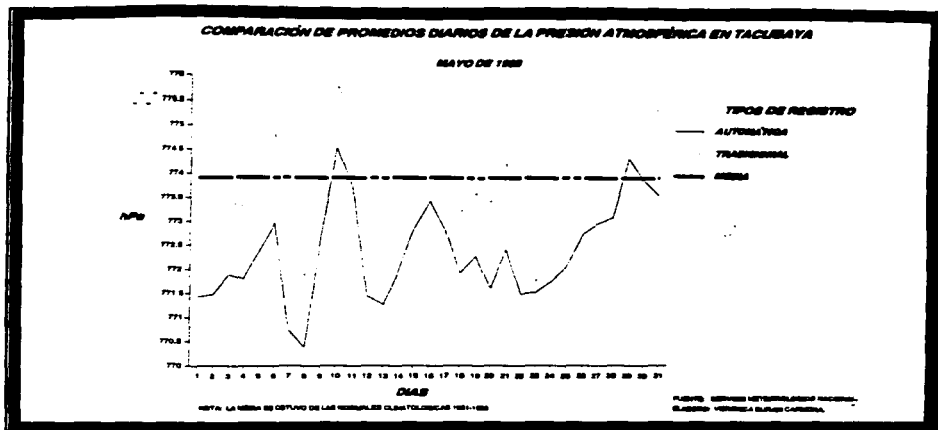


Gráfico no. 7.43

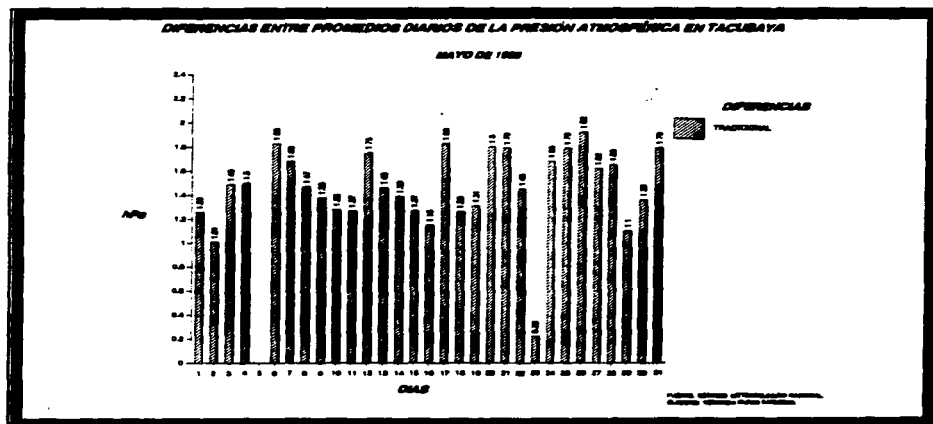


Gráfico no. 7.44

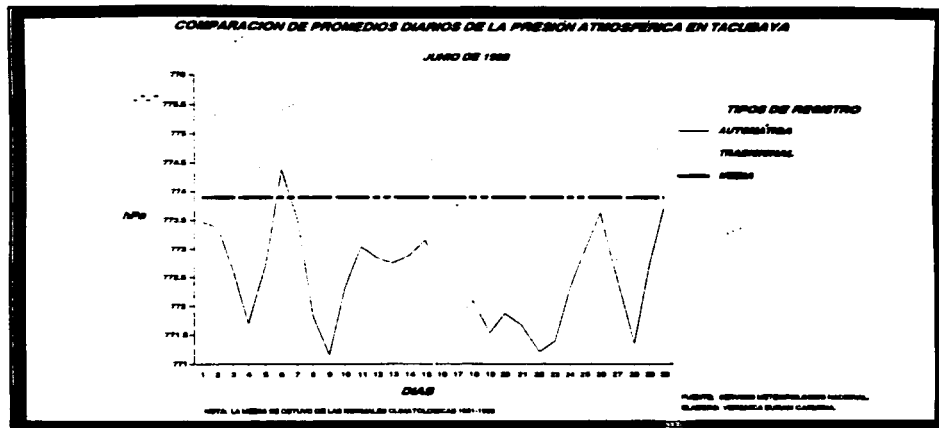


Gráfico no. 7.45

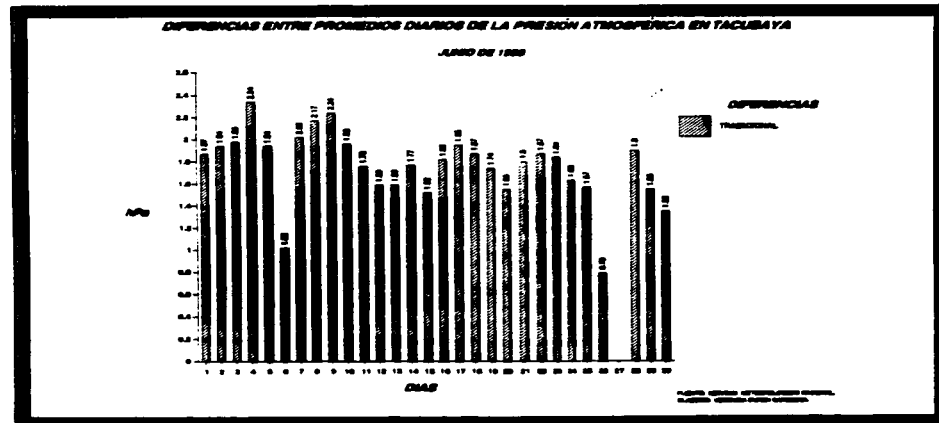


Gráfico no. 7.46

En el mes de mayo de 1993, ambos medios de observación conservan valores inferiores a la media mensual, y únicamente en algunos días el valor es superior a ésta. Las diferencias que se advierten van de los 0.22 hectopascales hasta 1.92 hPa. En este mes la diferencia es en su mayor parte superior a un hectopascal. Los datos de la estación tradicional son superiores a los de la estación automática. (ver gráficas 7.43 y 7.44).

En este mes de junio de 1993, las diferencias oscilan entre los 0.79 hectopascales a los 2.34 hPa. Las discrepancias que más sobresalen son las superiores a un hectopascal. Los datos de la estación tradicional continúan siendo más altos que los registros automáticos.

En junio se ve como los valores de la estación tradicional son superiores a la media mensual, mientras que los datos automáticos son inferiores a ésta. (ver gráficas 7.45 y 7.46).

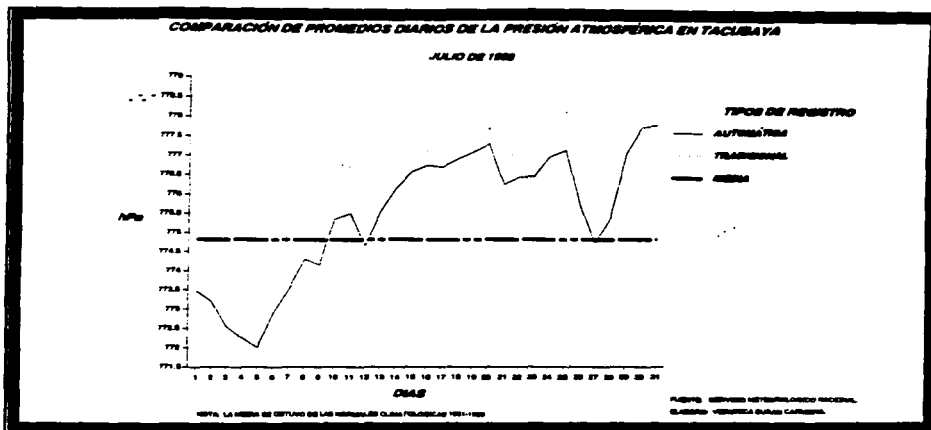


Gráfico no. 7.47

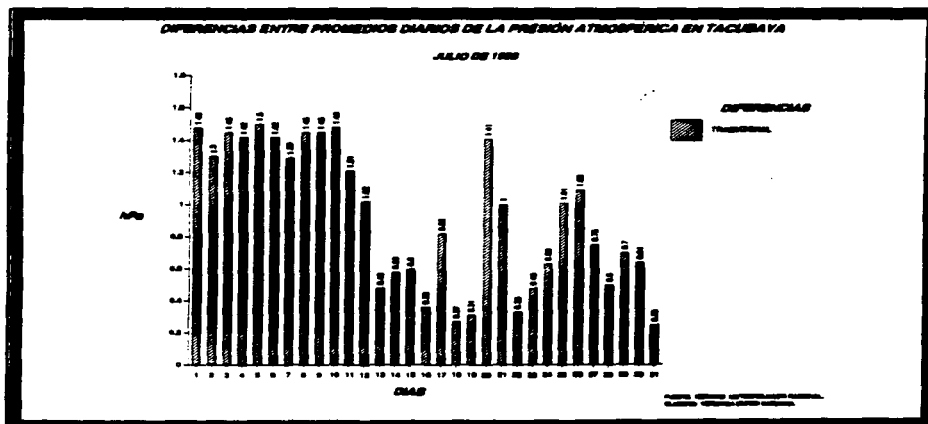


Gráfico no. 7.48

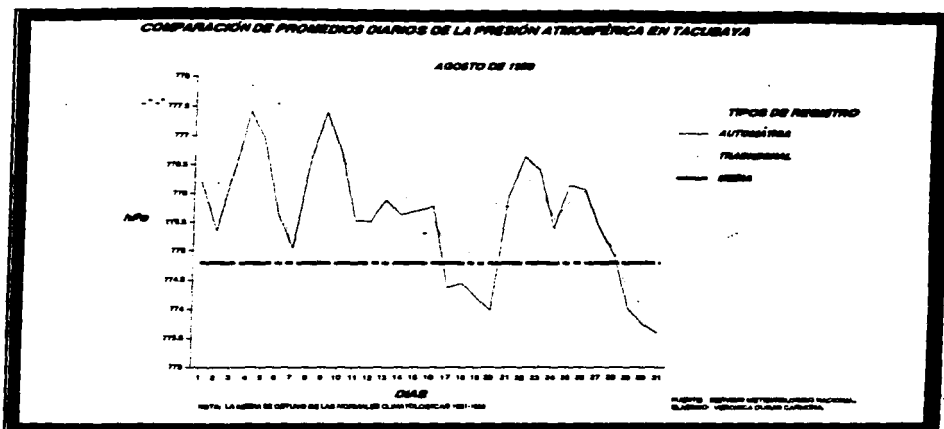


Gráfico no. 7.49

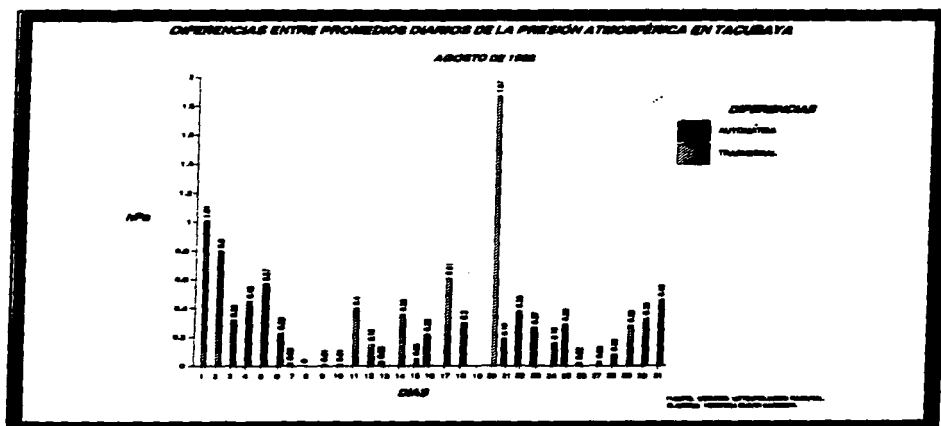


Gráfico no. 7.50

Durante el mes de julio de 1993, se observan diferencias de 0.25 a 1.48 hectopascales entre ambos registros. Los valores tradicionales son superiores a los registros automáticos.

Este mes presenta 14 días con diferencias menores a un hectopascal, mientras que los registros restantes tienen más de un hectopascal de diferencia.

En la gráfica 7.47, se detecta que ambos valores están por arriba de la media mensual, solo los primeros días del mes mantienen valores por debajo de ella. (ver gráficas 7.47 y 7.48).

En el mes de agosto de 1993, los valores que registraron ambos medios de observación conservan diferencias en su mayor parte menores a un hectopascal, únicamente dos días tienen diferencias mayores a un hectopascal. Por otra parte los valores de ambas estaciones se encuentran por arriba de la media mensual, y solo algunos valores se conservan por debajo de la media. También se detecta que algunos días los valores de la estación meteorológica automática son mayores a los tradicionales, como se ve el 15, 21, 22, 23 y 25. (ver gráficas 7.49 y 7.50).

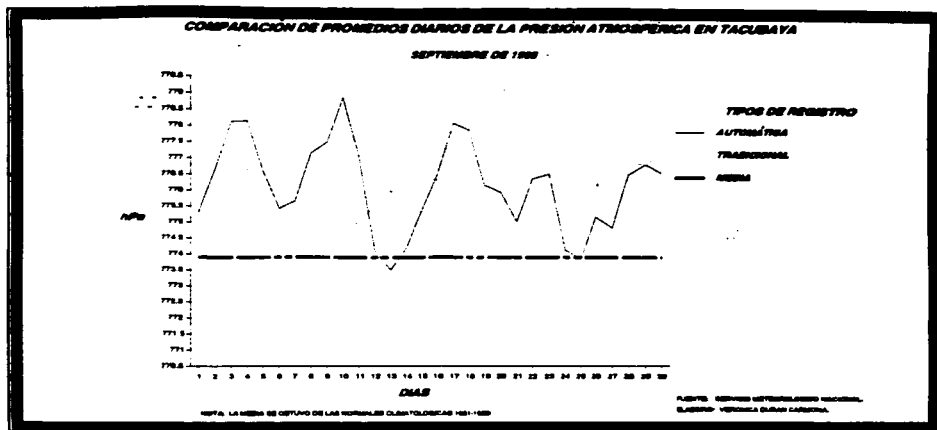


Gráfico no. 7.51

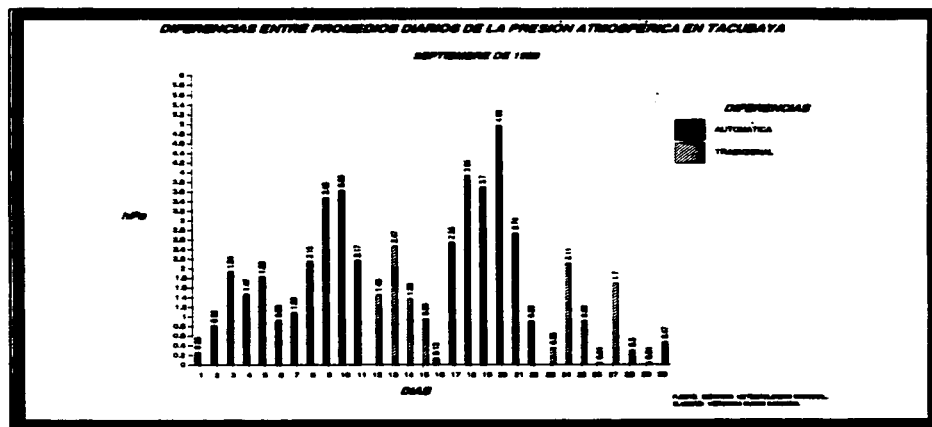


Gráfico no. 7.52

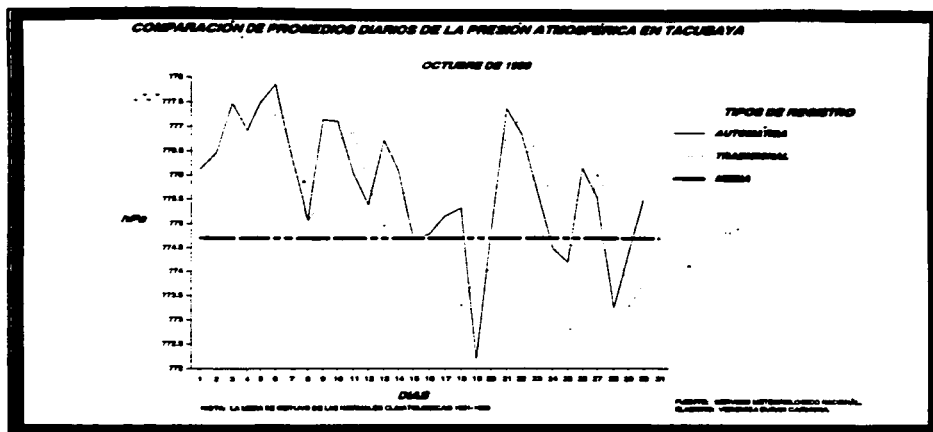


Gráfico no. 7.53

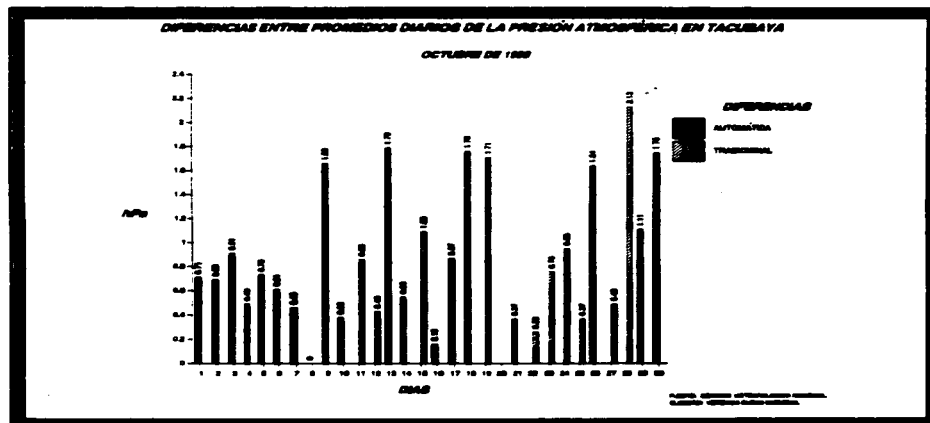


Gráfico no. 7.54

Durante el mes de septiembre de 1993, la mayor parte de la información meteorológica se detecta por arriba de la media mensual; por parte de la estación tradicional algunos registros son inferiores a la media, como los del día 19. También en este mes, dominan los registros de la estación meteorológica automática, en cuanto que son superiores a los tradicionales, como se ve en la gráfica número 26. En relación a las diferencias, estas van de 0.04, la mínima, del día 29, y una máxima de 4.98 hectopascales, del día 20. (ver gráficas 7.51 y 7.52).

En octubre, sucede un caso muy particular, pues los registros varían mucho por lo que se relaciona con el comportamiento normal de la presión atmosférica, es decir, los valores de la estación meteorológica en algunos días son mayores que los tradicionales, y otros inferiores, como se ve en la gráfica de diferencias. En cuanto a la discrepancia entre los dos medios de observación, estos casi son nulas, pues de hecho hay igualdad el día 8, y va de 0 hasta 2.13 hectopascales, valor que corresponde al día 28.

La mayor parte de la información meteorológica es superior a la media mensual. Únicamente los días 18 y 19, presentan valores por abajo de la media. (ver gráficas 7.53 y 7.54).

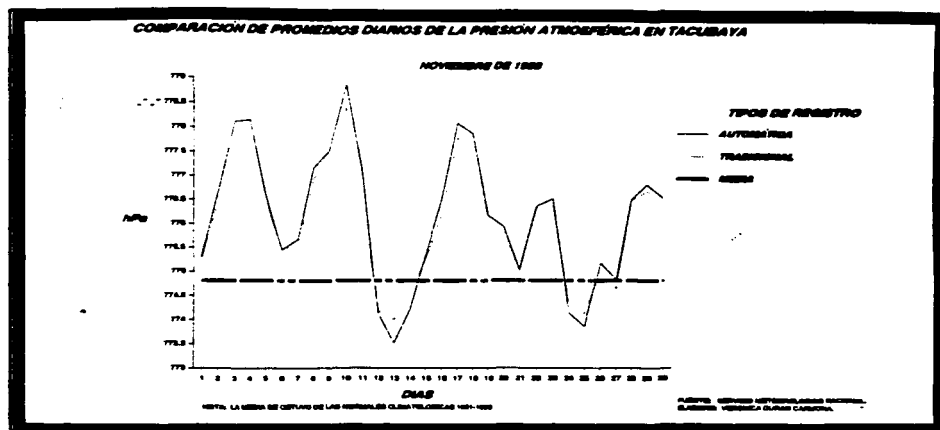


Gráfico no. 7.55

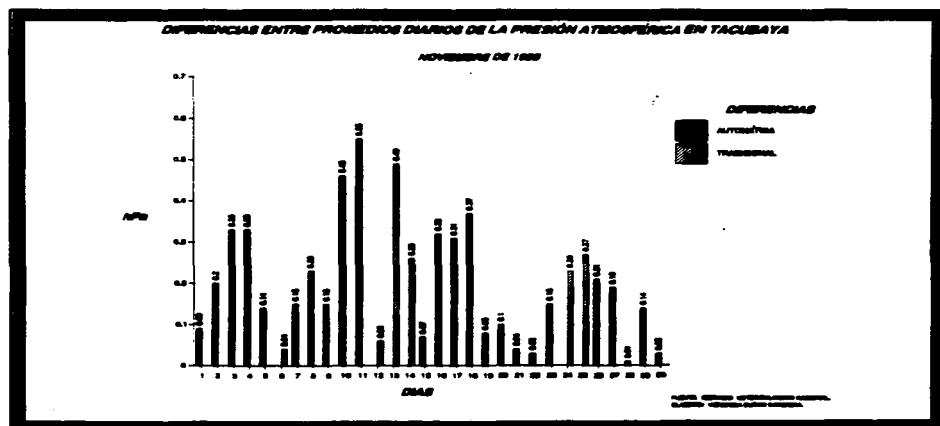


Gráfico no. 7.56

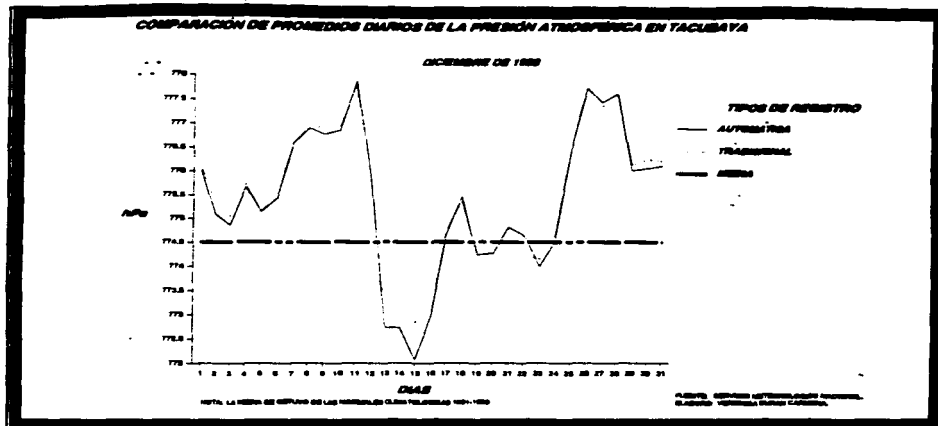


Gráfico no. 7.57

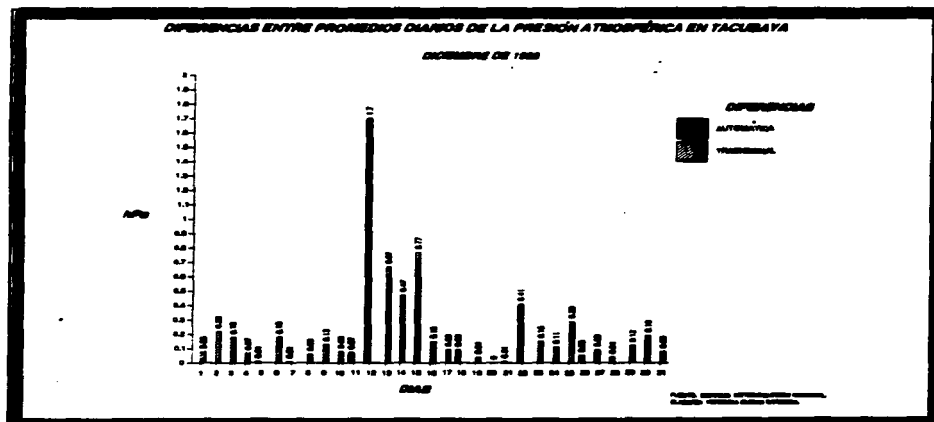


Gráfico no. 7.58

En el mes de noviembre de 1993, los valores que ofrece la estación meteorológica automática son superiores a los tradicionales, ambos registros en su mayor parte son superiores a la media mensual. En cuanto a las diferencias éstas son pequeñas en comparación a las que se han presentado en los meses anteriores, pues van de 0.01 hPa a una máxima de 0.55 hectopascales, el día 11. En ambas gráficas se puede observar que existe una mayor similitud entre los medios de observación. (ver gráficas 7.55 y 7.56).

Durante diciembre de 1993, se conserva la similitud del mes anterior entre ambos registros. Se detecta que los valores tradicionales son más altos que los que indica la estación automática. Sin embargo, el día 12 el registro automático es 1.7 hectopascales mayor que el dato tradicional. (ver gráficas 7.57 y 7.58).

Los registros de ambas estaciones se encuentran por arriba de la media mensual, en cuanto a las diferencias, estas oscilan desde los 0 hectopascales, que es cuando hay igualdad, como la del día 20, hasta 1.7 hectopascales, correspondientes al día 12.

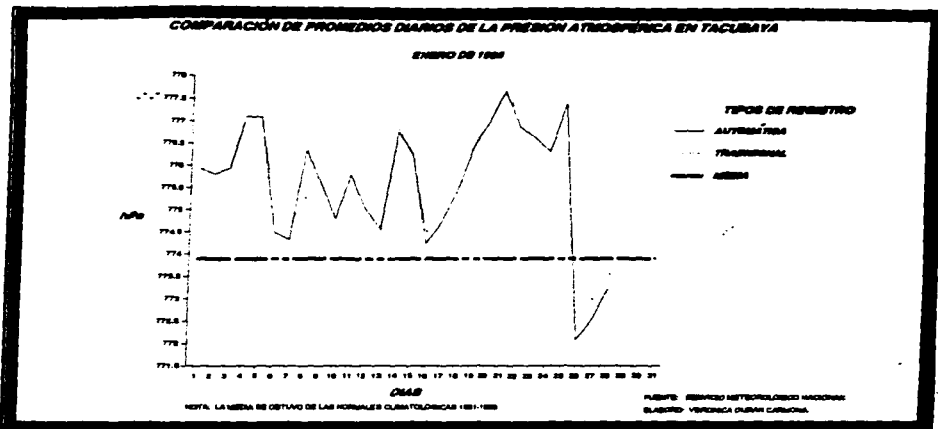


Gráfico no. 7.59

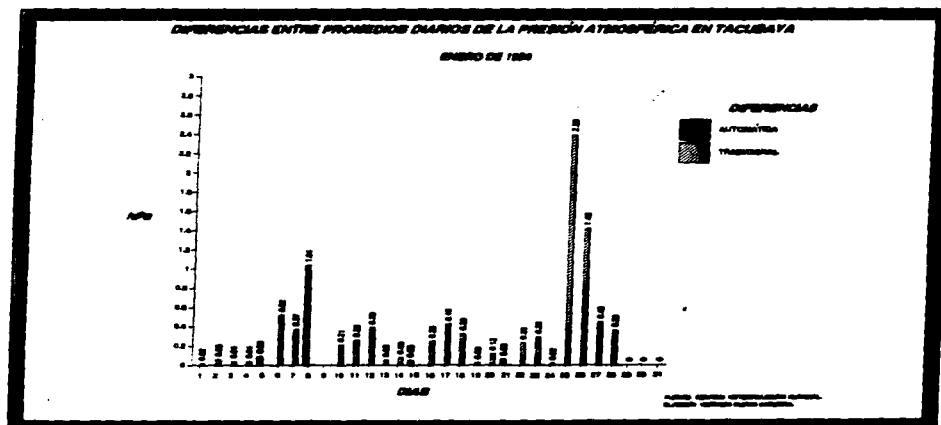


Gráfico no. 7.60

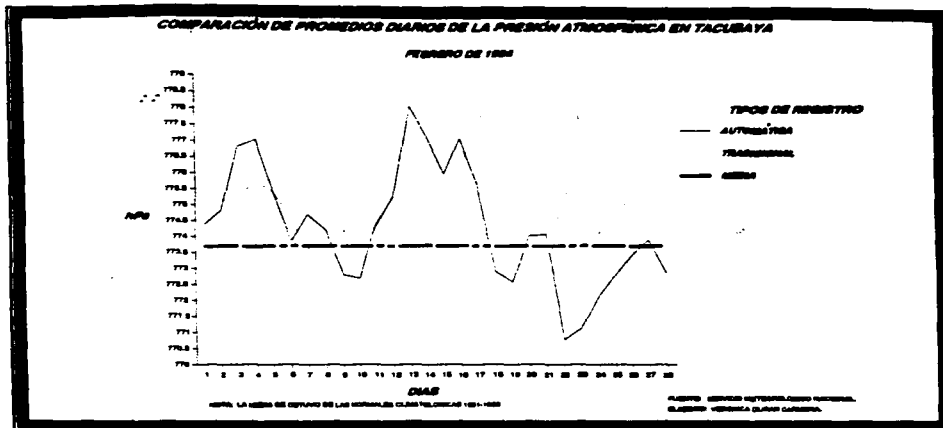


Gráfico no. 7.61

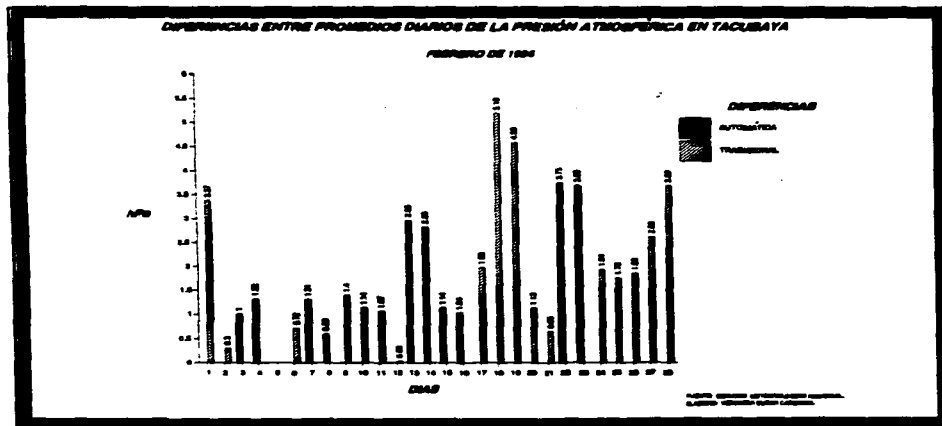


Gráfico no. 7.62

Al inicio de 1994, en el mes de enero, se detecta que los valores tradicionales son ligeramente superiores a los automáticos, a excepción de cuatro días, donde el registro automático supera al dato tradicional. Así también, se observa como ambos medios de observación ofrecen datos que están por arriba de la media mensual.

En cuanto a las diferencias, estas van de mínima de 0.02 hasta 2.39 hectopascales, y en relación a los ceros días se presentan al final del mes, estos se refieren a la falta de información de parte de la estación automática. (ver gráficas 7.59 y 7.60).

Durante el mes de febrero de 1994, se vuelve a manifestar un comportamiento no muy común entre los registros, pues algunas veces los valores tradicionales son más grandes que los automáticos y en otras ocasiones se invierte el caso.

La mayor parte de la información meteorológica es superior a la media mensual, sin embargo, los últimos días del mes, se advierte que la estación automática da registros por abajo de la media mensual.

Las diferencias son altas, pues van de 0.03 hPa a 5.19 hectopascales, dato del día 18. (ver gráficas 7.61 y 7.62).

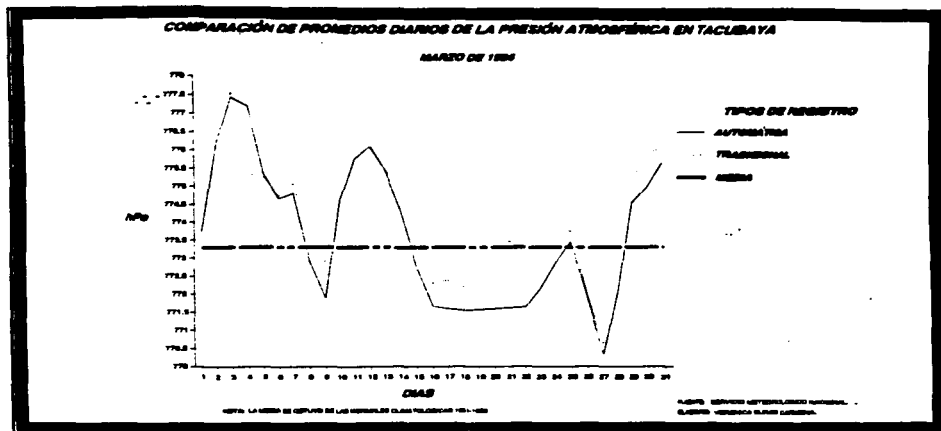


Gráfico no. 7.63

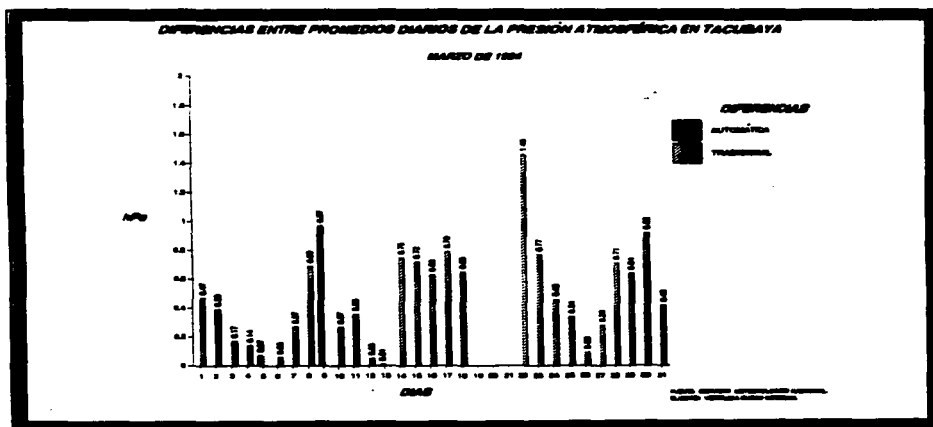


Gráfico no. 7.64

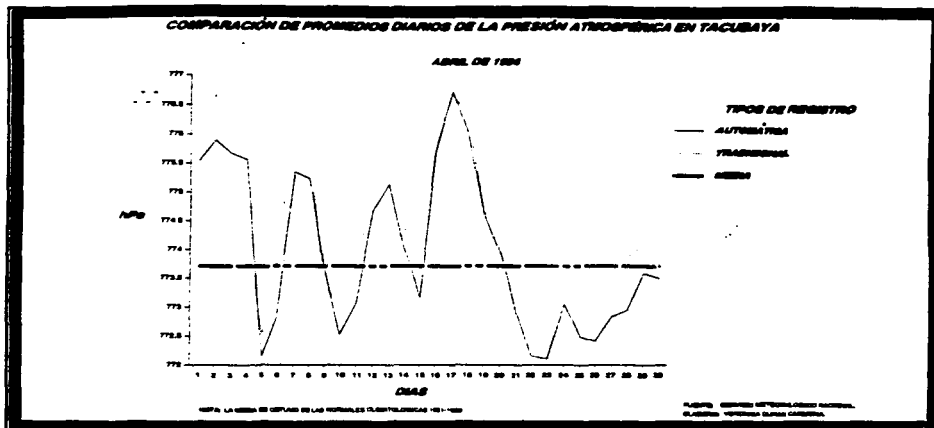


Gráfico no. 7.65

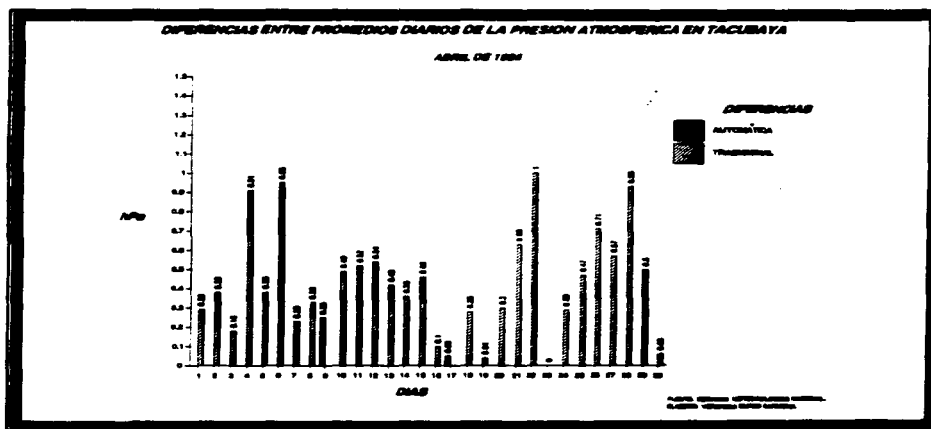


Gráfico no. 7.66

En el mes de marzo, los valores de la estación tradicional son superiores a los que registra la estación meteorológica automática; únicamente en dos días el dato automático supera al tradicional. Se observan algunos espacios en blanco lo cual significa que no fue posible la comparación porque no se contaba con alguno de los registros en este caso a la estación automática, y por lo tanto, no hay manera de comparar.

Las diferencias entre ambos medios de información, van de 0.01, el día 13, hasta una máxima de 1.45 hectopascales el día 22 del mes. (ver gráficas 7.63 y 7.64).

En abril, los registros tradicionales superan a los automáticos, hay mayor similitud, lo cual se observa en la gráfica de diferencias, y estas son pequeñas o menores a un hectopascal; únicamente el día 23 se puede detectar que hay igualdad entre ambos medios de observación.

En cuanto a la media mensual, los valores que más se alejan son los tradicionales, y son superiores a la media; cuando los automáticos se separan, entonces sucede que son inferiores a la media. (ver gráficas 7.65 y 7.66).

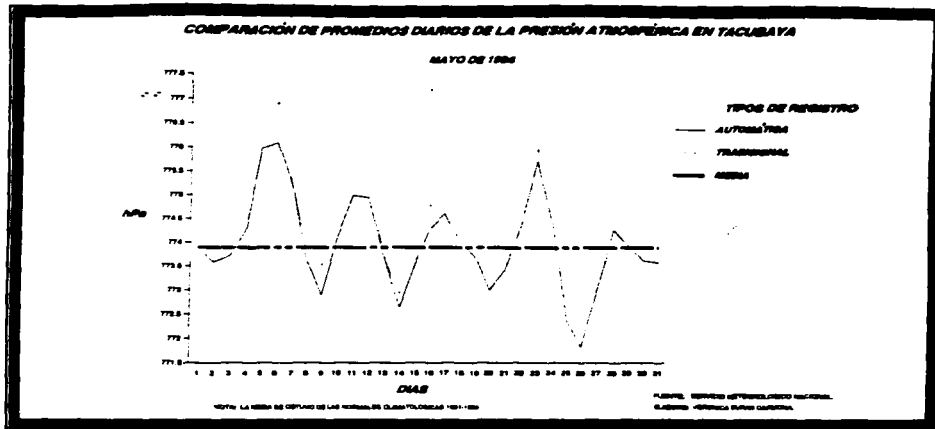


Gráfico no. 7.67

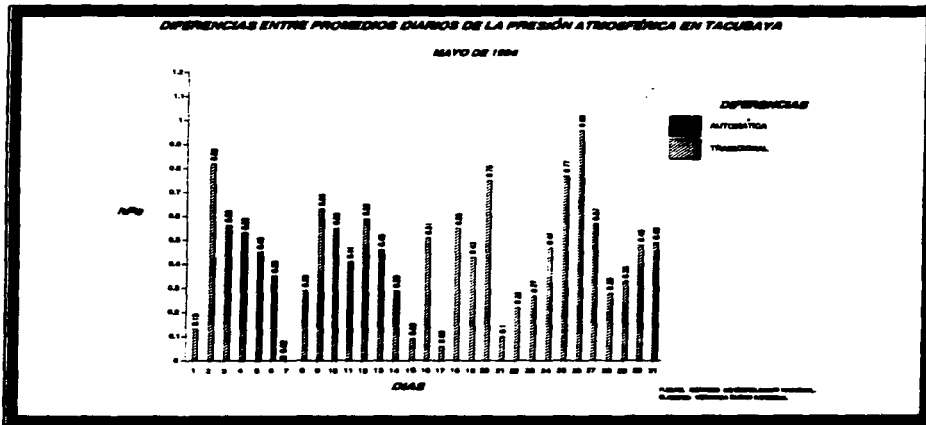


Gráfico no. 7.68

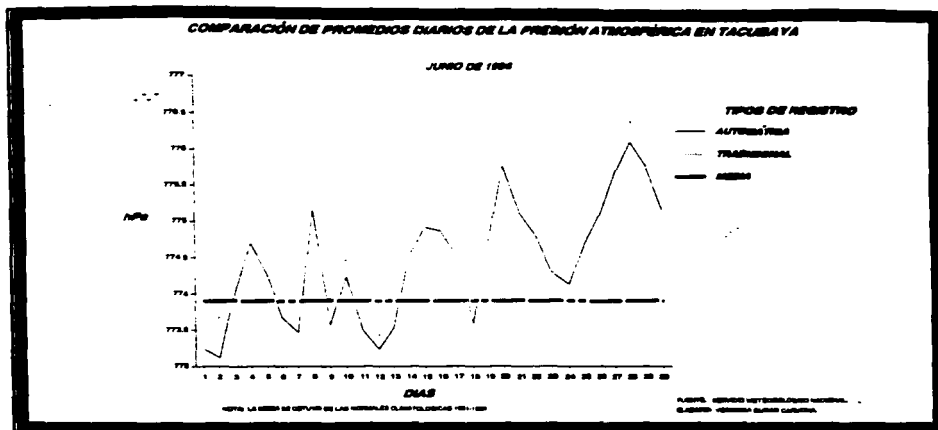


Gráfico no. 7.69

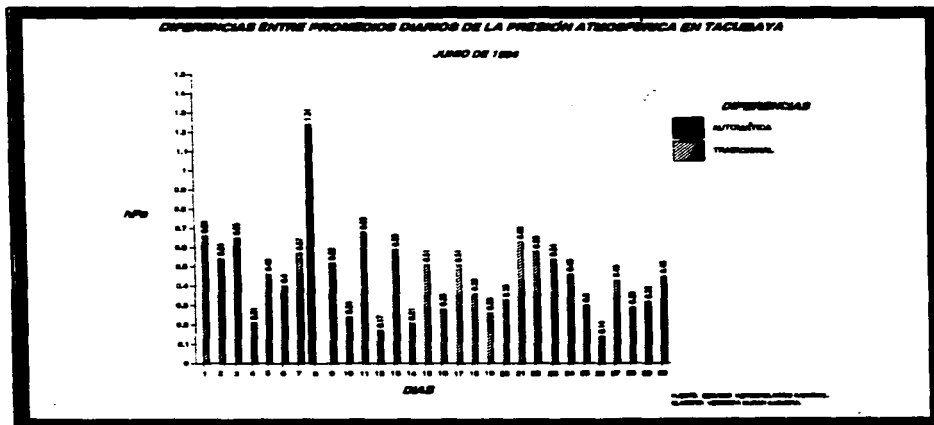


Gráfico no. 7.70

En el caso de los registros del mes de mayo, los tradicionales son superiores a los automáticos, solo el día 7 el registro automático es mayor al dato tradicional con una diferencia de 0.02. En relación a la media mensual, guardan similitud ambos registros, algunos días se tienen por arriba de ésta y otros por abajo.

Las diferencias son pequeñas pues no superan al hectopascal, y van de 0.02 hPa, a los 0.96 hectopascales. Lo anterior indica que hay mayor similitud entre ambos registros. (ver gráficas 7.67 y 7.68).

Durante el mes de junio de 1994, los registros tradicionales superan a los automáticos, pero con diferencias pequeñas que van de 0.14 hPa, del día 26, a los 1.24 hectopascales, del día 8. Solo este mismo día, el registro automático es mayor al dato tradicional. En cuanto a la media mensual, en los primeros días ambos valores se aproximan a esta, y los días siguientes son superiores a la misma. (ver gráficas 7.69 y 7.70).

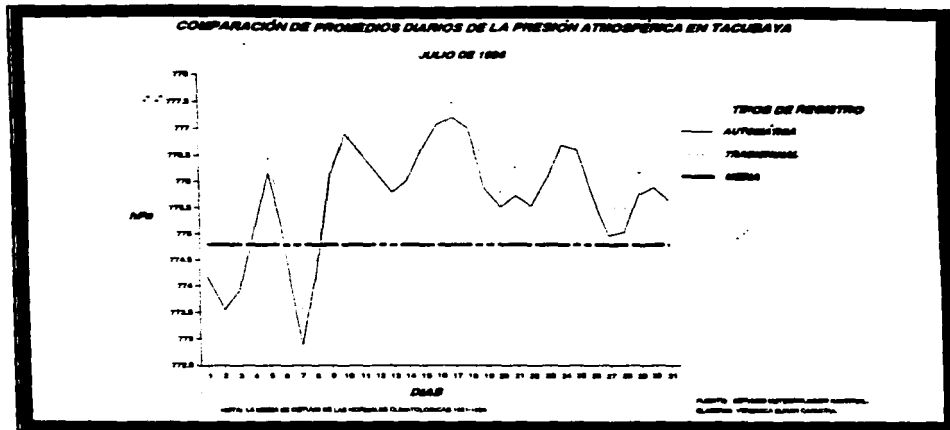


Gráfico no. 7.71

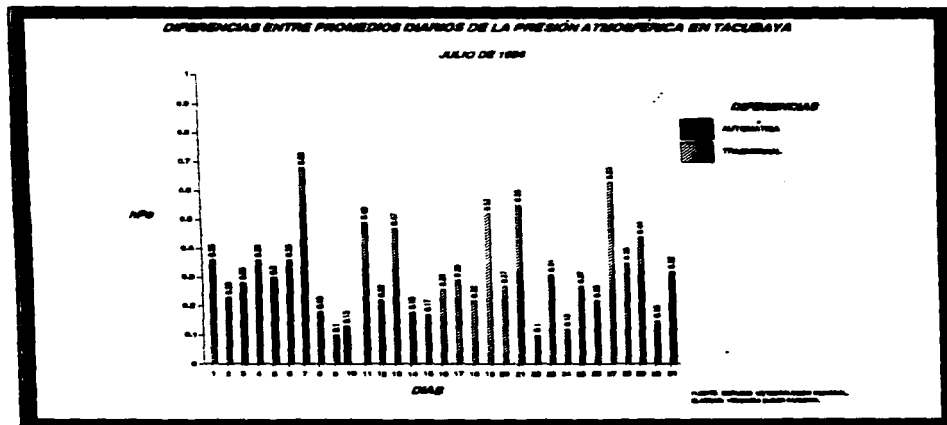


Gráfico no. 7.72

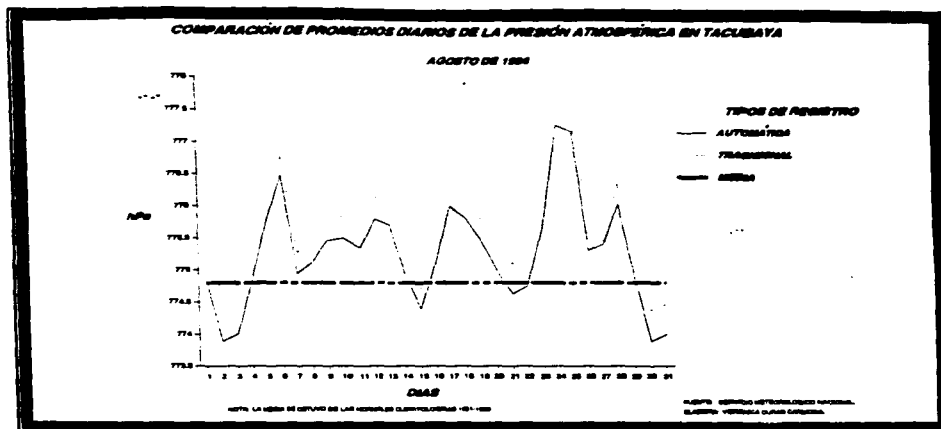


Gráfico no. 7.73

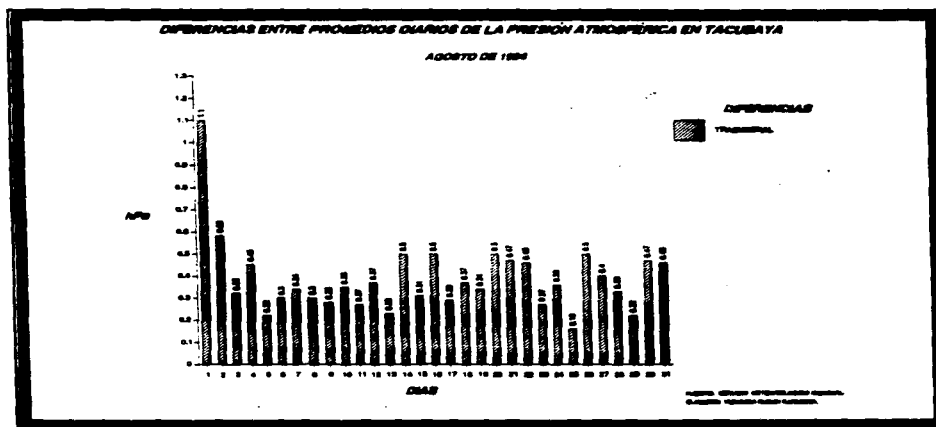


Gráfico no. 7.74

En el mes de julio de 1994, se puede detectar que los registros tradicionales en su mayor parte son superiores a los automáticos, las diferencias son pequeñas, pues van de 0.1 a los 0.68 hectopascuales, sólo un día el dato automático supera al tradicional con una diferencia de 0.13 hPa; casi todos los datos superan el valor de la media mensual, a excepción de los primeros días, donde aparecen por debajo de la media.

En el mes se mantiene una gran similitud entre ambos registros, ya que las diferencias entre sí son mínimas. (ver gráficas 7.71 y 7.72).

En agosto, todos los registros tradicionales son superiores a los automáticos, existe un alto porcentaje de semejanza entre los valores, pues entre ellos se conserva una diferencia pequeña que en ocasiones va de 0.16 hasta los 1.1 hectopascuales, como es el caso del día primero del mes.

La mayor parte de la información se advierte por encima de la media mensual. En pocas ocasiones los valores son menores a ésta. (ver gráficas 7.73 y 7.74).

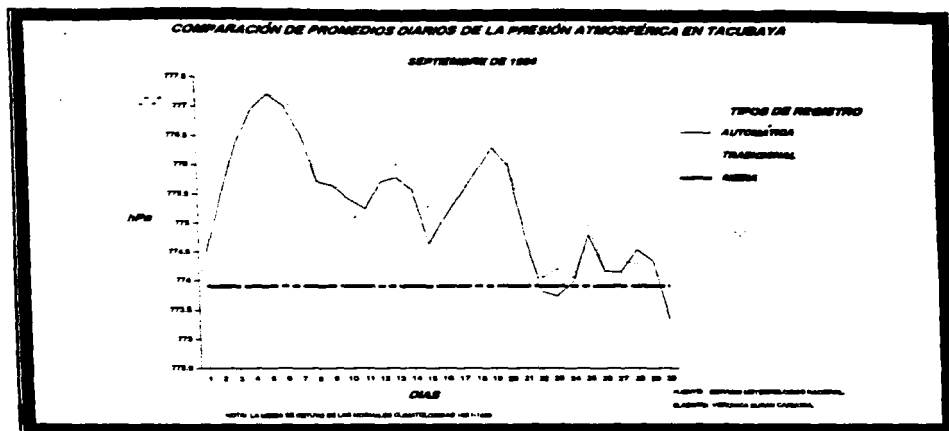


Gráfico no. 7.75

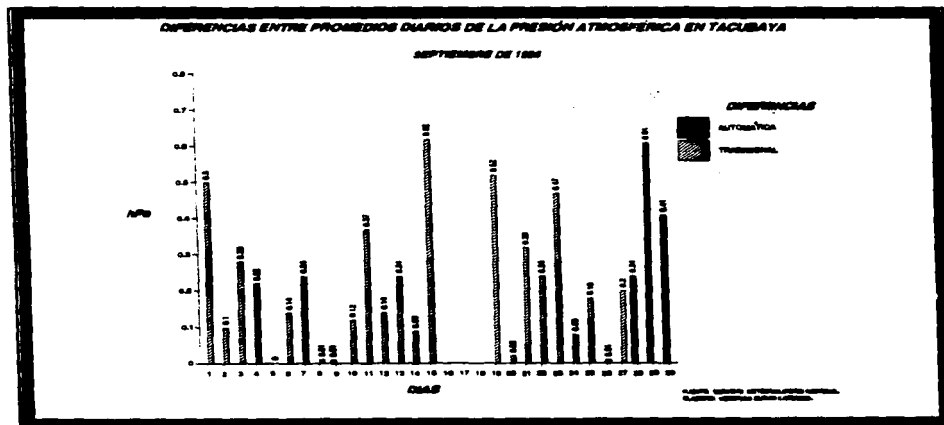


Gráfico no. 7.76

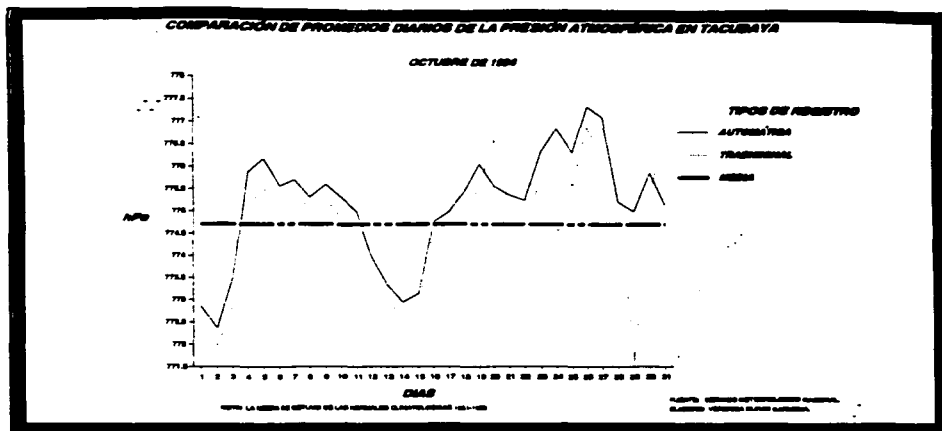


Gráfico no. 7.77

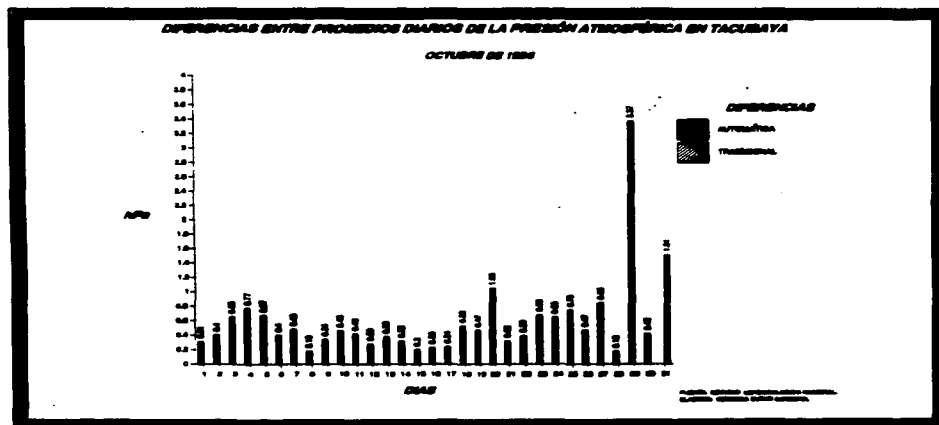


Gráfico no. 7.78

En cuanto al mes de septiembre, los valores tradicionales superan a los que registra la estación meteorológica automática; sólo los últimos días del mes, así como el día 9, los registros automáticos son más altos que los tradicionales. Entre ambos registros existen días con igualdad, como sucede el día 5, en el que van desde 0.01 hPa a los 0.62 hPa.

Con respecto a la media mensual, casi toda la información del mes es superior a la dicha media, con excepción de los últimos días. (ver gráficas 7.75 y 7.76).

En octubre, que corresponde al último mes de análisis, se advierte como los datos automáticos son superiores a los tradicionales, y solo el día 31, el valor tradicional supera al automático. Las diferencias van desde unas décimas de hectopascales hasta 3.37, dato del día 29. Existe una similitud aparente entre ambos registros pues las diferencias son pequeñas, sin embargo el comportamiento de la presión atmosférica en este último, no es muy buena, puesto que lo normal es que la presión sea menor que la tradicional.

En relación a la media, la mayor parte de la información se tiene por arriba de dicha media mensual. (ver gráficas 7.77 y 7.78).

7.4 Discusión de resultados

Al observar las diferencias entre ambos medios de observación, y en cada uno de los meses, son muchos los detalles que se perciben, pero los más importantes son:

a) En los dos años de observación, los registros tradicionales son superiores en su mayor parte a los valores que registra la estación meteorológica automática; esto se observa con mayor detalle en las gráficas de las diferencias, puesto que en ellas se puede ver el dato del registro más alto, y que corresponde a la estación no automatizada.

b) Pocos son los meses en que existe un día con ambos registros iguales, por lo regular las diferencias son mayores a 0.5 hectopascales.

c) En algunos meses los valores de la estación meteorológica automática son superiores a los tradicionales, un ejemplo de ello lo tenemos en el mes de octubre de 1994.

d) En cuanto a la diferencia que guardan con relación a la media mensual que se obtiene de las normales climatológicas, el comportamiento resulta muy irregular, es decir, hay ocasiones en que los valores del mes se alejan en forma considerable del valor mensual, y otras en que se ubican muy cerca, y también en los que encuentran los registros por arriba de dicha media, y en no pocas ocasiones por debajo de la misma.

e) Este tipo de gráficas es muy representativo, pues da claramente el valor de cada uno de los registros, y a su vez, las diferencias que son resultado de la comparación que se hace.

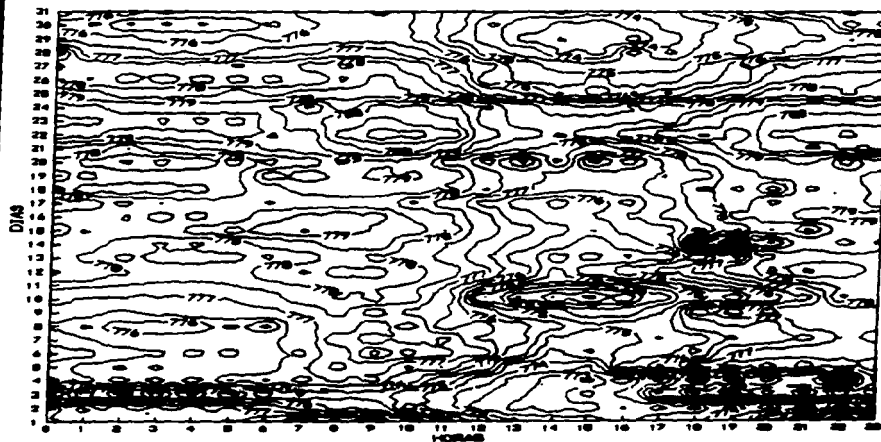
7.5 Distribuciones de presión atmosférica del mes de octubre

En este apartado la serie de gráficas que se representan y que están vinculadas al fenómeno atmosférico de la presión, ofrece una distribución que permite observar el comportamiento horario diario durante el mes de octubre, y que se ha registrado tanto por la estación tradicional como por la automática.

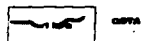
Lo anterior, da como resultado que se aprecie la etapa evolutiva relacionada con dicho fenómeno, y su distribución en un tiempo y un espacio, que a su vez contribuye a detectar algunas de las diferencias que se presentan en ambos medios de obtención de información meteorológica.

Está fuera de toda duda la posibilidad de realizar un análisis extenso de cada gráfica, es por ello que se deja al criterio de quienes tienen necesidad de manejar de diversa manera la información, de hacerlo o no; por lo tanto aquí solo se describe de manera concreta y sencilla lo que se consideró más relevante.

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA HORARIA-DIARIA
DE LA ESTACIÓN TRADICIONAL EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA
OCTUBRE DE 1992**



SIMBOLOGÍA



DIFERENCIA ENTRE DÍAS DE 1 MPa

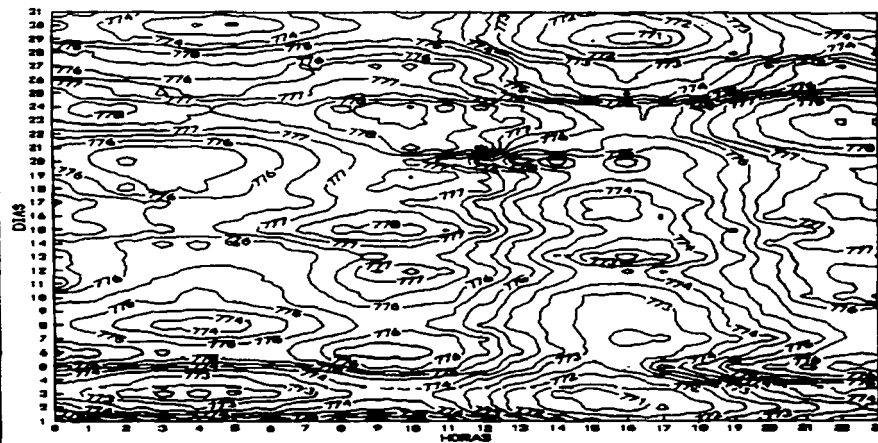
NOBARRA

ELABORO: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Gráfico no. 7.79

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA HORARIA-DIARIA
DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA**

OCTUBRE DE 1993



SIMBOLOGÍA



OTA



SOLIMETADIA ENTRE
OBSERVACIONES DE 1 hPa

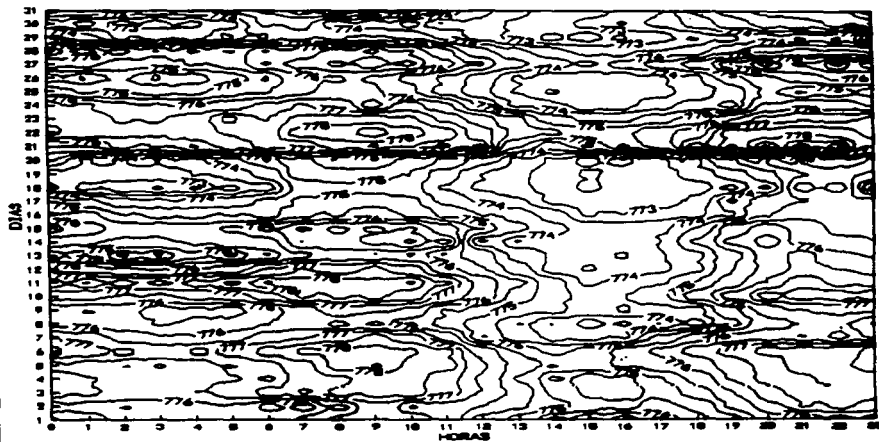


SERIES

ELABORO: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA HORARIA-DIARIA
DE LA ESTACIÓN TRADICIONAL EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA**

OCTUBRE DE 1993



SIMBOLOGÍA



COTA



ESQUEMAS DE
HORAS DE 1 hPa



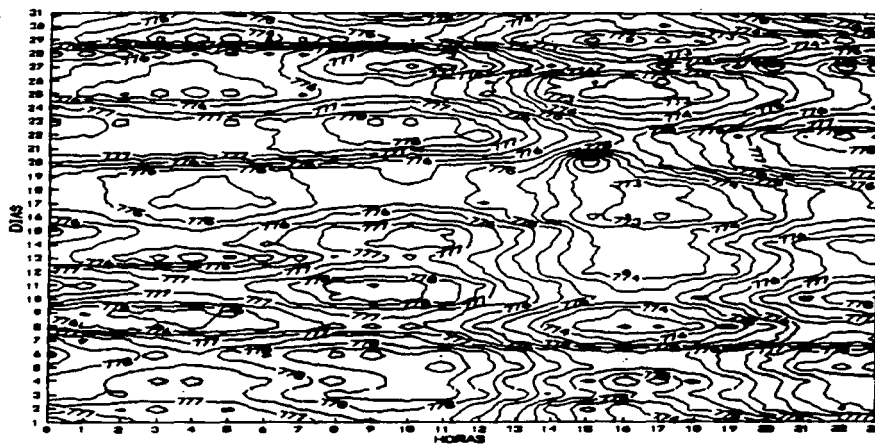
ISOBARA

ELABORO: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Gráficas no. 7.81

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA HORARIA-DIARIA
DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA**

OCTUBRE DE 1963



SIMBOLOGÍA



COTA



DELIMITACIÓN ENTRE
HORAS DE 1 hora



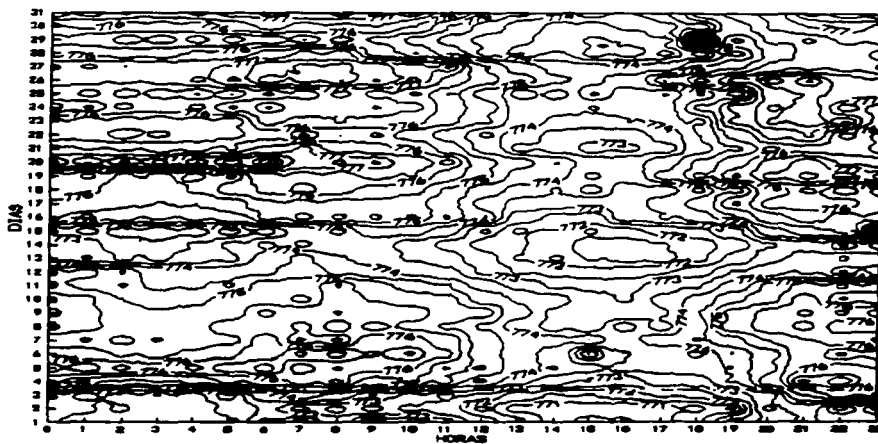
HORA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

Gráfico no. 7.82

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA HORARIA-DIARIA
DE LA ESTACIÓN TRADICIONAL EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA**

OCTUBRE DE 1994



SIMBOLOGÍA



CITY



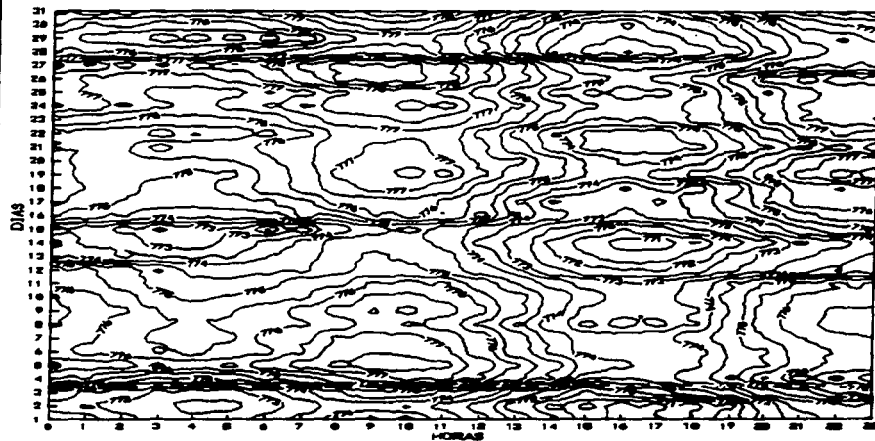
ESCALA DE 1 hPa



ISOBARA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA HORARIA-DIARIA
DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA EN EL OBSERVATORIO DE TACURAYA
OCTUBRE DE 1994**



SIMBOLOGÍA



OCTA



DESESTADIA ENTRE
ESPACIOS DE 1 hPa



SERENA

ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA

Gráficas 7.79 y 7.80.

Durante el mes de octubre de 1992, la distribución de la presión atmosférica en la estación tradicional se tiene de la siguiente manera:

Las presiones son altas en las primeras 7 horas del día, y tienen valores que oscilan entre 774 hectopascales y los 779; a partir de las 17:00 hrs. bajan a los 773 hPa.

Un aspecto importante es el que ocurre en algunos puntos que grafican la distribución, particularmente donde se aprecian áreas con isobaras muy próximas, que es donde se concentran las presiones que conservan una mayor continuidad en cuanto a su valor.

El valor más alto de presión del mes es de 780 hPa, y el mínimo de 773 hPa. El primer valor se da manifiesta entre las 20:00 y 21:00 hrs. del día 23 y el mínimo, en ciertos días entre las 13:00 y 16:00 hrs.

En cuanto a los registros consignados por la automática, en comparación con lo que ofrece la tradicional, señala presiones menores. Estas se distribuyen equitativamente durante el mes; en las primeras horas la presión de la estación es de 771 hPa, y llega a los 778 hPa el día 24. Se tiene un rango de diferencia de 9 hPa, entre la máxima la mínima, con una media que oscila entre 773 y 774 hPa, durante el mes.

Gráficas 7.81 y 7.82.

Durante octubre de 1993, la presión atmosférica de Tacubaya en la estación tradicional, se distribuye de acuerdo al comportamiento normal de este elemento. Es decir, cuando hay bajas temperaturas, como sucede en las primeras horas del día, la presión es mayor, y cuando se presenta un incremento en la temperatura, como se observa entre las 13:00 hrs. y las 18:00 hrs. Posteriormente vuelven a descender las temperaturas y por lo tanto se

manifiesta mayor presión.

La máxima presión del mes es de 780 hPa, que se da el día 20 y 21, aproximadamente, entre las 21:00 y 22:00 hrs. Durante todo el día 21 predominan las presiones altas, mientras que en el resto del mes no hay tal situación como se puede observar.

A partir del día 17 hasta el 31 del mes, se da la mínima presión, entre las 14:00 y 18:00 hrs. con un valor de 772 hPa.

Por su parte, la estación automática mantiene presiones más bajas, y la distribución es muy diferente a la tradicional. Las presiones oscilan entre los 771 hPa (día 29) y 778 hPa de las 14:00 a las 16:00 hrs., con una diferencia de 7 hectopascales. Se observan varios espacios con poca información, esto se debe a la falta de continuidad en los registros. Se tienen varios días, en los que existe una cierta estabilidad durante las 24:00 hrs. de este elemento.

Gráficas 7.83 y 7.84.

La presión en el mes de octubre de 1994, con relación a la distribución que ofrece la tradicional tiene un comportamiento muy semejante a los meses anteriores, donde en las primeras horas se manifiestan presiones altas, que tienden a bajar entre las 13:00 y 19:00 hrs., y posteriormente a subir.

La máxima presión del mes, es de 778 hPa, que se distribuye en forma heterogénea durante los 31 días del mes; la mínima es de 770 hPa, que se tiene en los primeros días entre las 14:00 y 17:00 hrs.

Por su parte la automática mantiene una menor variación entre las presiones diarias horarias, y el rango de oscilación va de 771 hPa hasta los 779 hPa., con 8 hPa de diferencia. Y se distribuyen de manera más homogénea.

7.6 Discusión de resultados

No coinciden en ninguno de los meses que se presentaron los registros entre ambas estaciones, por lo tanto no hay igualdad en las observaciones.

El número de veces en que la estación automática registra las más altas presiones es mayor en relación al comportamiento de presión que registra el observatorio tradicional. Existen varios espacios vacíos en la información de la estación automática, es decir, no mantiene una continuidad en su información.

Es importante señalar que por los caracteres que tiene cada uno de los medios de observación, no es posible que se haga presente la igualdad, pero se debe haber una moderada diferencia, ya que si no la hay, es porque alguno de los instrumentos de medición carece de precisión puesto que 4 o 5 metros de altura existente entre los dos instrumentos no puede ser la causa de una diferencia entre ambos registros.

Además, estas gráficas pueden ser una forma rápida y más precisa de interpretar el fenómeno y su distribución en un espacio y un tiempo. La cual se puede llevar a cabo por la manera en que se representa el fenómeno.

7.7 Gráficas de comparación semanales de presión atmosférica

Las siguientes gráficas ofrecen una comparación de los registros de presión atmosférica de manera semanal, tanto de los datos que se obtienen en el observatorio tradicional, como en la estación meteorológica automática. Se detecta en cada una de ellas una serie de fallas generales, así como la falta de información meteorológica.

Por otro lado, se pueden identificar con mayor facilidad aquellos detalles que no se encuentran en las gráficas mensuales ni los de promedios diarios, pues la escala con la que se trabaja es la que indica los rasgos más sobresalientes del comportamiento de este fenómeno atmosférico.

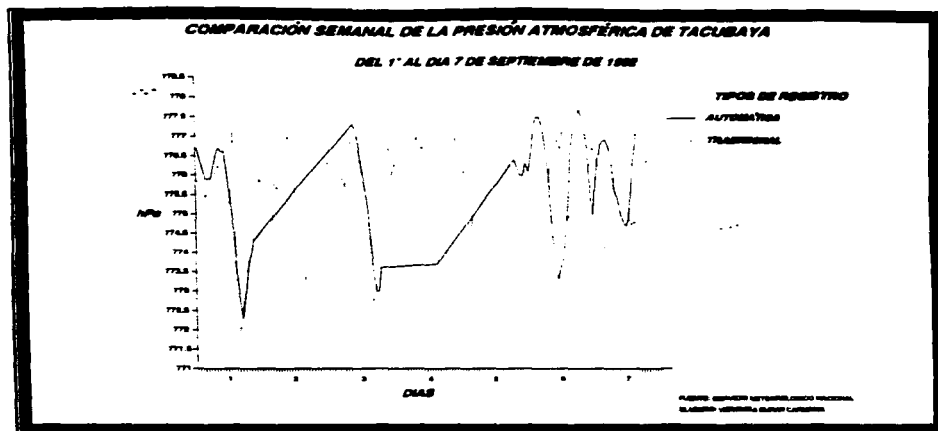


Gráfico no. 7.85

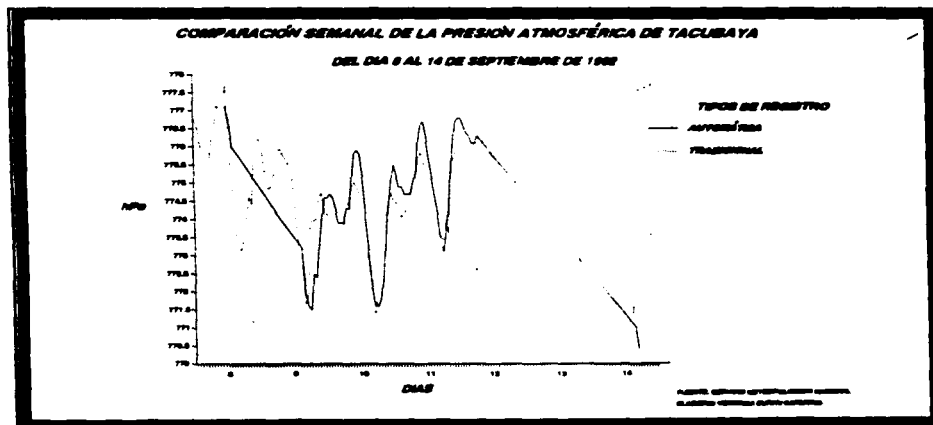


Gráfico no. 7.86

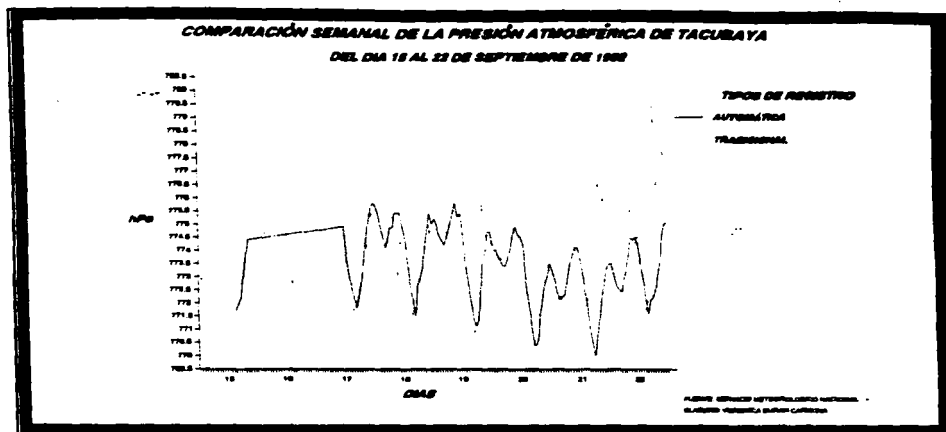


Gráfico no. 7.87

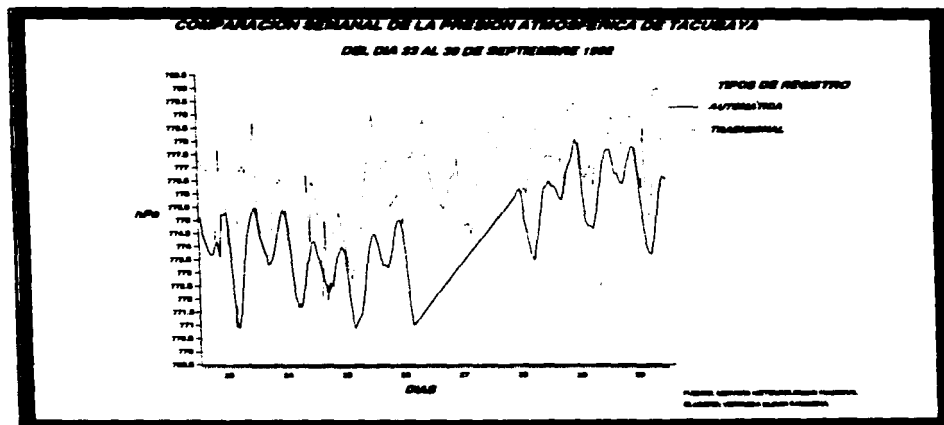


Gráfico no. 7.88

La gráfica de la primer semana de septiembre de 1992, indica que la presión atmosférica presenta muy poca diferencia en los registros de ambas estaciones durante los primeros días; posteriormente hay un cambio brusco en los registros de la estación tradicional, ya que presenta notables incrementos en los mismos. También, se detecta la falta de continuidad en la información meteorológica relacionada con la estación automática. Asimismo, continúa un comportamiento contradictorio relacionado con los registros de ambas fuentes. Durante la segunda semana, se advierte una gran desigualdad entre los registros de ambos medios de información, y sólo a partir del día 9, se ve una mayor continuidad en los datos que ofrecen las dos fuentes, y lo más sobresaliente de esta semana, es la falta de información meteorológica de la estación automática.

La siguiente semana se detecta una discontinuidad en los registros de los días 15 y 16, pero a partir del día 17, y hasta el medio día del 21, solo es advertible la similitud en ambos medios. Se observa también, que los registros de la estación automática se adelantan a los de la otra. Igualmente se puede advertir en el último día, un error considerable en los registros tradicionales. En la última semana del mes, aparecen varios detalles, relacionados con ambos medios de registro. Así, a pesar de que los datos presentan continuidad, no hay igualdad entre ellos, pues la diferencia es considerable. Por otra parte, mientras la estación tradicional presenta el día 28 una presión máxima de 778.7 milibares, la estación automática se registra 775.8 milibares, lo cual ofrece una diferencia mayor de un milibar. De los días 26 al 28, no hay datos de la estación automática. A partir del día 29, se observa una mayor continuidad en los registros de ambas fuentes, pero no el mismo comportamiento.

Durante toda la semana los registros de la estación tradicional son superiores a los de la estación automática. En general, en el mes de septiembre de 1992, son 11 los días en que la estación meteorológica automática no presenta registros. Aunque hay continuidad en los otros registros de ambas estaciones, el comportamiento entre ellos es muy disímil, ya que mientras en la estación automática, el registro de la presión va en aumento, en la tradicional va en descenso, lo que acontece por varios días. En los registros tradicionales se presentan cambios que denotan la existencia de algún problema vinculado con la realización de observaciones directas por parte del personal. Asimismo, la mayor parte del mes, los registros de la estación automática son inferiores a los de la tradicional.

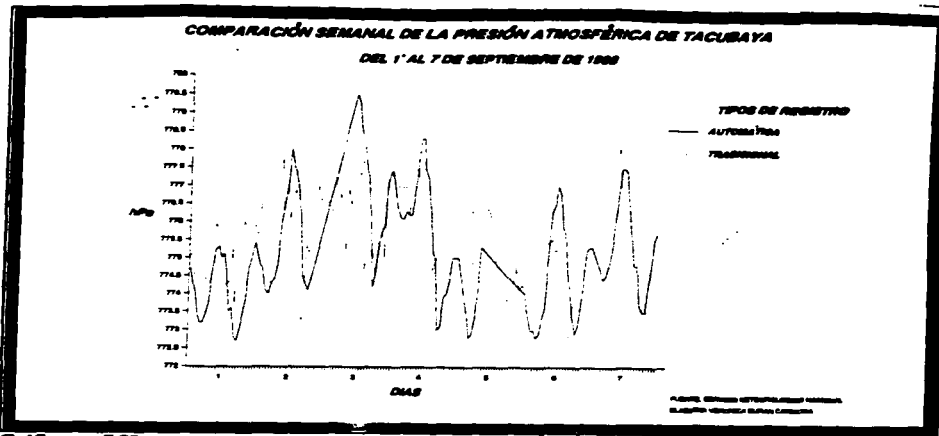


Gráfico no. 7.89

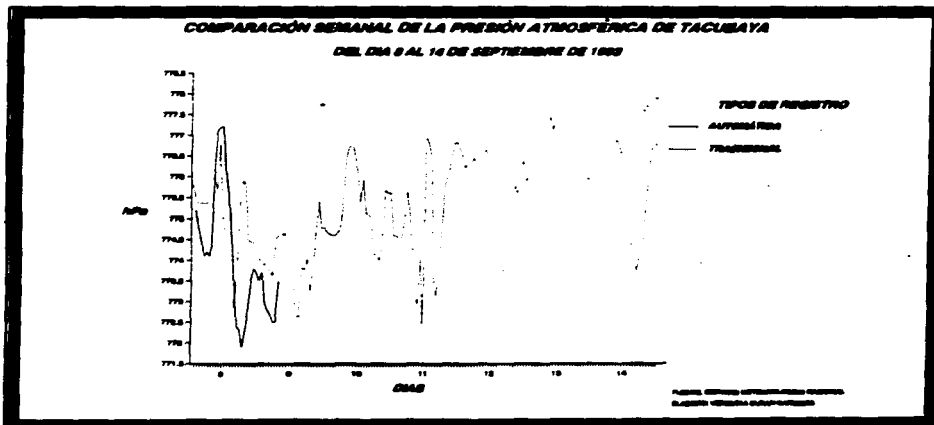


Gráfico no. 7.90

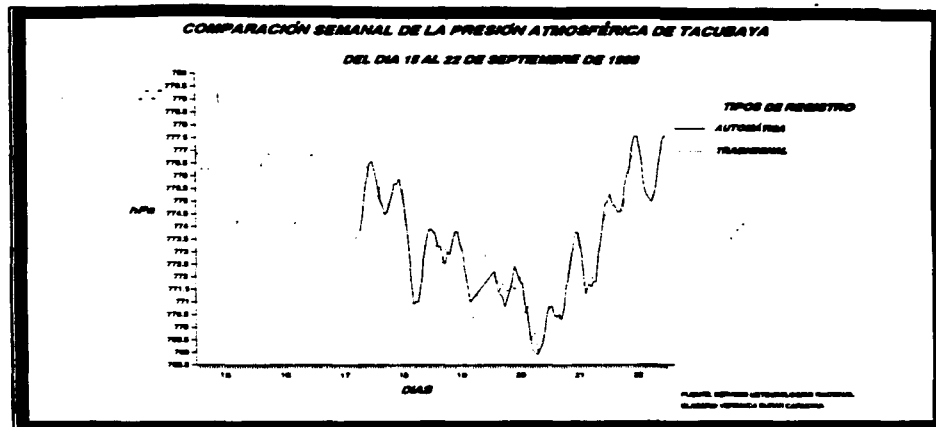


Gráfico no. 7.91

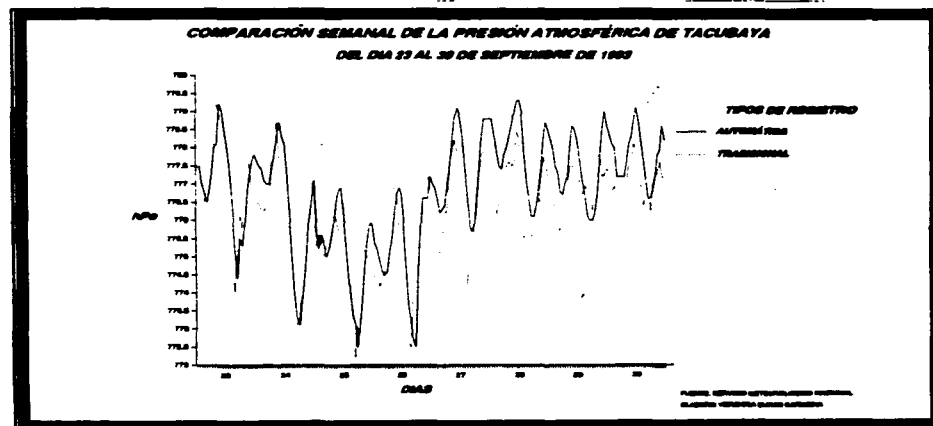


Gráfico no. 7.92

En septiembre de 1993, y durante la primera semana se observa una continuidad entre ambos registros, interrumpida únicamente algunas horas del día 5, por parte de la estación meteorológica automática. No hay igualdad, los valores de la presión tradicional son mayores que los registrados por el sensor de la estación automática; pocas ocasiones sucede el caso inverso. Hay días en que aparentemente aparece una igualdad, pero son muy escasos, ya que solo el día 7 se presenta.

La siguiente semana, del 8 al día 14, no es posible hacer comparaciones, ya que como se ve en la gráfica, solo el día 8 hay información de la estación automática. Dicha discontinuidad prosigue hasta el día 17 de la siguiente semana, y se aprecia una gran similitud en el comportamiento de ambos medios de observación, relacionado con los valores que ofrecen. El día 19, hay un breve lapso de tiempo, donde se interrumpen las observaciones automáticas para posteriormente continuar hasta el día 22.

Durante la última semana se tiene un comportamiento muy semejante, entre los datos de la estación automática y los tradicionales, pero, no hay igualdad a pesar de que en algunos de los primeros días se asemejan bastante. Continúa una mayor diferencia en los días que restan del mes.

Septiembre de 1993, no es un mes en que exista igualdad entre los dos tipos de registro, ya que en más de una semana no hay registros de la estación meteorológica automática.

Se perciben varios errores técnicos en la primera semana, ya que los valores de la estación automática son extremos. En cuanto al adelanto de las observaciones automáticas, se tiene, que este se sigue presentando. Y con respecto a la última semana del mes, los valores tradicionales están por debajo de los automáticos, lo cual de acuerdo al emplazamiento de ambos instrumentos es un grave error.

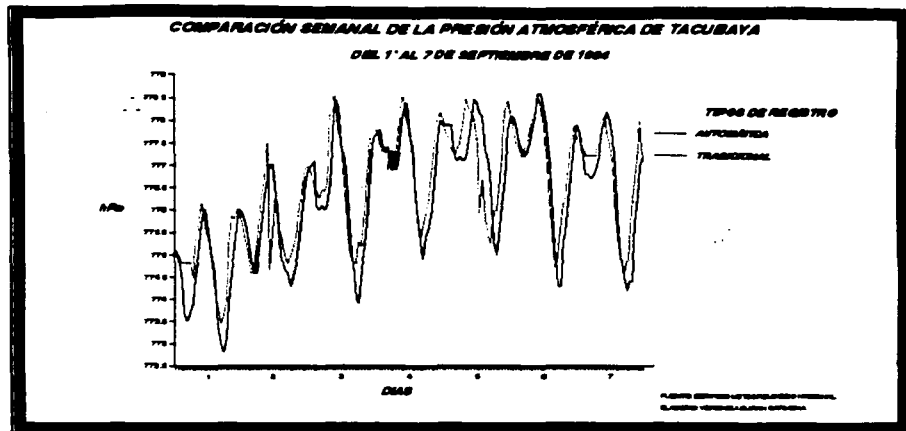


Gráfico no.333

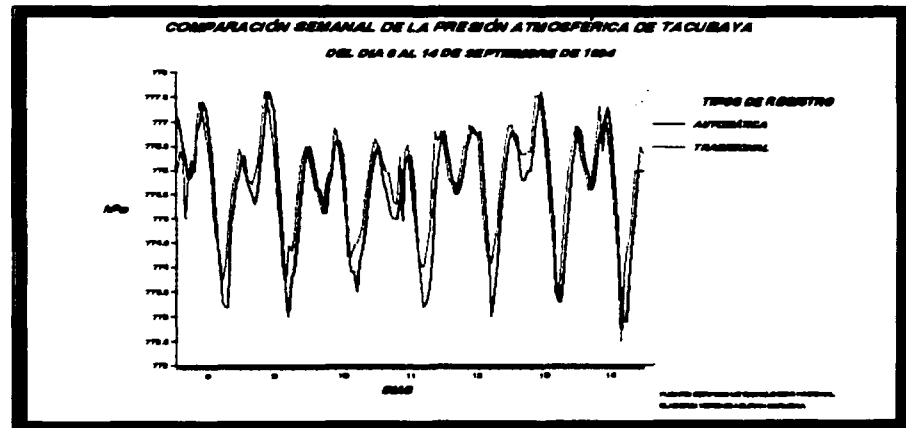


Gráfico no.334

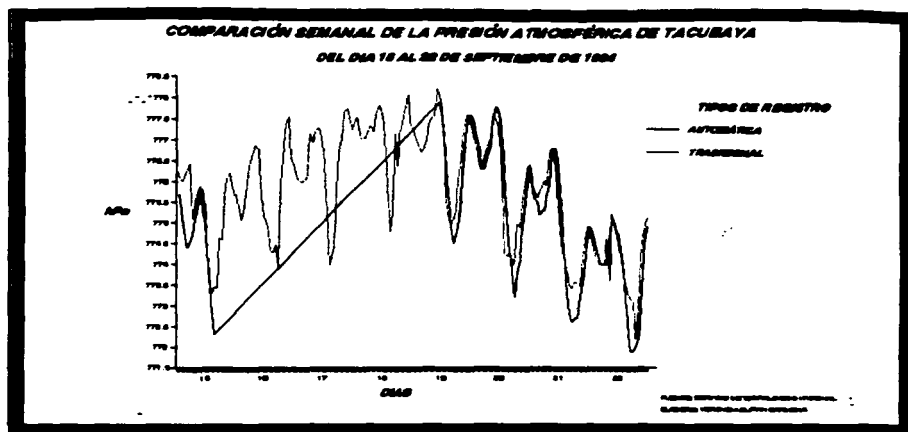


Gráfico no. 785

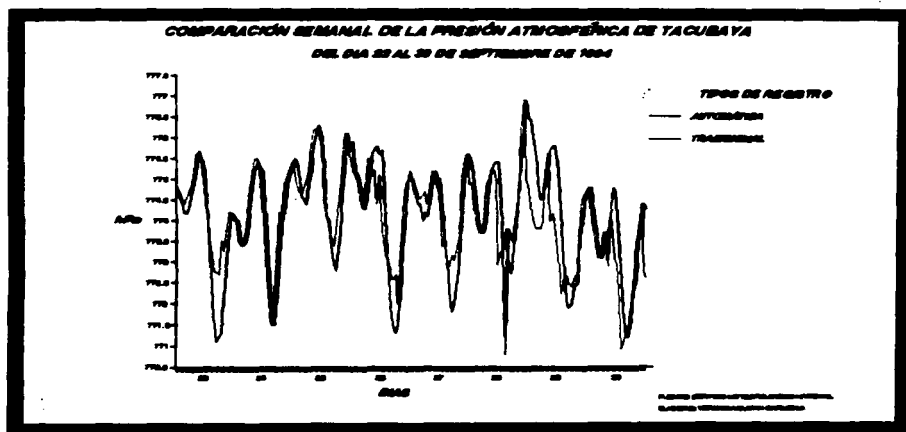


Gráfico no. 786

En la primera semana del mes de septiembre de 1994, se detecta una mayor continuidad, y semejanza en los datos que ofrecen ambas estaciones. No falta información de la estación automática, lo que no deja de ser relevante. Se observa por parte de la estación automática una carencia de información. Existe un adelanto en los registros de la presión, y que ofrece el sensor de la estación automática o bien un desfase en los datos tradicionales. Durante la segunda semana se advierte continuidad en ambos medios de observación, sin embargo, por parte de la estación meteorológica automática se advierte un adelanto en sus registros, lo cual conlleva a una desigualdad mayor entre los valores de ambos que dan las dos estaciones.

En la tercera semana de septiembre, se advierte durante varios días, la falta de información meteorológica de la estación automática; en los días siguientes hay mayor continuidad en las observaciones, pero los registros automáticos son superiores a los tradicionales, lo cual no debe ser, de lo cual ya se ofreció la razón anteriormente. La última semana del mes de septiembre de 1994, se puede observar que de ambos medios de registro hay información, sin embargo, la mayor parte de los valores automáticos son extremos con relación a los tradicionales. Asimismo, los registros automáticos se presentan con valores discrepantes si se comparan con los tradicionales. También se observa que la estación automática continúa dando registros de manera anticipada, durante toda la semana. En general, el mes de septiembre de 1994, presenta las mismas condiciones que los meses anteriores, la falta de información meteorológica automática es lo más relevante, después, no deja de presentarse en varios días información anticipada de la estación automática, y además algunos valores extremos por parte de la misma. Por otro lado, se detecta, en cierta semana, los valores tradicionales están por debajo de los registros automáticos, lo cual implica que hay un serio error técnico por parte de la estación automática meteorológica, pues por el emplazamiento que esta tiene, no debería presentarse dicha situación.

7.8 Comparación de medias mensuales de la presión atmosférica

Las siguientes gráficas permiten comparar los datos de la presión atmosférica que se registraron de manera tradicional y automática en forma generalizada. En cada una de ellas se observan los promedios mensuales.

COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS MEDIDAS
DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA EN LA ZONA URBANA

CANTON DE QUITO

MES	AÑO											
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
ENERO												
FEBRERO												
MARZO												
ABRIL												
MAYO												
JUNIO												
JULIO												
AGOSTO												
SEPTIEMBRE												
OCTUBRE												
NOVIEMBRE												
DICIEMBRE												

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARRERA.

Cuadro no. 7.1

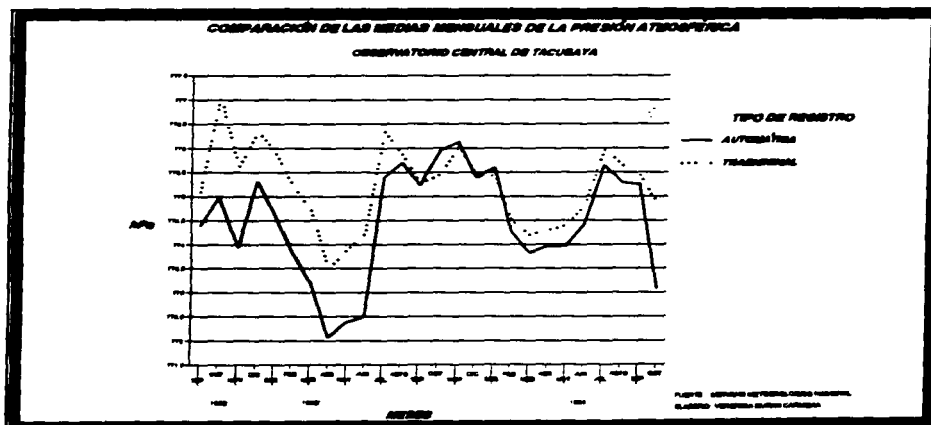


Gráfico no. 7.97

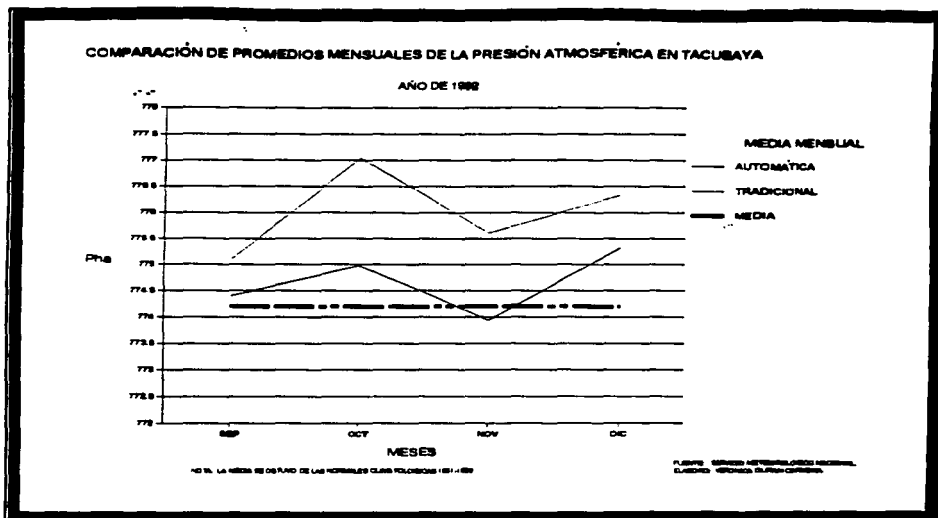


Gráfico no. 7.98

Durante 1992, los registros tradicionales son superiores a los que proporciona la estación automática; en los meses de septiembre la diferencia entre ambos valores no es grande, en octubre sobrepasa los dos hectopascales, la media mensual automática del mes de noviembre es menor que la media de la anual que se obtuvo de las normales climatológicas, mientras que la tradicional sigue por arriba de la misma. En diciembre en ambos promedios se advierte una mayor similitud.

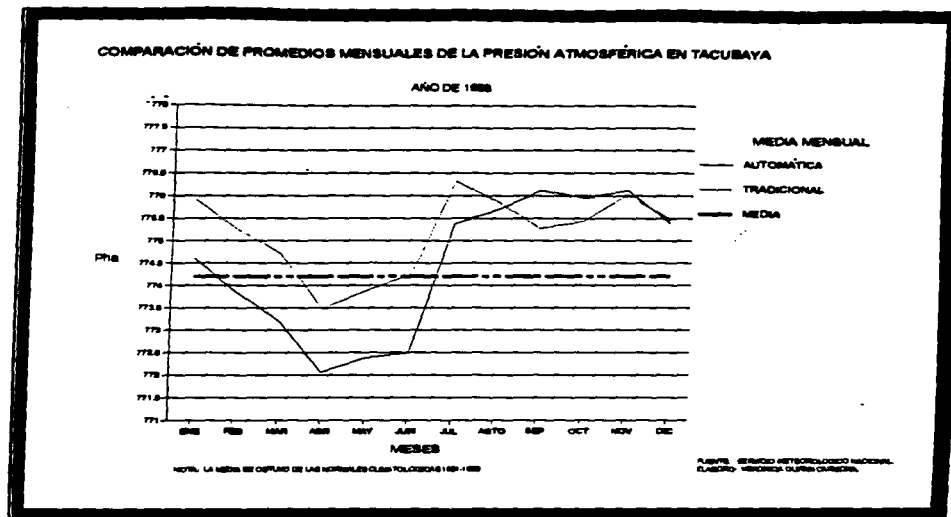


Gráfico no. 7.99

En los valores medios de la presión de 1993, se detecta que la mayor parte de los registros tradicionales son superiores a los datos automáticos así como a la media mensual. Sin embargo, en los meses de septiembre, octubre y noviembre la media de presión automática es superior a la tradicional. Los meses con menor diferencia entre sus valores, son julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y más aún en diciembre.

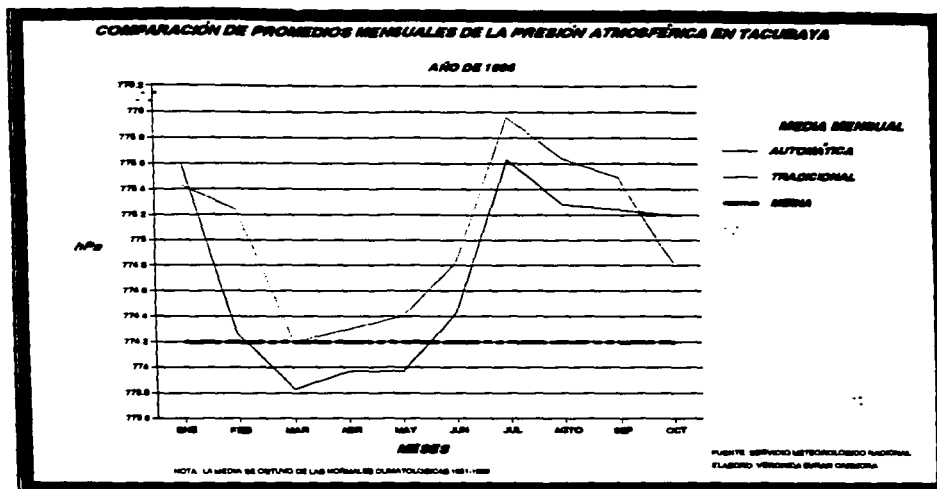


Gráfico no. 7.100

Los promedios mensuales de 1994, conservan menor diferencia entre ambos medios de observación, continúan siendo más altos los valores de la estación tradicional que los automáticos. Ambos registros se alejan de la media anual, sólo durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio están cercanos a ésta.

El dato de octubre, tiene como característica a considerar, se trata de que mientras la media tradicional desciende la automática incrementa ligeramente, lo cual no es muy común que suceda, debido al comportamiento que se manifiesta antes.

En general las condiciones de la presión atmosférica de manera mensual son:

1. No existe igualdad entre los valores de ambas estaciones, lo que es razonable, si consideramos que a una mayor altura le corresponde una menor presión (peso del aire), y a una menor altitud, mayor presión. Así, los instrumentos dentro de la oficina en el primer piso, donde por cierto el aire no presenta movimiento libre, les corresponde un estrato con mayor presión, y los de la estación automática, que además de estar emplazada más arriba, aproximadamente unos 4 metros, y donde el aire presenta una dinámica distinta, sin limitaciones en su circulación, tiene una menor presión.

Por otra parte, en la oficina donde no existe movimiento libre del viento, conforme pasan las horas la temperatura aumenta o decrece, pero se tienen menos variaciones, en tanto que al aire libre a primeras horas las presiones son más altas, y posteriormente bajas para después decrecer de nuevo en la noche, por lo que las variaciones de presión van a mayores que las que se dan dentro de la oficina.

2. Debido al tipo de mecanismo de registro de cada instrumento no es fácil que se tenga igualdad en el mismo, de ahí que se de una diferencia que no va a ser mayor a 0.5 hectopascales. Cuando no es así, esto se debe a la sensibilidad que presenta la estación automática.

3. Con relación a la media anual los valores registrados por la estación automática se aproximan más aunque en algunos meses lo que registra el sensor son valores menores a los registrados por la estación tradicional que son poco confiables, por lo señalado en el punto uno.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Consideraciones

Muchos comentarios existen de varias personas que laboran en el servicio Meteorológico Nacional en relación a los datos que presenta el Observatorio. Para ello se remontan a algunos años atrás y señalan que, los datos faltantes de hace tres años a la fecha, desde que se implantó la estación meteorológica automática, son cifras con valores que en los últimos cien años no se habían dado. Se dice que la incompetencia e inexperiencia de los que dirigen o coordinan las observaciones del Observatorio en estos momentos han dado origen no solo a la falta de los datos, sino a que altere el análisis de los elementos climáticos del lugar, ya que al perder continuidad, seriedad y responsabilidad del trabajo, se llega a una problemática donde se manifiestan datos faltantes, y los que aparecen contienen imprecisión tanto en los instrumentos como en el quehacer humano.

Las condiciones de emplazamiento del Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya, no son las adecuadas para obtener resultados veraces y reales de las condiciones atmosféricas que rodean al observatorio.

De acuerdo a las condiciones geográficas del área de estudio, los resultados de ambos medios de registro, tanto el observatorio como de la estación meteorológica automática, se ven condicionados por la relación con factores geográficos.

CONCLUSIONES

Entre las conclusiones más importantes que es conveniente señalar tenemos:

No se advierte una completa organización que en todos los casos y de manera sistemática sirva para planificar el correcto funcionamiento del observatorio meteorológico.

De acuerdo al análisis geográfico, no se considera completamente adecuado el emplazamiento actual del observatorio.

No se encuentran definidas de manera apropiada los emplazamientos de los equipos e instrumentos que operan en el observatorio, particularmente los de la estación ordinaria o tradicional, pues sus áreas de ubicación no son las correctas.

En algunos casos el observatorio no cumple con los lineamientos que propone la OMM para apoyar los trabajos, observaciones e investigaciones.

No existe un auténtico profesionalismo entre algunos miembros del personal que realiza observaciones, y no pocos adolecen de un entrenamiento adecuado para hacerlo o les es indiferente el cabal cumplimiento para realizarlas.

El personal que opera, en ocasiones no sigue la normatividad al realizar su trabajo.

Se observó en el período de trabajo que los datos carecen de un alto grado de calidad y veracidad, lo que conlleva a un menor grado de confiabilidad.

Existe carencia de recursos de orden económico, técnico, entre otros, que son indispensables para el cabal funcionamiento del observatorio meteorológico.

Los gráficos y las observaciones que se realizan en la estación tradicional, llegan a tener una continua secuencia -no pocas veces- diferente a las de la estación meteorológica automática, según el rubro de que se trate.

Se descuidan aspectos relacionados con fenómenos de la naturaleza, que climatológicamente pueden proporcionar informes trascendentes y que son de vital importancia para las comunidades. No se les da mayor aplicación a los datos. Falta

difusión.

No hay igualdad en los registros.

El avance tecnológico aún tiene deficiencias que pueden ser sustituidas por las formas tradicionales.

En cuanto a la precipitación, como se puede observar en cada una de las gráficas el comportamiento entre los registros tradicionales y los automáticos es semejante, pero carece de toda igualdad en todas las comparaciones que se realizaron.

En algunas ocasiones los errores de apreciación en la medición son la causa más inmediata para que los datos no presenten homogeneidad.

Faltan cuantitativamente y cualitativamente más proyectos con estudios de carácter científico, y profundidad tanto en la meteorología y la climatología, para obtener acervos de mayor provecho y mayores ventajas para el observatorio y su cometido.

La situación que predomina en la actualidad dentro del campo de la meteorología en México, carece en su mayor parte de una confiabilidad al 100 % ya que de acuerdo a los análisis de la información en que esta se basa no es clara y si mantiene un grado de error bastante grande.

Una desventaja dentro de la conformación de una base meteorológica es el proceso mediante el cual trabajan los datos ya que es a partir de este donde se generan una serie de errores que son difíciles de detectar al final del proceso.

Es indiferente la manera en que se manipulan los datos para toda aquella gente que hace uso de ellos, por lo tanto el buscar soluciones pareciera que es en vano, pues todo lo que se puede hacer por solucionar el problema de la confiabilidad está en función del tipo de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo dentro de los medios de obtención de información meteorológica así como de la forma de hacer las observaciones.

En función de los resultados que se obtuvieron en cada una de las comparaciones relativas a precipitación, temperatura y presión atmosférica, se concluye que: se hace patente la discrepancia entre los registros tradicionales y los automáticos, lo cual significa

que para poder hablar de confiabilidad dentro de la información meteorológica y climatológica que se procesa en el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya; se debe antes rectificar o evitar los desaciertos antes advertidos que se detectaron durante las observaciones comparativas que se hicieron entre ambos medios de información. Asimismo, lo relativo a la conservación del equipamiento tradicional es esencial y se requiere dar solución inmediata a errores que constantemente presenta la estación meteorológica automática y que se relaciona con la inadecuada información que ofrece.

En México, las actividades que conforman el estudio del tiempo y del clima, deben partir de bases sólidas y confiables que permitan optimizar el trabajo de las ciencias que lo requieran, y a la vez, de todo el público que lo necesite; lo anterior incluye la necesidad de entender que dentro del un sistema de trabajo científico la tecnología es fundamental como herramienta, más no es lo esencial, ya que tiene que considerarse que el género humano es el responsable del manejo y sostén de los sistemas encargados de evaluar la situación meteorológica y climática, de una manera conciente, utilizando ante todo la ética y la responsabilidad profesional.

En la actualidad, numerosas ciencias se han visto afectadas por ciertos procesos administrativos, como la descentralización que en el caso de la ciencia meteorológica provocó una serie de irregularidades que afectaron directamente el funcionamiento adecuado de sus actividades conexas, tanto a nivel local como nacional.

El acelerado crecimiento de las ciencias y de la tecnología en los países que cuentan con grandes recursos económicos, ha llevado a una constante modernización de equipos e instalaciones, para hacer más rápida y eficaz el conocimiento en diferentes rubros; sin embargo, en el caso de la modernización dentro del Servicio Meteorológico Nacional no sido ni efectiva, ni cabal, ni idónea, ya que muchas de las acciones que se llevaron a cabo durante este proceso, no han sido más que paliativos que nada tienen que ver con la modernización que se esperaba.

Entre las causas que la han impedido se encuentran:

La falta y la inadecuada utilización de los recursos, una planificación acorde con los requerimientos actuales que exige la ciencia, carencia de capacitación y profesionalismo de quienes quedan involucrados, tanto en la planeación, como en el funcionamiento holístico del sistema. Asimismo se requiere de una identificación y compromiso con la ciencia que se maneja, evalúa y desarrolla.

PROPUESTAS

Con base en las conclusiones del trabajo convendría que se llevara a cabo, en un lapso de cinco años, un chequeo de las condiciones geográficas del sitio donde se encuentre el emplazamiento de cualquier estación u observatorio, así como de los datos que se hallan registrado durante ese tiempo, su comportamiento e interrelación, ya que los cambios que sufre el entorno que rodea un observatorio y los elementos que integran la atmósfera van íntimamente relacionados.

Por otra parte que no se haga un abuso de la información de la estación meteorológica automática, mientras no se tenga la seguridad en su funcionamiento, ya que no deja de existir cierta falta de precisión en los datos que se obtienen.

Cuidar el poco material tradicional con que cuenta el Observatorio de Tacubaya, pues independientemente de la estación automática, la conservación del equipo tradicional no deja de constituir la base de comparación, a la fecha, más congruente en sus resultados.

Se infiere la necesidad de una nueva organización sistemática que ayude a la planificación de un adecuado y correcto funcionamiento del observatorio.

Se propone también que se defina adecuadamente el emplazamiento de los equipos e instrumentos meteorológicos, y de sus áreas de ubicación.

Es necesaria la integración de equipos interdisciplinarios que permitan manejar

correctamente los factores y elementos inherentes al tiempo y al clima.

Sería conveniente que se observara en todos los casos, los lineamientos de la OMM para que se apoyen convenientemente los trabajos e investigaciones, así como el servicio que el observatorio debe prestar a todo tipo de comunidades.

Se debería contar con los suficientes recursos para apoyar el funcionamiento propio del observatorio meteorológico.

Resultaría conveniente dar un seguimiento cabal a las observaciones y/o anotaciones sobre hidrometeoros, y considerarlos de manera significativa.

Se sugiere cuidar observaciones sobre la dirección de las nubes pues son muy importantes para el estudio de la circulación de la atmósfera.

Pudieran tomarse en cuenta fenómenos de la naturaleza, que climatológicamente pueden proporcionar numerosos informes de trascendencia, como los relacionados con las inundaciones, azolves, escarchas, fenómenos que periódicamente afectan a las siembras, cosechas, actividades de estudiantes, empleados, obreros u otros, y a la fauna en general, etcétera.

Cimentar cuantitativa y cualitativamente estudios o proyectos más profundos en meteorología y climatología para obtener acervos más provechosos y sacar más numerosas ventajas para el observatorio y su cometido.

Desarrollar observaciones más precisas y variadas, de tipo interdisciplinario, que son necesarias para el quehacer de la ciencia y la divulgación.

No dejar de apoyar las observaciones de la estación sinóptica o tradicional y a sus equipos, porque ella no deja de ofrecer ventajas y acervos que la estación automática no consigna. Lo moderno no siempre puede substituir cabalmente a lo tradicional, y tampoco las computadoras al hombre.

Propiciar cursos permanentes para la capacitación del personal encargado de realizar observaciones, manejar el equipo y ofrecer el mantenimiento.

Que se trabaje la información meteorológica de las estaciones automática y tradicional de manera separada y sin combinar la información, y asimismo, se realicen evaluaciones periódicas sobre su funcionamiento y los resultados que aporten.

De manera general y como un juicio personal, me permito señalar que para responder

a la pregunta *¿De cómo se debe manejar una red de estaciones automáticas?. Doy a conocer lo siguiente:*

Determinar en primer lugar los alcances y la extensión de la red; los objetivos de distinta índole que propusieron al establecerla; acorde con lo anterior, desarrollar un estudio previo de carácter geográfico que incluya el espacio de emplazamiento de cada una de las estaciones, con base en él, planificar la instalación más idónea, y determinar las características requeribles del equipo propio para el objeto.

También, seleccionar el personal o la compañía que se encargaría de establecerlo; asimismo, escoger la institución profesional que se haría cargo de su mantenimiento, tanto en el momento de la instalación como de su funcionamiento; una evaluación del mismo hasta estar seguro de que las estaciones automáticas puedan iniciar un servicio profesional, y paralelamente, situar un equipo de carácter tradicional que permita comparar y evaluar de manera más adecuada los fenómenos meteorológicos; determinar la institución de servicio, y del personal, con previa capacitación, que se encargue del mantenimiento periódico y permanente del equipo, a la vez, la capacitación del personal que va a operar permanentemente las estaciones.

También, sería necesario un control, evaluación y vigilancia periódica y constante, tanto del equipo como de las operaciones que se efectúan para la buena marcha de la misma; igualmente, proceder a una designación adecuada del grupo administrativo que permita que las estaciones funcionen de manera coordinada, y con capacidad para realizar sistemáticas evaluaciones, así como elaborar una acertada y expedita información para todos los sectores que lo requieran, tanto a nivel local como nacional. Se sugiere que el proceso de control no se efectúe de manera centralizada, burocrática y nada científica.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Almacenes para los trabajadores del departamento del Distrito Federal. (1985), *Imagen de la gran capital*, Ed. Impresora Formal, México. pp. 316.

Anguiano, Angel. (1880), *Anuario del Observatorio Astronómico de Chapultepec. Para el año de 1881*, Ed. Imprenta de Francisco Díaz de León, México. pp. 284.

Arteaga Ramírez, Ramón y Romo González, José R. (1983), *Meteorología Agrícola*. Ediciones Zataenco, México. pp. 442.

Atlas General del Distrito Federal. "Geográfico, histórico, comercial, estadístico, agrario". (1930), Tomo primero, Talleres Gráficos de la Nación, México. pp. 343.

Aquino Vaca, Alberto y Pérez Serrano, Marcos. (1993), *Estaciones Meteorológicas*. Instituto Politécnico Nacional, México. pp. 49.

Arreola, Gerardo. (1974), *Las ciudades perdidas*. Fondo de Cultura Económica, México. pp. 64.

Associação dos Geógrafos Brasileiros. (1991), *Prática de ensino em Geografia. 8 Terra Livre*, Ed. agb, Brasil.

Bárcena, Mariano. (1885), *Estudios de Meteorología Comparada. Tomo I*, Ed. Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, México. pp.437.

Bassols, Batalla Angel. (1989), *Geografía. Subdesarrollo y Marxismo. Nuestro Tiempo*. México. pp. 255.

Benassini, Oscar, Mosiño Pedro y Zoltan de Cserna. (1974), El escenario geográfico, Ed. Cuauhtémoc, México. pp. 306.

Bustamante, Octavio. (1939), Importancia de las Cartas Geográficas, Ed. , México. pp. 51.

Camarillo, Cruz Enrique. Dr. (1984), Climatología estadística diaria de la precipitación en el observatorio meteorológico central de la ciudad de México, Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional Mexicano, México. pp. 80.

Carrasco, Pedro. (1945), Meteorología. Ed. Fondo de Cultura Económica, México. pp. 278.

Collier, C. G. y Murray, R. (1976), Médción de la precipitación por radar. En Compendios de ejemplos prácticos de planificación de redes hidrológicas, OMM, Ginebra. No. 324.

Comisión Nacional del Agua. (1990), Guía de prácticas Climatológicas, (Reimpresión de la traducción original de la segunda edición de la versión original inglesa publicada en 1983), Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.

Comisión Nacional del Agua. (1993), Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico Clase IV, Volumen de Climatología. Impresores Profesionales Tauro, México. pp. 192.

(IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua).

Comisión Nacional del Agua. (1992), Modernización de Servicio Meteorológico Nacional. Subdirección General de Administración del Agua, Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional, México. pp. 20.

Conzatti, C. (1946-1947), Flora Taxonómica Mexicana, Publicación de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Vols. I y II, México.

Correa, Pérez Genaro. (1991), Geografía de Zitácuaro. Física-Humana-Económica, Ed. del H. Ayuntamiento de Zitácuaro, México. pp. 262.

Correa, Pérez Genaro. (1989), Regiones Fisiográficas de México, *Inédito*, México.

Correa, Pérez Genaro. (1985), "Geografía y situación ambiental del municipio de Zitácuaro", Summa Geográfica, Ed. Edissa, México. pp.204.

Cook, J.M. (1975), Proceedings of the WMO Technical Conference on Automated Meteorological Systems, OMM-No. 420, Washington. pp. 179.

Chiozza, Elena M. y González Van Domselaar. CLIMA.

Diccionario Porrúa. (1971), Historia, Biografía y Geografía de México, Tercera ed., Ed. Porrúa, México.

Dirección general de Geografía y Meteorología. (1975), Instructivo para efectuar observaciones meteorológicas en las estaciones climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional, México. pp. 78.

Durand-Dastès, Francois. (1972), Climatología, Ed. Ariel, Colec. ELCANO, Serie I, Núm. 7, Barcelona. pp. 334.

Erickson, Jon. (1992), La exploración de la tierra desde el espacio, Ed. McGRAW.HILL, de Divulgación Científica, Madrid. pp. 268.

Follansbee, W. A. (1976), Estimation of daily precipitation over China and the USSR using satellite imagery. NOAA Tech. Memo, NESS, pp. 81.

Galindo y Villa, Jesús. (1932), El Distrito Federal y el Valle de México. Ed. Sociedad de Edición y Librería Franco-Americana, México. pp. 114.

García, Enriqueta. (1988), Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Ed. Talleres de Offset Larios, México. pp. 103.

Garduño, René. (1995), El variadísimo clima. Ed. La ciencia desde México, México. pp. 169.

J. Lis, Robert. (1951), Smithsonian Meteorological Tables. Smithsonian Institution. Washington.

En la Revista Ingeniería hidráulica en México, "Problemática del desarrollo de la hidrología". Acosta Godínez Antonio, núm. especial. (octubre de 1990), México. pp. 22-38

En la Revista Ingeniería hidráulica en México, "Modernización del Servicio Meteorológico Nacional". Romero Cansino J. Alejandro. núm. especial. (octubre de 1990), México. pp. 82-96.

"Modernización de la red hidroclimática de la República Mexicana". Acosta Godínez Antonio, pp. 97-115. idem.

Gómez, J.C. (1947), Instrucciones para determinar la tensión del vapor de agua y la humedad relativa del aire en los observatorios y estaciones del servicio meteorológico. Circular B, México. pp. 30.

Huascar, Taborga. (1984), Cómo hacer una tesis. Ed. Grijalbo, México. pp. 220.

Revista de la INFOMMAC. "Organización Mexicana de Meteorólogos". INFOMMAC, (1993), Año IV- No. 6. junio, México. pag. 18-19.

INEGI. (1994), Cuaderno estadístico delegacional. Miguel Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. pp. 106.

INEGI. (1993), Cuaderno estadístico delegacional. Miguel Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. p. 100.

INEGI. (1992), Cuaderno de información básica delegacional. Miguel Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. pp. 86.

INEGI. (1990), Miguel Hidalgo. Cuaderno de Información Básica Delegacional. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. pp. 51.

Palacio, P., J.L., López, B., y otros. (1992), "Zonificación de magnitudes de tormentas máximas probables (en 24 horas) para períodos de retorno de 2 a 1 000 años, usando sistemas de información geográfica: El caso de la república mexicana", Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, México. pp. 65-111.

Kawamura, T., (1984), Forecasting of air pollution potential in South Korea Area. Sci. Rept., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sect. A, 5, pp. 137-154.

Köppen, Wilhelm. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Versión directa de Pedro R. Hendrichs Pérez. Ed. Fondo de Cultura Económica, México. pp. 478.

LLAUGE, Félix. (1971), ¿La Meteorología? pero si es muy fácil. Ed. Boixareau Editores, Barcelona. pp. 220.

Maderrey, Laura E. (1982), Geografía de la atmósfera. Imprenta Universitaria, México.

pp. 82.

Magnusson, S. (1980), Automated meteorological systems, WMO. Instruments and Observing Methods Report No. 1,5.

Mundo Científico. Mensual. N°. 143. "Lo definitivo en sistemas de observación meteorológica", s/p.

Mercado-Mancera, Gustavo. (1993), Manual de prácticas, Meteorología y Climatología. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 101.

----- (1993), "Servicio Meteorológico Nacional" Lic. mensual, enero/junio, año XI No. 4. pp. 29.

Observatorio Meteorológico Central. (1916), Observaciones Meteorológicas. México.

Observatorio Meteorológico Central. (1917), Observaciones Meteorológicas. México.

Oke, T. R., (1984), Methods in Urban Climatology, en Applied Climatology, Kirchhofer, W.

Ohmura, A. y Wanner, H. (eds.), Zürcher Geog. Schriften, 14, ETH Geog. Instit., Zurich. pp. 19-29.

Organización Meteorológica Mundial. (1984), Reglamento técnico, Volumen 1. OMM-No. 49. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.

Organización Meteorológica Mundial. (1967), La Vigilancia Meteorológica Mundial. Plan y programa de ejecución. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Ginebra. pp. 59.

Organización Meteorológica Mundial. (1992), Vocabulario meteorológico internacional, No. 182. pp. 784.

Organización Meteorológica Mundial. (1994), Observando el medio ambiente mundial: tiempo, clima y agua. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Ginebra. pp. 49.

Organización Meteorológica Mundial. (1984), La Climatología Urbana y sus Aplicaciones con Especial Referencia a las regiones Tropicales. (1988). OMM. No. 652. México.

Pardinas, Felipe. (1970), Metodología y técnicas de investigación en las ciencias sociales, Ed. Siglo Veintiuno, México. p. 188.

R. G. Barry y R. J. Chorley. (1972), Atmósfera, Tiempo y Clima, Ed. Omega, Barcelona. pp. 395.

Reza, Becerril-Federico Guillermo. (1993), Diseño de Heliómetros electrónicos como alternativa de modernización de los observatorios de superficie del servicio meteorológico nacional, Comisión Nacional del Agua, México.

Sánchez, S. Oscar. (1958), Las Excursiones Botánicas en el Distrito Federal, Escuela Normal Superior, México.

Sánchez, S. Oscar. (1976), La Flora del Valle de México, Ed. Herrero, México. pp. 513.

Secretaría de Agricultura y Ganadería. (1976), Compendio de asuntos para la formación del personal meteorológico de la clase IV, Volumen 3 Meteorología, Dirección General de Geografía y Meteorología, México. pp. 357

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. (1979), Lineamientos para

formular el programa 1979 de desconcentración territorial, México.

Secretaría de Fomento Colonización e Industria. (1906), El Servicio Meteorológico. Historia de su desarrollo y organización, Ed. Secretaría de Fomento, México. pp. 20.

Secretaría de Fomento. (1909), Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico Mexicano Central de México. Ed. Secretaría de Fomento, México.

Secretaría de Programación y Presupuesto. (1980), Divulgación Cartográfica. Introducción al estudio de la Cartografía. Ed. Compañía Litográfica Rendón, México. pp. 66.

Sociedad Científica "Antonio Alzate". (1901), Primer Congreso Meteorológico Nacional. Secretaría de Fomento, México. pp. 269.

Standley, P.C. (1920-1926), Trees and Shrubs of México, Cont. U.S. Nat. Herb. XXIII.

Suárez, Luis. (1974), La contaminación. Fondo de Cultura Económica, México. pp. 64.

Universidad Nacional Autónoma de México. (1976), Anuario de Geografía. Ed. Facultad de Filosofía y Letras, México. pp. 607.

Van Cauwenbergh, R. Hacking, T. y McKay, D.J. (1980), Automated meteorological systems, WMO, Instruments and Observing Methods Report No. 1,15.

Vivó Escoto, Jorge. (1967), Geografía Física. Ed. Herrera, México. pp. 365.

Vivó Escoto, Jorge. (1983), La Conquista de Nuestro Suelo. Ed. Imprenta Universitaria, México. pp. 449.

Wilhelm, Trabert. (traducción de Inglada, Ors Vicente). (1929). Meteorología, Barcelo ed. Labor, S.A. pp. 165.

Información climatológica y meteorológica del departamento de climatología, Observatorio Central de Tacubaya, así como de la estación meteorológica automática.

Periódicos:

Diario Oficial. T. CCCXCIV. núm. 19. (28 de enero, 1986), México. pp. 4 y 5. (Dic oficial).

Sepúlveda Armando. "Hank: Vamos en el Camino Correcto". Excelsior. (1993), 13 mayo. p. 4-A.

Godwin Obasi. "Explotar los Recursos Naturales Depende de una Buena Informac Climatológica:" Excelsior. (1993), 17 de mayo. p. 5-A.

El Financiero. "Destacan la Modernización del Servicio Meteorológico Nacional". 17 de mayo. (1993), p. 56

Moreno Solís, Olga. "Modernizarse en torno a los sistemas climatológicos. vital". Heraldo. (1993), 13 de mayo. p. 5-A.

Navarro, Alfredo. "Indispensable la meteorología en el desarrollo de una nación". Universal. (1993), 17 de mayo. p. 13-A.

La Prensa. (1993), "Meteorología, un Instrumento Indispensable". 13 de mayo. p. 11

Novidades. (1993), "La Organización Meteorológica Mundial hizo un reconocimiento a nuestro país". 17 de mayo. p. 6-4.

Uno más uno. (1993), "La información climatológica se convierte en apoyo para las actividades productivas: Hank González. 13 de mayo. p. 21.

Cartas:

Carta Topográfica, Ciudad de México, E 14, A 39, Esc. 1:50 000, INEGI, 1994.

Carta Edafológica, Ciudad de México. E 14, A 39, Esc. 1:50 000, INEGI.

Carta Urbana, Bosque de Chapultepec, Esc. 1:10 000, Tesorería de la Nación. (1985).

Carta urbana, Mixcoac, Esc. 1:10 000, Tesorería de la Nación, (1985).

Carta de uso de suelo, Ciudad de México, Esc. 1:50 000, INEGI.

Carta de Uso Potencial del suelo, Ciudad de México, Esc. 1:50 000, INEGI.

Carta Geológica, Ciudad de México, Esc. 1:50 000, INEGI.

Carta de climas, Ciudad de México, Esc. 1:5 000 000, INEGI.

Plano de la Ciudad de Tacubaya, Hemeroteca Orozco Barra, Servicio Meteorológico Nacional, Esc. 1:5 000, (1899).

APENDICE

ÍNDICE

1. Comparación de la precipitación (experimento).....	470
2. Comparación de la temperatura del aire (experimento).....	475
3. Comparación de la presión atmosférica (experimento).....	497
4. Cuadros de la temperatura del aire.....	516
5. Cuadros de la presión atmosférica.....	534
6. Número de observaciones en porcentaje del Observatorio Central de Tacubaya.....	551
7. Comparación y diferencias horarias diarias de temperatura del mes de julio de 1993.....	572
8. Comparación y diferencias horarias diarias de la presión atmosférica del mes de julio de 1993.....	603

INTRODUCCIÓN

Metodología

Para realizar el experimento que permitió la comparación de los tres elementos: temperatura, presión atmosférica y precipitación, se siguieron los pasos siguientes:

I. Se efectuó la observación de los instrumentos que los registraron, cada 10 minutos, durante 18 días y el orden de las lecturas de manera general fue el que se da a continuación:

Para la temperatura

- a) Lectura de la misma del bulbo seco (psicrómetro).***
- b) Lectura registrada en el higrómetrografo***
- c) Del termómetro adjunto a la estación meteorológica automática.***
- d) Del sensor de la estación meteorológica automática.***

Para la presión atmosférica

- a) Microbarograma (Barógrafo).***
- b) Barómetro aneroida.***
- c) Barómetro demercurio (tipo Kew).***
- d) Sensor de la estación meteorológica automática.***

Para la precipitación

- a) *Lectura de pluviómetro (regleta).*
- b) *Lectura del pluviógrafo*
- c) *Del sensor de precipitación de la estación meteorológica automática.*

En cuanto al procesamiento de los datos, primero se concentraron en cuadros para su posible análisis, se realizaron promedios, máximos, mínimos, etc.

Para la presión, su determinación fue diferente pues hubo que calcular la presión atmosférica del barómetro tipo Kew con una serie de tablas y cálculos sencillos.

La precipitación fue determinada con un concentrado en cuadros, obteniendo promedios y su respectivo análisis.

Al final del tratado de los datos, se realizó el análisis por parámetro y posteriormente en conjunto, para así llegar a las conclusiones generales que dió el experimento.

1. COMPARACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (EXPERIMENTO)

Los cuadros que a continuación se incluyen y las gráficas con las cuales se representan sus datos, muestran los resultados de un experimento que se realizó durante 18 días del mes de octubre de 1994, para lo cual se hicieron observaciones meteorológicas sobre las precipitaciones registradas tanto por la estación meteorológica automática como del pluviógrafo tradicional del Observatorio de Tacubaya.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA PRECIPITACIÓN REGISTRADA CADA 10 MIN OCTUBRE 1994		
TIPO DE INSTRUMENTOS		
DÍA: 6/X/94 HORAS	PLUVIÓGRAFO	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
15:50	0.1	0.1
16:00	0.1	0.1
16:10	0.1	
16:20	0.1	
16:30	0.1	
16:40	0.1	0.1
16:50		
SUMA TOTAL	0.6	0.3

Cuadro No. 1

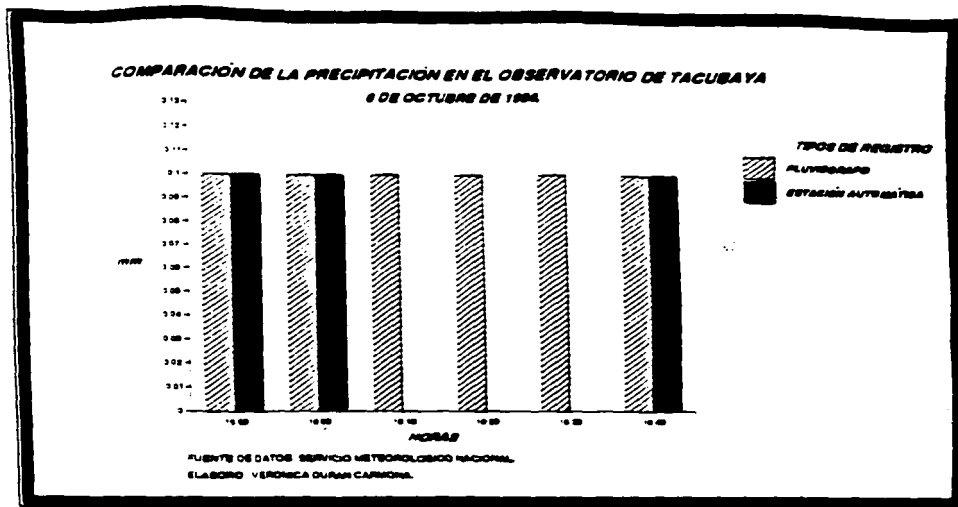


Gráfico no. 1

Como se puede advertir, el día 6 de octubre, tanto a las 15:50 como a las 16:00 hrs. no se presenta ningún registro similar entre ambas estaciones. Mientras que a partir de las 16:10 hrs. el pluviógrafo de la estación tradicional indica 0.2 mm, la estación automática no registra ningún dato. En general, en dicho día, se observa una diferencia relativamente pequeña de 0.3 mm entre los registros de ambas estaciones, ya que el pluviógrafo indicó 0.6 mm y la estación automática 0.3 mm.

Si se considera que el sensor de la estación automática, está construido para detectar y registrar de manera inmediata el momento en que se presenta el fenómeno, entonces existe una falla en tal instrumento de medición, ya que sus registros no van acordes con la que presentan otros aparatos.

Asimismo, el hecho de que su sensibilidad sea mayor a los instrumentos tradicionales nos puede estar indicando que puede ser más susceptible a presentar errores que no se

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA		
PRECIPITACIÓN REGISTRADA CADA 10 MIN OCTUBRE 1994		
TIPO DE INSTRUMENTOS		
DIA: 7/10/94 HORAS	PLUVIÓGRAFO	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
17 10		0.1
17 20		0.1
17 30	0.1	0.2
17 40		0.1
17 50	0.1	0.1
SUMA TOTAL	0.2	0.6

Cuadro no. 2

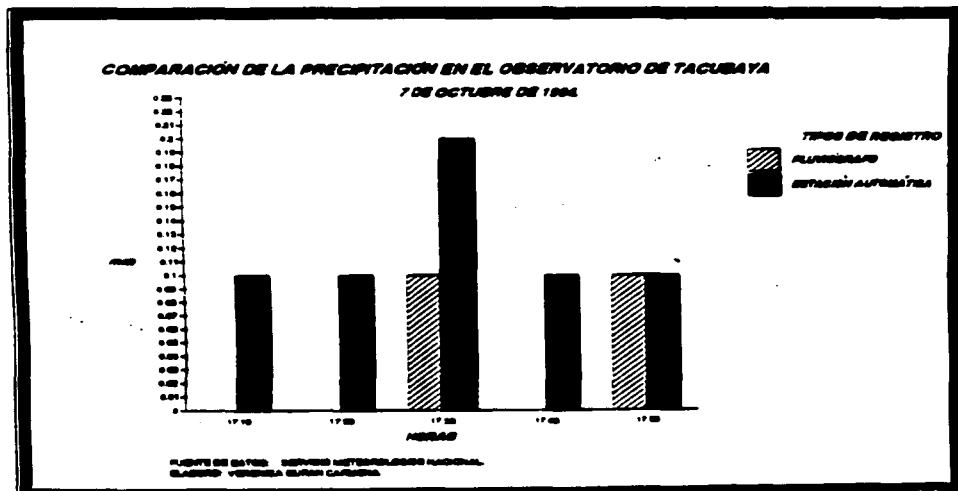


Gráfico no. 2

En las observaciones que se realizaron el 7 de octubre, se encontró que mientras el aparato tradicional (pluviógrafo), carece de registros, la estación automática en 20 minutos presentaba hasta 0.2 mm de lluvia, posteriormente, el pluviógrafo registró 0.1 mm y la automática 0.2 mm, es decir, un 0.1 de mm que lo indicado por el medio tradicional.

Nuevamente, a las 17:40 hrs. el aparato de registro tradicional no presenta datos, en tanto, que la estación automática señala 0.1 mm de precipitación.

En la última observación del día, los registros de ambas estaciones se hacen presentes con una medición igual de 0.1 mm de lluvia.

En general, el pluviógrafo durante un lapso de los 50 minutos suma un total de lluvia acumulada de 0.2 mm, y la estación meteorológica automática 0.6 mm por lo que la diferencia entre ambos fue de 0.4 mm.

Conclusiones

A partir de que dió inicio el trabajo de cada uno de los aparatos de registro, se pudo advertir que aparatos como el pluviógrafo, mantuvo un retraso en el registro de la lluvia, debido a su mecanismo de cuerda; con relación a la estación meteorológica automática, por su mayor sencibilidad ante la presencia del fenómeno, también registró el dato antes de que realmente ocurriera la caída de precipitación.

Al hablar de sencibilidad de un sensor, se advierten aspectos como los siguientes:

Al ser mayor la sencibilidad, cualquier movimiento ligero del aparato, una basura o el polvo, pueden incidir en la generación de lecturas erróneas por parte de éste.

Para el caso particular del pluviógrafo tradicional, a pesar de constar de un mecanismo de relojería sencillo para su funcionamiento, es que ha trabajado durante largo periodo y tiene una calibración de acuerdo a las condiciones y necesidades del sitio de emplazamiento, no ha presentado las irregularidades que se advierten mediante la medición automática. La estación automática aún se encontraba en una etapa de validación, lo que

puede explicar, en parte, el comportamiento que ha presentado.

A pesar de que ambos medios se localizan en sitios muy semejantes consideremos que:

El pluviómetro de la estación meteorológica automática, se localiza a unos metros de abajo con respecto al aparato tradicional, y cerca de éste se encuentra una barda con una altura aproximada de 1.5 m, que detiene de cierta manera las posibles perturbaciones o desviaciones de la precipitación que el viento pueda generar, por lo que de ello depende la cantidad de gotas que capte y registre.

Por su parte, el pluviógrafo tradicional, que se localiza con caracteres diversos respecto al sensor de la automática, presenta una influencia importante de los vientos y no deja de verse afectado por otros equipos de trabajo de la estación meteorológica tradicional.

2. COMPARACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE (EXPERIMENTO)

Introducción

Las siguientes gráficas de comparación entre los diversos tipos de instrumentos que miden la temperatura del aire en el Observatorio Central de Tacubaya, tales - como el higrómetro que se localiza dentro de la garita meteorológica junto con el psicrómetro, el termógrafo que se encuentra al lado del sensor de la estación meteorológica automática así como el dato del sensor automático - me llevaron a considerar que por su distinto mecanismo se trataran o investigaran de diversa manera para obtener el análisis, en función del emplazamiento de estos, ya que este influye directamente en las variaciones de los datos.

Las observaciones se realizaron en periodos cortos de tiempo, y fueron tomados de acuerdo a la forma de registros de la estación meteorológica automática, que lo hace cada 10 minutos. No existe en este experimento una norma que señale las horas de observación, pues independientemente de ello, debe haber a cualquier hora o momento datos precisos y confiables.

El objetivo principal del experimento, es la comparación de los registros del fenómeno, en sus distintos medios de observación, con el fin de determinar las diferencias entre las mediciones en cortos lapsos de tiempo, lo que nos permite obtener con detalle las desviaciones que se presentan, ello implica tener una visión adecuada de la situación en la que se encuentran los datos, así como los aparatos, ya que al presentarse errores muy notorios en corto tiempo, y al aumentar el rango de información meteorológica, también se acrece el grado de error, sin embargo, por la escala de trabajo que se utiliza, no es notorio, y da como resultado final un dato que es poco fiable en las investigaciones de carácter científico.

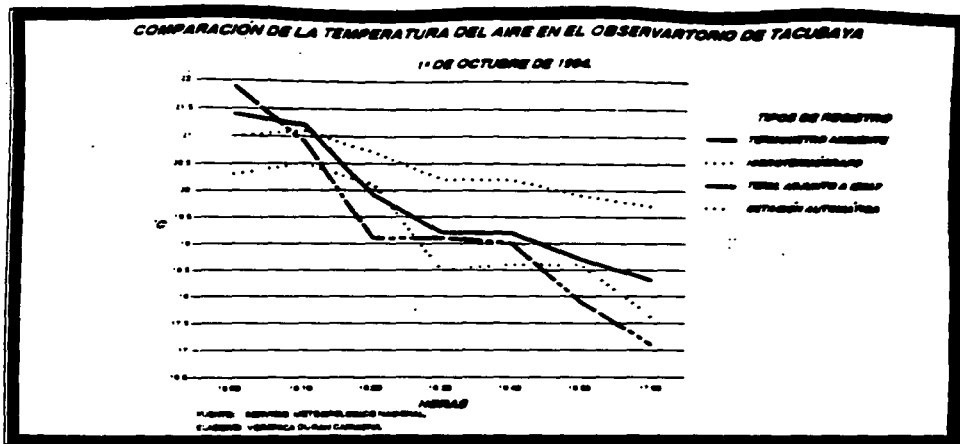


Gráfico no. 1-3

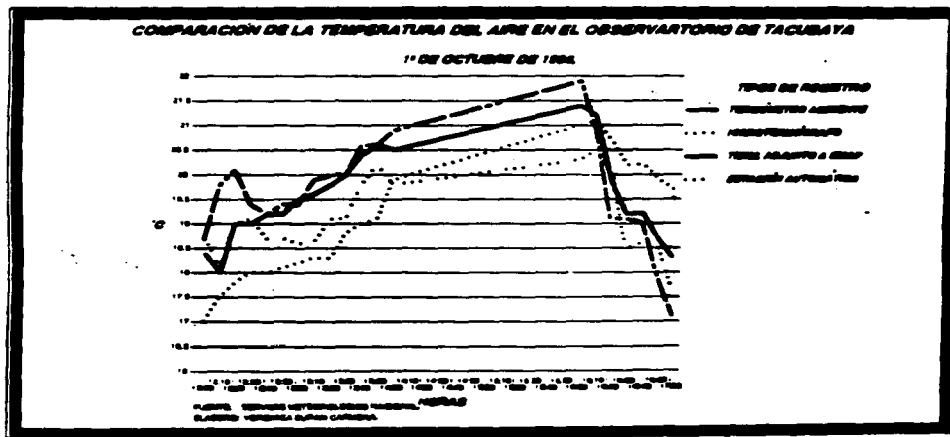


Gráfico no. 1-4

La gráfica 1-a. indica los resultados del primer día de la toma de datos, el higrómetro indica la temperatura más baja en relación a los demás instrumentos, dicho comportamiento se observa desde las 12 hrs. hasta las 14 hrs.

En tanto que en la gráfica 1-b. higrómetro presenta los valores más altos de temperatura.

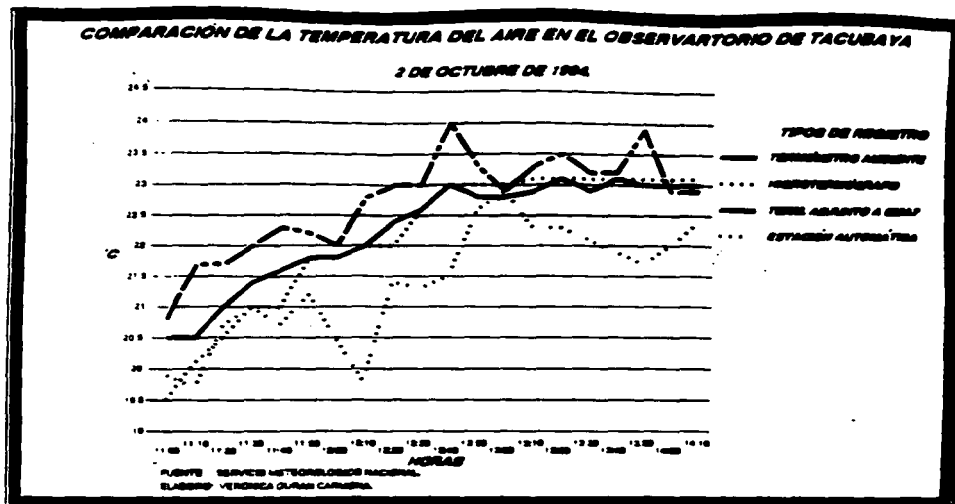
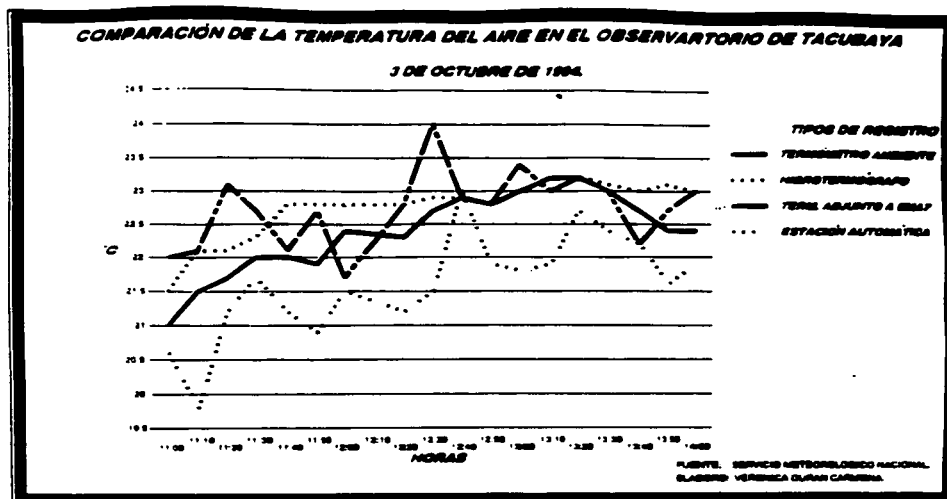


Gráfico no. 2

El día 2, el comportamiento es muy irregular entre los medios de observación, los registros más bajos los indica la estación meteorológica automática, y los registros más altos los mantiene el termómetro adjunto a la estación automática.

En el lapso de las observaciones, la temperatura menor de 19.5 °C, la registra el higrotermógrafo, y la mayor de más de 24 °C, el termómetro adjunto a la estación meteorológica automática.



Gráficas no. 3

En las observaciones del día 3, se tiene que las menores temperaturas se registran en la estación meteorológica automática, en tanto que en los demás medios ordinarios de registro guardan una mayor similitud entre sí. La temperatura menor que registró la estación automática oscila entre los 19.5 °C y los 20 °C, y la máxima de 24 °C, el termómetro adjunto a la estación automática.

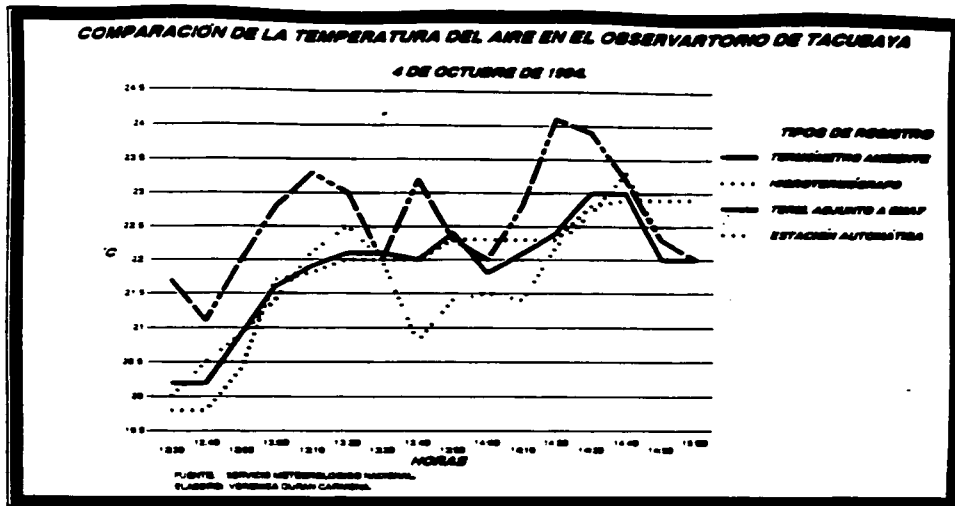


Gráfico no. 4

Se advierte, en este caso, que el comportamiento que indican los registros es muy homogéneo para los diversos instrumentos ordinarios, mientras que en el termómetro adjunto a la estación meteorológica automática se tienen valores muy por encima a los registrados por los otros medios de registro; asimismo, a partir de las 13:30 pm. cambia el comportamiento, resultando que los datos que guardan mayor similitud son los del higrotermógrafo ordinario y los de la estación automática.

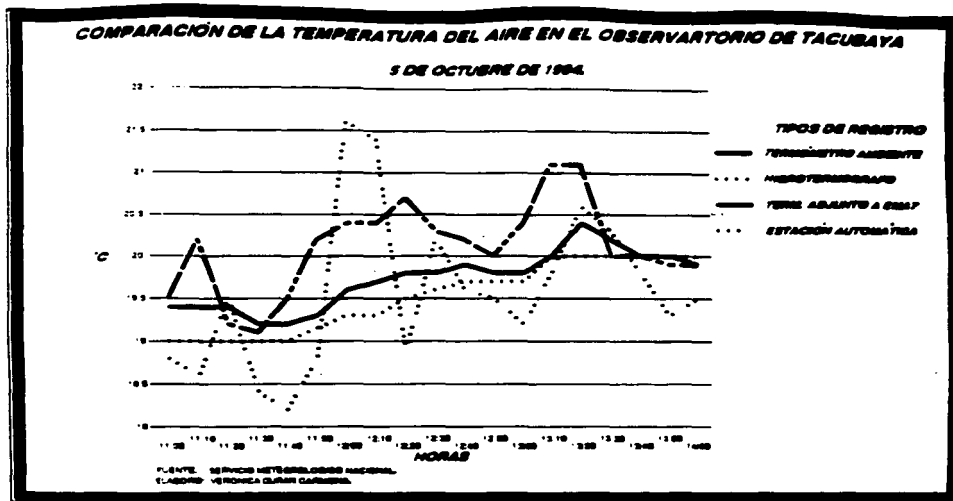


Gráfico no. 5

Durante este día de observaciones, los registros de los instrumentos tradicionales son muy semejantes entre sí, mientras que el que corresponde a la estación automática presenta valores que no están acordes con el comportamiento general de los no automatizados.

En este lapso de tiempo, la temperatura máxima la indica la estación automática y es mayor a los 21.0 °C, y lo mismo sucede con la temperatura mínima que resulta menor a los 9.0 °C.

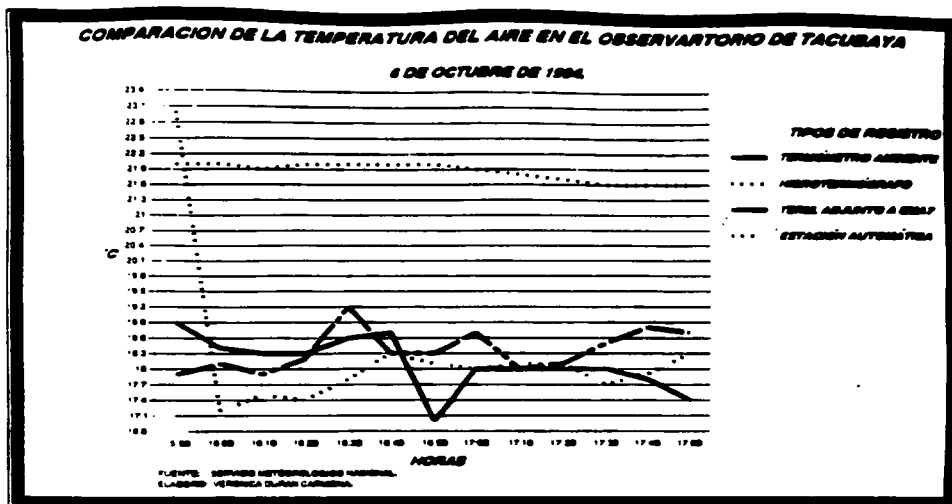


Gráfico no. 6

En este periodo de observación el comportamiento entre el termómetro ambiente y el termómetro adjunto a la estación automática, es muy similar.

Sucede un caso muy especial con el higrotermógrafo, en el cual el registro se mantiene estable durante casi 2 horas con una temperatura de 22.0 °C.

Como se puede ver, la máxima temperatura se tiene en el registro de la estación automática, que se dió a las 15:50 hrs., por otra parte los demás instrumentos no la registran a dicha hora.

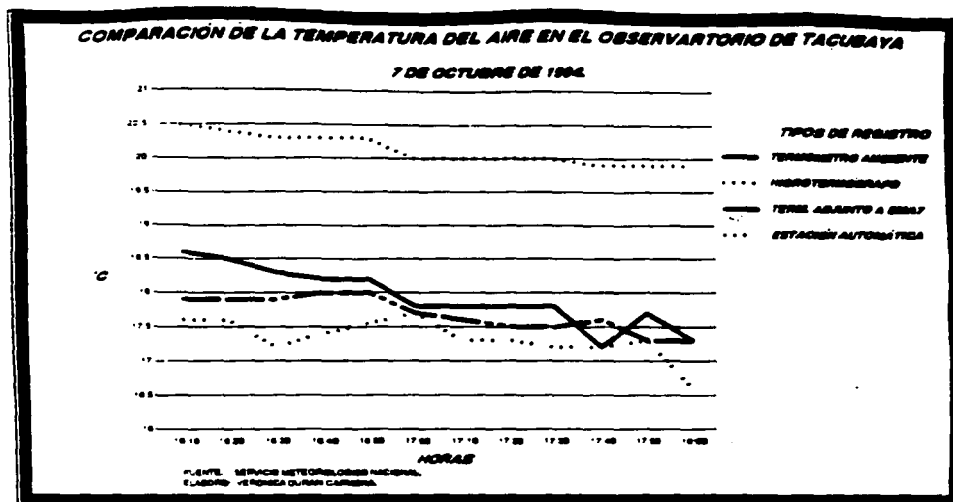


Gráfico no. 7

El día 7, el termómetro ambiente ordinario, el adjunto a la automática, así como el de esta, muestran una similitud entre sí; por su parte el higrotermógrafo mantiene un comportamiento muy semejante a las observaciones del día anterior, donde su registro permanece constante. Las temperatura extrema es registrada por el higrotermógrafo y la mínima por la estación meteorológica automática.

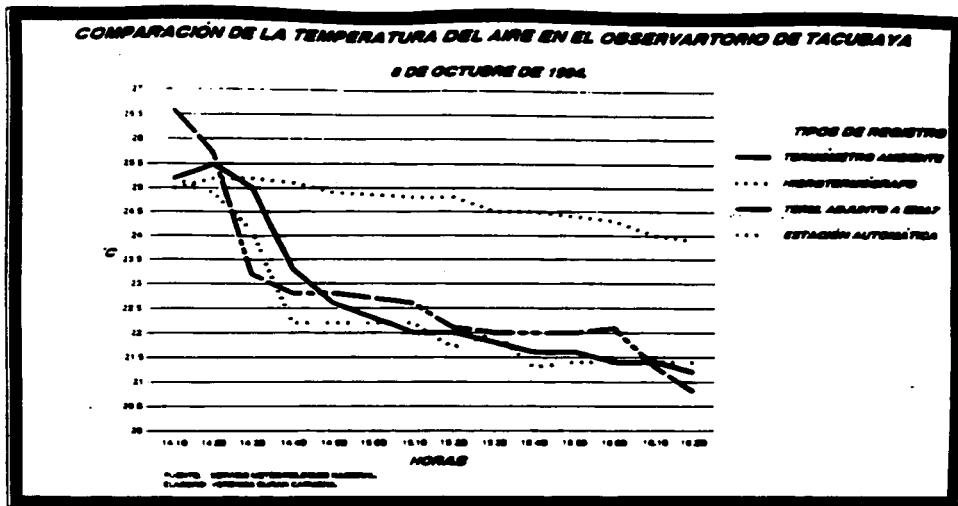


Gráfico no. 8

El día 8, sucede un caso muy similar al día 6, donde a pesar de que las horas de observación varían, el higrotermógrafo continua marcando temperaturas constantes (comportamiento lineal). Mientras que los demás instrumentos presentan registros más parecidos y de menor valor.

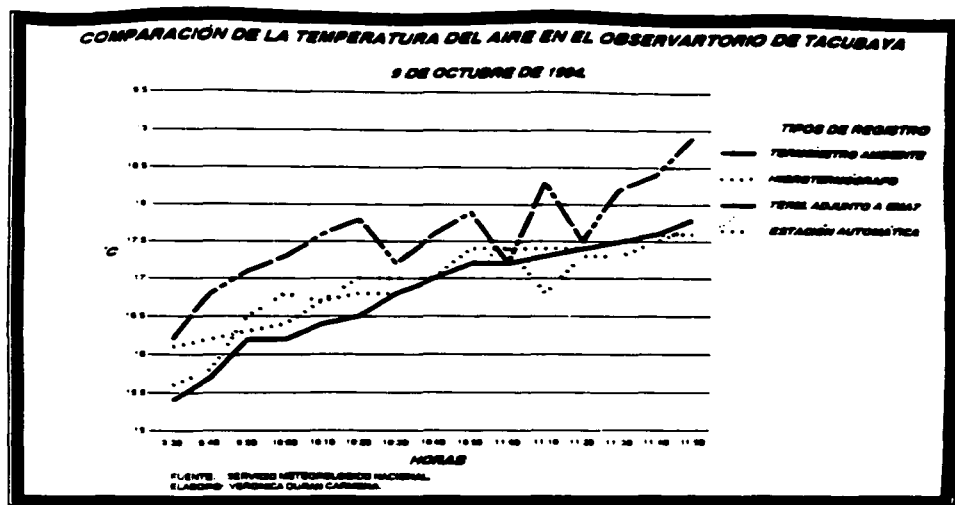


Gráfico no. 9

Durante las observaciones del día 9, existe una mayor igualdad entre los registros de la estación automática, del termómetro ambiente y del higrotermógrafo. Pero el termómetro adjunto a la estación automática no mantiene el mismo rango de registros que se presentan en los demás medios de observación, ya que llega a dar valores más bajos que los de los demás medios.

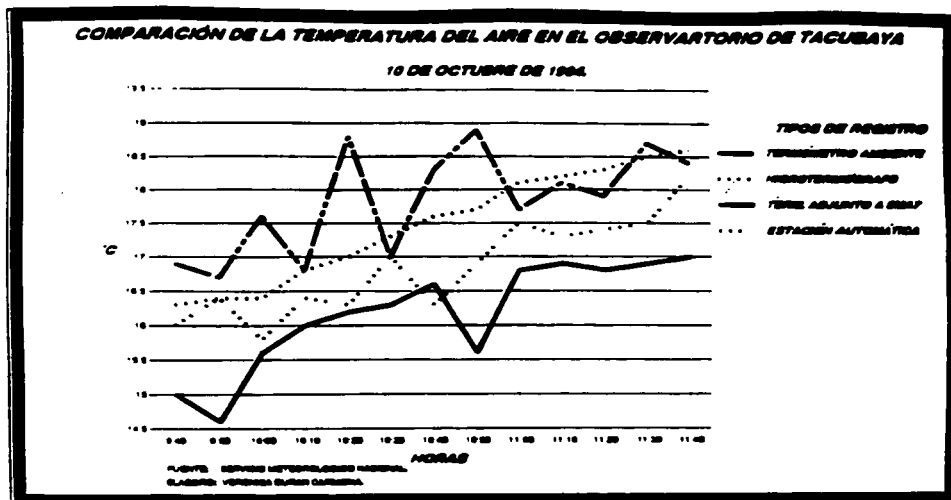


Gráfico no. 10

La gráfica presenta irregularidad en los registros de todos los medios de observación, los datos más altos son los del termómetro adjunto a la estación automática, los mínimos son los señala el termómetro ambiente. En el lapso de las 9:40 a las 11:40 am. el registro más alto es mayor a los 18.5 °C, y lo da el termómetro que se localiza adjunto a la estación automática, mientras que la temperatura mínima que oscila entre los 14.5 °C y los 15.0 °C la proporciona el termómetro ambiente.

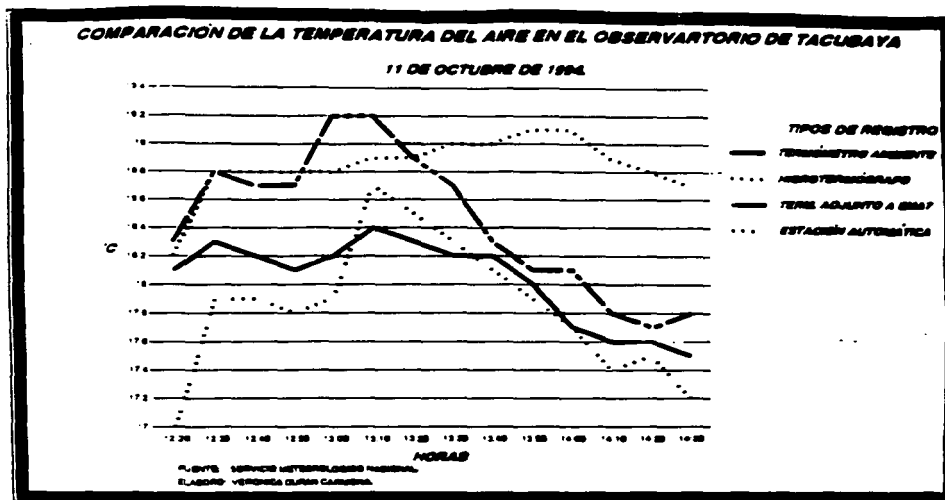


Gráfico no. 11

El día 11, la temperatura que se observa en el gráfico guarda un comportamiento semejante entre sí, tanto por el termómetro ambiente como por el sensor de la estación automática; con un rango mayor de diferencia se encuentra el registro del termómetro adjunto a la estación automática, mientras que el valor más acentuado de temperatura lo registra el higrotermógrafo.

La temperatura máxima la proporciona el termómetro adjunto a la estación automática, que oscila entre los 19 y 19.5 °C, y la temperatura mínima registrada la da la estación automática con 17 °C.

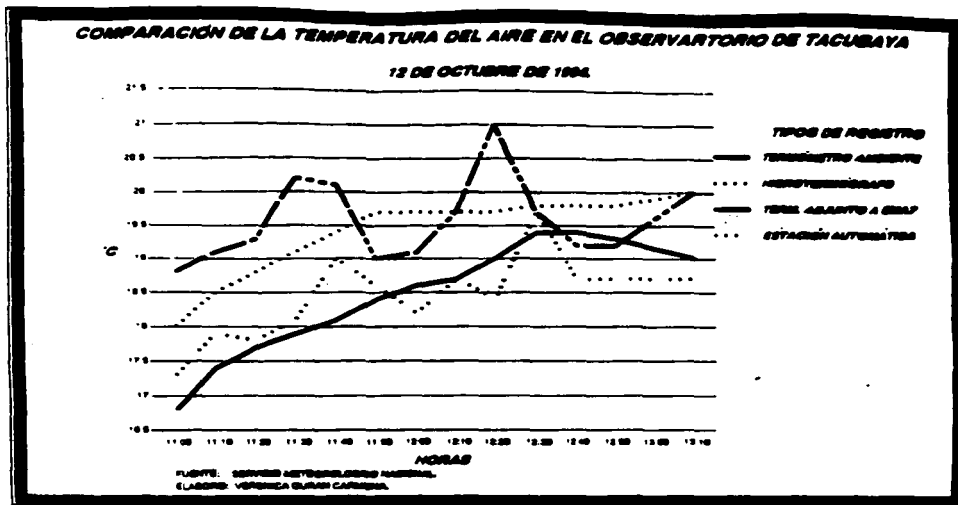


Gráfico no. 13

El día 12 como el gráfico lo muestra, los registros más semejantes los ofrece el termómetro ambiente y el higrotermógrafo, pero sin haber igualdad.

Las temperaturas máximas las registra el termómetro adjunto a la estación automática, con una temperatura mayor a 21.0 °C, mientras que la mínima la proporciona el termómetro ambiente, y oscila entre los 16.8 °C y los 17.0 °C.

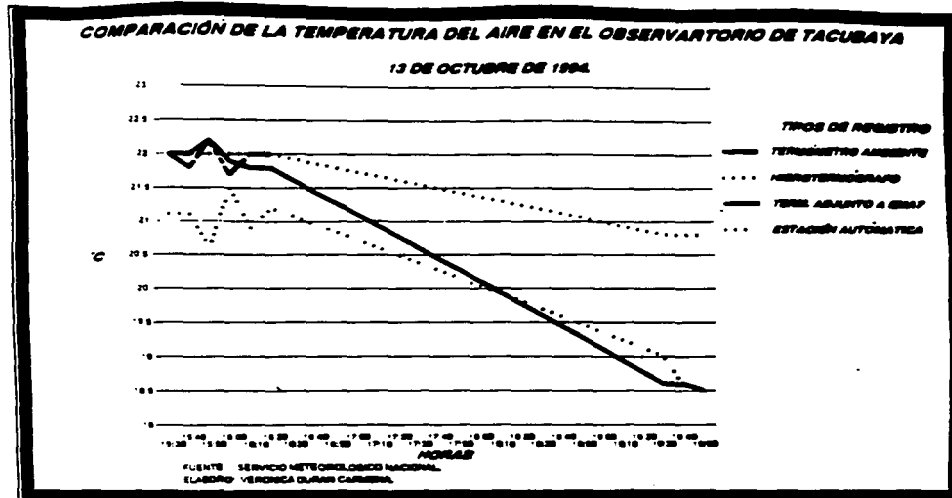


Gráfico no. 13

Durante el día 13, sucede un caso notorio, ya que el termómetro adjunto a la estación automática y el higrotermógrafo conservan igualdad en sus registros durante las horas de observación, mientras que la estación automática y el termómetro ambiente mantienen una estrecha semejanza en su registro, que al principio muestra una deferencia de 1.6 °C, que termina siendo nula.

Las temperaturas máximas las registra el termómetro adjunto a la estación automática, y las mínimas el termómetro ambiente y la estación automática.

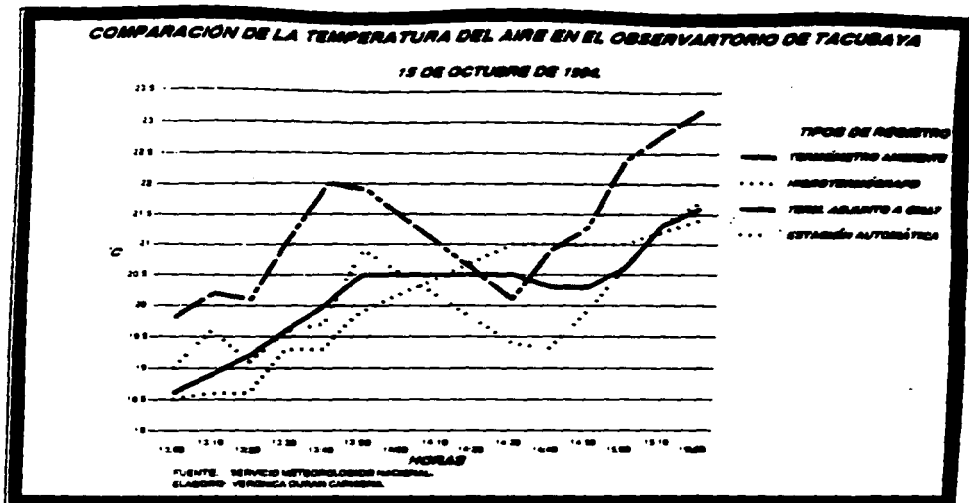


Gráfico no. 14

El día 15 de octubre, durante una hora aproximadamente, el higrotermógrafo, el termómetro ambiente, así como la estación automática presentan un comportamiento en sus registros muy similar, y a partir de las 14:10 pm. cada medio de registro cambia el rango y se hace mayor la diferencia entre los datos.

Se puede observar que tanto en la estación automática como en el termómetro adjunto el comportamiento es más similar entre sí, la mayor parte del tiempo.

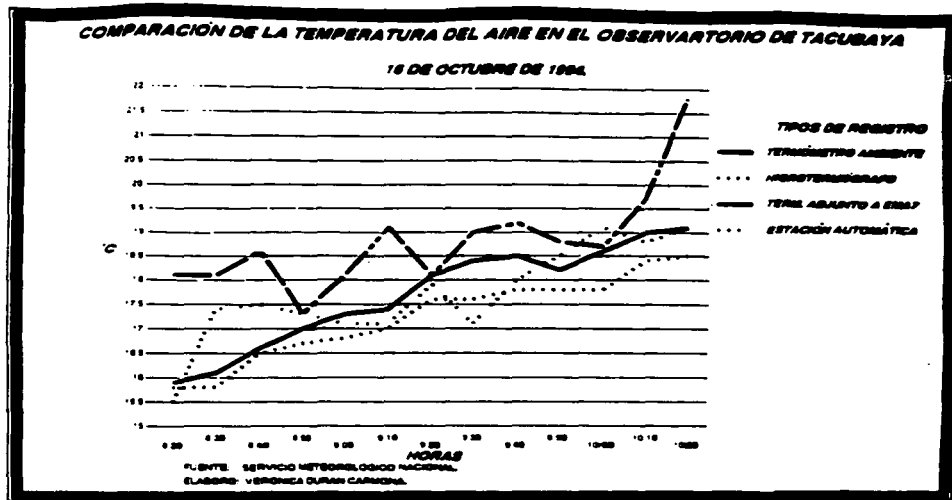
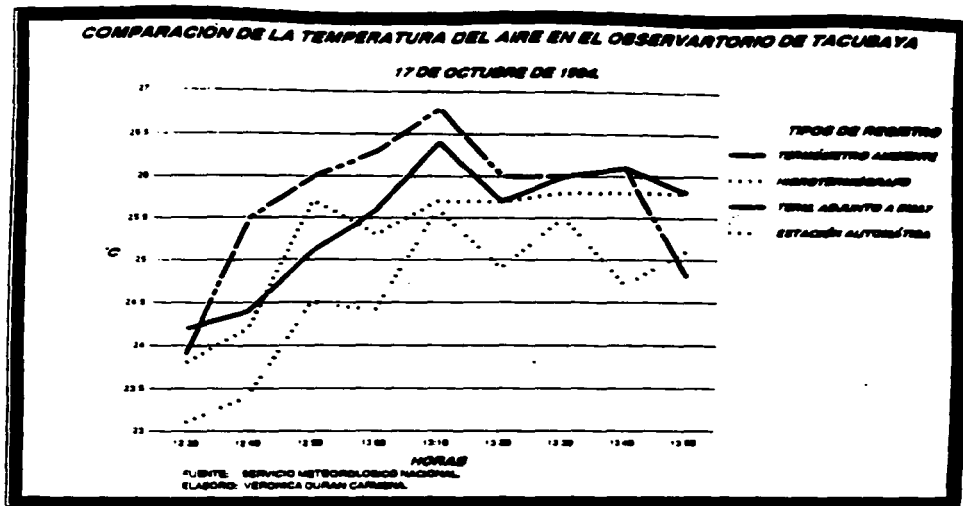


Gráfico no. 15

El día 16 de octubre, el gráfico muestra que el termómetro adjunto a la estación automática registra las máximas temperaturas.

Se advierte una mayor semejanza entre el termómetro ambiente y el higrotermógrafo.

Por su parte, la estación automática mantiene un registro muy distinto al de los demás medios, pues mientras que la temperatura sube durante algunos minutos en otros instrumentos, el sensor marca una temperatura en descenso.



Gráfica no. 16

La gráfica indica que los registros más altos corresponden a los del termómetro adjunto a la estación automática, con una temperatura máxima mayor a los 26.5 °C, y los registros más bajos los tiene la estación automática con una máxima de 25.5 °C a 26.0 °C, y una mínima mayor a los 23.0 °C.

Por otra parte, se observa en general, que hay momentos en que las temperaturas coinciden en ciertos medios, en cambio en otros son muy diferentes.

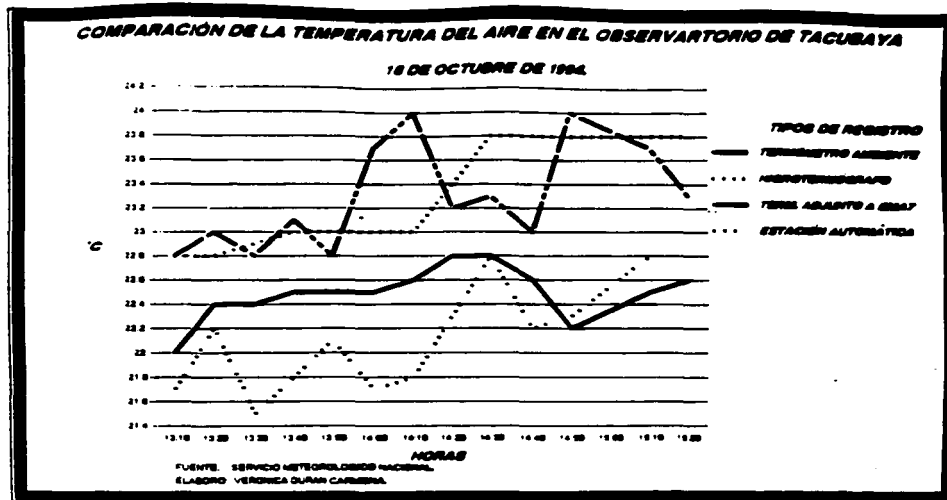


Gráfico no. 18

En este día último de recopilación de datos, el gráfico muestra un comportamiento mucho muy irregular, y se ve claramente que existe poca semejanza en los registros de cada uno de los medios. En ocasiones se advierte una aparente similitud, pero al presentarse un cambio de temperatura notorio, suele darse una mayor desigualdad entre los registros.

Conclusiones

En cuanto a los resultados generales comparativos de la temperatura que se observó durante 17 días en horas distintas, en lapsos de 10 min. tenemos lo siguiente:

a) A pesar de realizar los registros en cortos períodos de tiempo, no se detectó en el desarrollo del experimento un día con observaciones que presentaran igualdad; cada uno de los instrumentos mantuvo un comportamiento distinto; esto es obvio ya que cada mecanismo de funcionamiento tiene un origen diverso, sin embargo, el emplazamiento físico no es muy heterogéneo para que incida drásticamente en el registro de los datos.

b) A pesar de que algunas horas de observación coincidieron, el rango de los registros fue muy diferente.

c) Fue notorio el problema del aparato de registro llamado higrómetro, entre el sexto y octavo día del mes, ya que el retraso en su sistema de cuerda, o bien otro tipo de falla, originó que éste presentara una temperatura estable durante períodos largos de tiempo (tres horas), y que su registro estuviera muy por encima de los otros.

d) Durante la mayor parte del experimento se observó que la estación meteorológica automática manifestaba las temperaturas más bajas en comparación con los otros medios de registro, mientras que el termómetro que se hallaba adjunto a la estación automática registró las temperaturas más altas. En pocas ocasiones el comportamiento se presentaba de manera diferente.

e) Los tipos de instrumentos que conservaron más semejanza, sin llegar a la igualdad, fueron el higrómetro y el termómetro ambiente a excepción de los días 6, 7 y 8 del

mes.

f) *La diferencia entre la estación automática y el termómetro ambiente suele ser pequeña en algunos de los minutos observados, pero de acuerdo a la OMM, el rango de error permitible es de 0.5 décimas de grado, lo que no se cumplió ya que en varias ocasiones se superó tal valor.*

g) *Las mayores diferencias entre los instrumentos de medición, se observaron en los datos que indicó la estación automática y el termómetro adjunto a la misma, a excepción de los días 6, 7, 8 y 11.*

f) *Cabe señalar, que entre el termómetro adjunto a la estación automática y el sensor de la misma, se tuvo lo siguiente:*

1- *Que se encuentran en el mismo sitio de emplazamiento.*

2- *En apariencia el comportamiento del sensor de la estación automática presenta el mismo funcionamiento o trabaja de manera muy semejante al termómetro tradicional.*

3- *El sensor de la estación automática presenta una autonomía que debiera favorecer al trabajo o necesidades meteorológicas demandantes.*

4- *No se da una manifestación adecuada de la veracidad del sensor de temperatura.*

g) *Los días donde se presentó igualdad por parte de algunos de los registros fueron:*

1- *El día 2 de octubre, entre el termómetro ambiente y el higrotermógrafo por un lapso de 30 minutos.*

2- *Un caso notorio resultó el día 13 de octubre, cuando el higrotermógrafo y el termómetro adjunto a la estación automática coincidieron totalmente a partir de las 16:50 hrs. hasta las 19:50 hrs. del período de observación. Asimismo la estación automática y el termómetro ambiente guardaron una gran similitud en sus registros.*

Comentarios:

Pocos fueron los días en los cuales el fenómeno de precipitación influyó en el comportamiento de la temperatura en cada instrumento. (Ver los gráficos de los días 6 y 7, de temperatura y de precipitación, respectivamente).

No hubo cambios considerables en el comportamiento de los instrumentos al variar la hora de las observaciones; ya que se realizaron desde las 8:20 hrs. am. hasta las 19:50 pm. estas últimas con ayuda de una lámpara ya que la visibilidad natural no era favorable.

A lo antes indicado, debe agregarse:

La necesidad de reconsiderar el error humano (vista, técnica de observación y cuidado).

La conveniencia de tomar en cuenta el error por instrumento, (separación de mercurio, mecanismo del equipo, paralaje, etcétera).

3. COMPARACIÓN DE LA PRESIÓN (EXPERIMENTO)

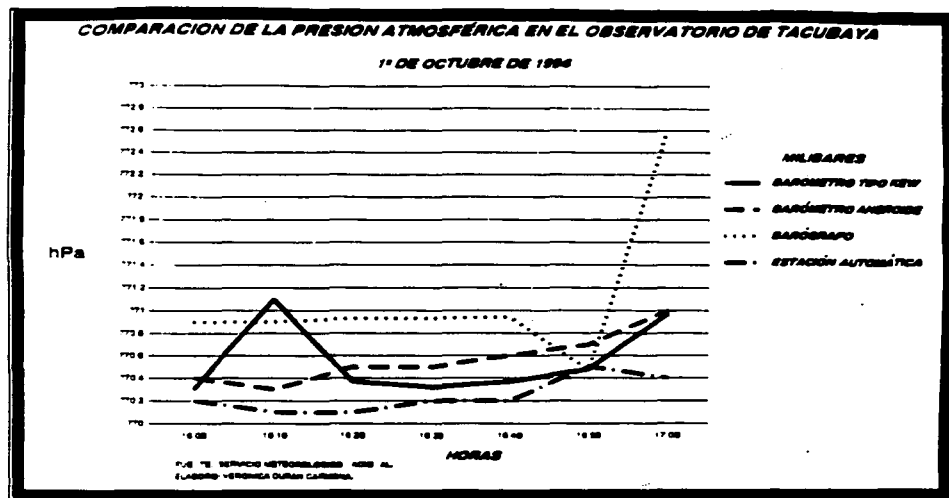


Gráfico no. 1-a

En este período de tiempo, los registros de todos los medios de observación fueron muy distintos entre sí, los que más semejante se comportaron fueron la estación automática y el barómetro aneróide. Mientras que los demás medios de observación conserbaban hasta 12 hectopascales de diferencia. El barógrafo, aparato de registro tuvo un dato no muy convincente de la presión a las 16:50 horas.

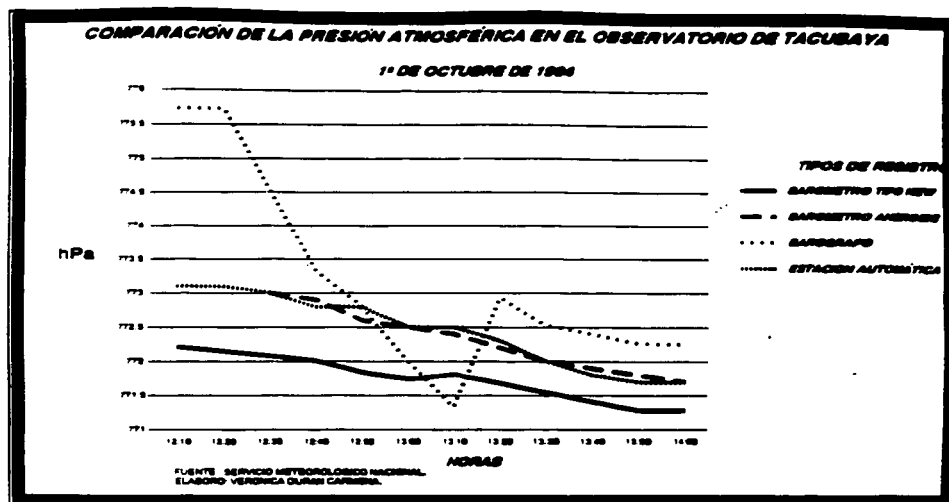


Gráfico no. 1-6

El mismo día pero horas más tarde, el barógrafo continua con registros no muy acordes con el comportamiento de los demás instrumentos.

El que registra la presión más baja es barómetro tipo Kew, le siguen el barómetro aneroide y después la estación meteorológica automática; las diferencias oscilan entre las décimas de hPa a los 4 hectopascales, esta última respecto a los instrumentos tradicionales como lo son el barómetro Kew y el barógrafo.

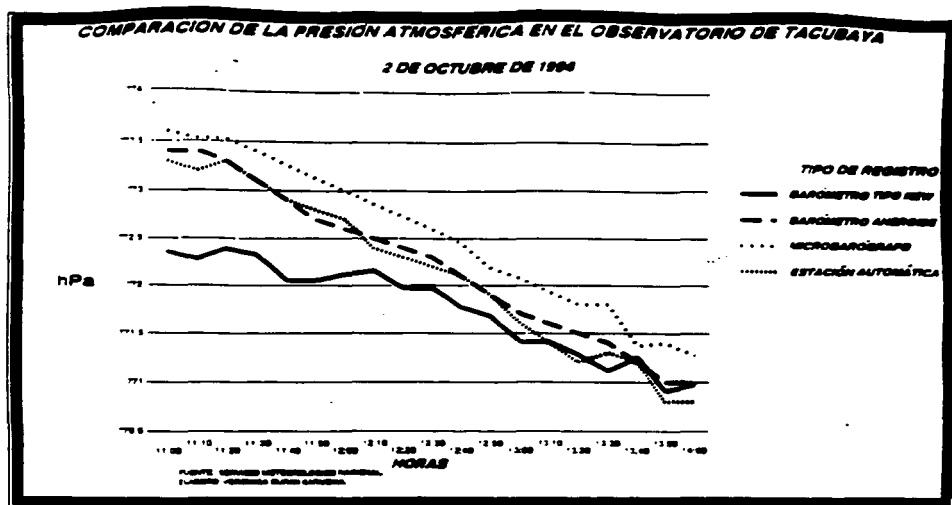


Gráfico no. 2

El día 2 de octubre, se observa una mayor similitud, en algunos momentos de la observación, se detecta igualdad en los registros del barómetro aneroides con la estación automática. El microbarógrafo continua manifestando valores por arriba de todos los medios de registro. Las diferencias entre los datos van de décimas de hPa hasta un hectopascal.

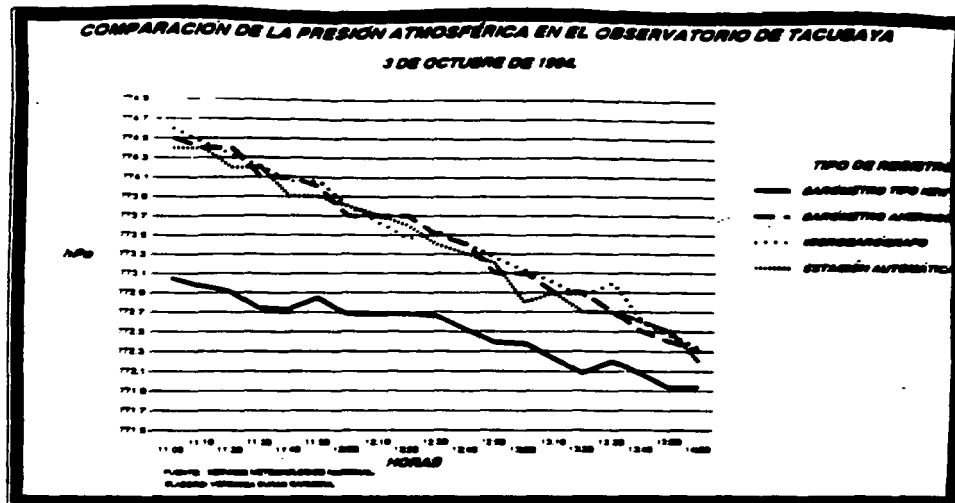


Gráfico no. 3

El día 3, se ve claramente como los registros que más coinciden entre sí son el barómetro aneróide, la estación automática y el microbarógrafo, mientras que el barómetro tipo Kew se mantiene con muy por debajo de los demás instrumentos; hasta con una diferencia de 0.5 hectopascales.

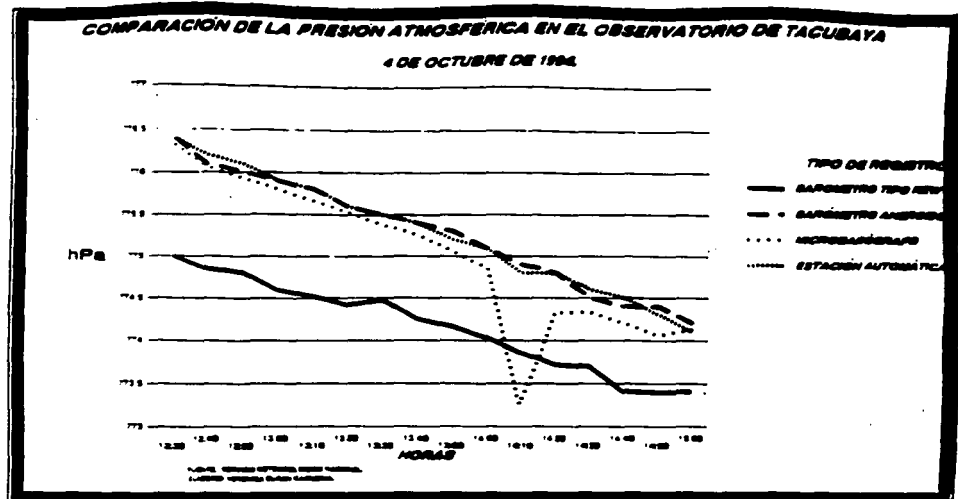


Gráfico no. 4

El día 4, los valores del microbarógrafo se alejan del barómetro aneroide y de la estación automática, el dato indica una presión menor de 773,5 hectopascales y los demás medios casi de 775 hPa. Por su parte el barómetro tipo Kew, continúa con registros inferiores a cualquiera de los registros de los demás instrumentos de medición.

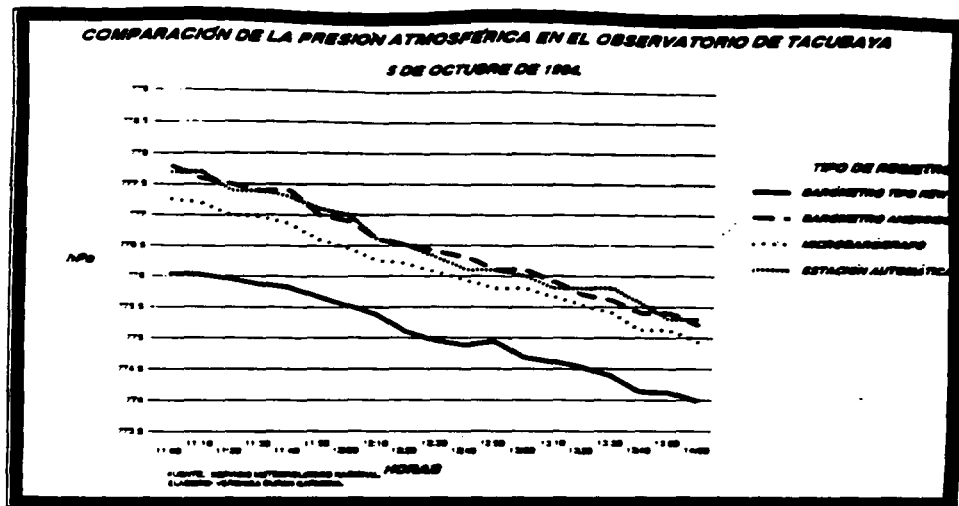


Gráfico no. 5

El día 5, los registros mantienen mayor similitud, los más similares en sus registros son el barómetro aneroide y la estación automática, el microbarógrafo se encuentra con registros inferiores a los dos instrumentos anteriores. Y el barómetro tipo Kew conserva los datos más bajos. Las diferencias son de algunas décimas de hectopascal.

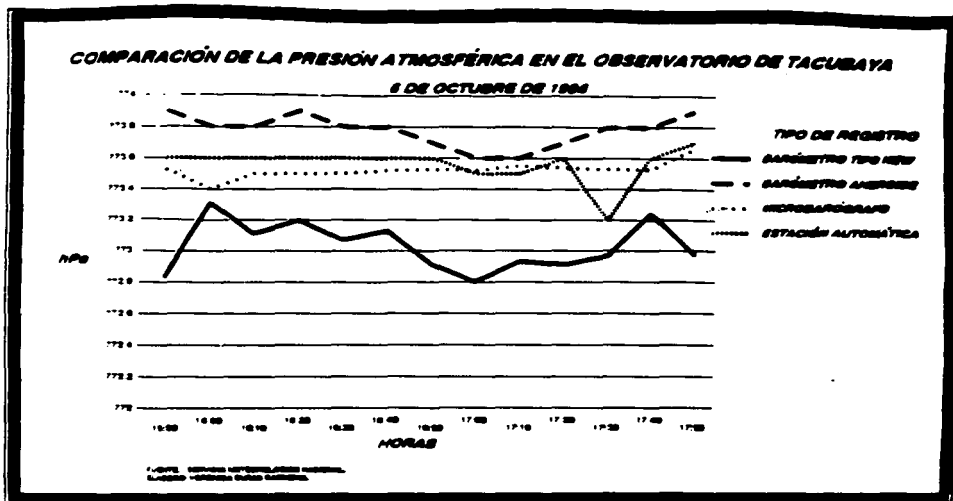


Gráfico no. 6

El día 6, se observa que el barómetro tipo Kew indica las presiones más altas durante el periodo de observación, mientras que el barómetro aheroide mantiene los registros más bajos.

Por su parte la estación meteorológica automática y el microbarógrafo conservan mayor similitud en sus observaciones.

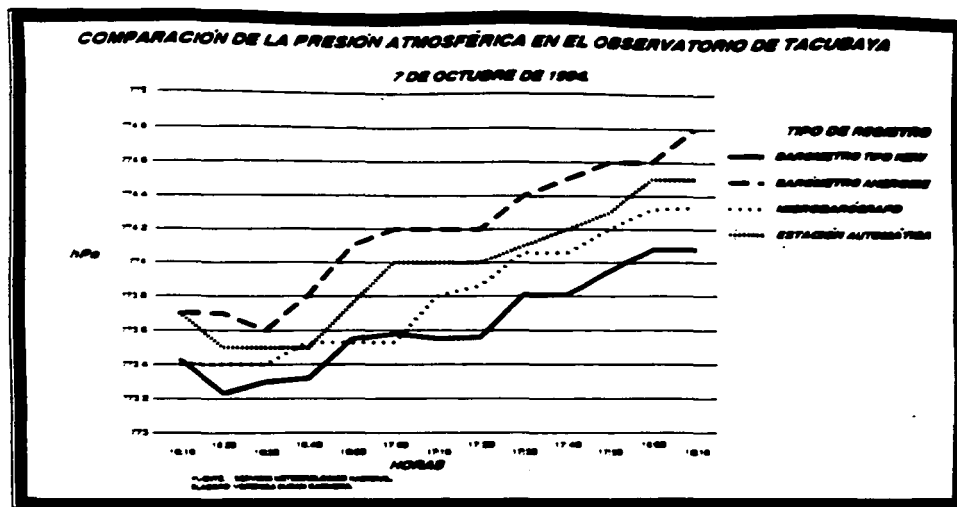


Gráfico No. 7

El día 7, entre cada uno de los registros se observa una ligera diferencia, y mayor similitud en las observaciones. La estación automática con respecto al barómetro tipo kew, guarda una diferencia de 0.5 hectopascal. Los más cercanos en cuanto a sus registros, son el barómetro aneroides y la estación automática.

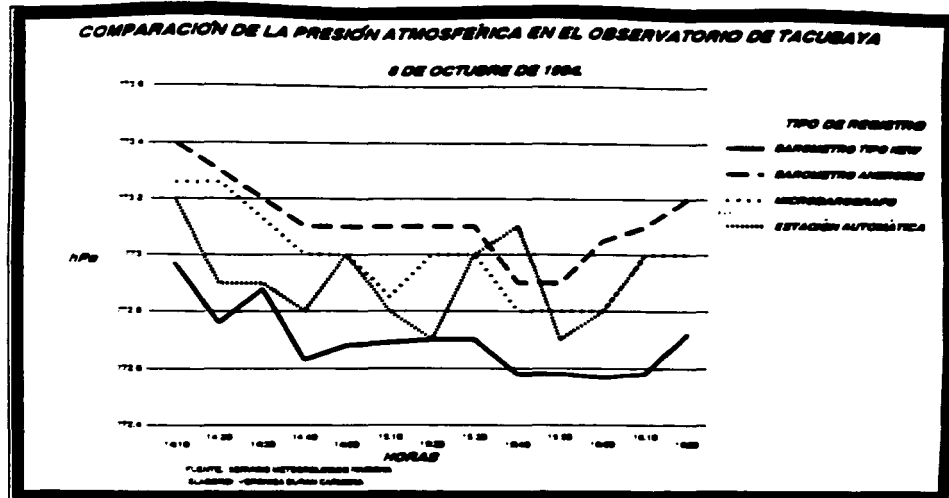


Gráfico no. 8

El día 8, se observa una gran irregularidad en los resultados de las observaciones, en este lapso de tiempo, los registros que conservan mayor similitud son los del microbarógrafo y los del barómetro aneróide. Las diferencias más notorias son de décimas de hectopascal. Un detalle a observar en esta gráfica es un adelanto en la información que proporciona la estación automática.

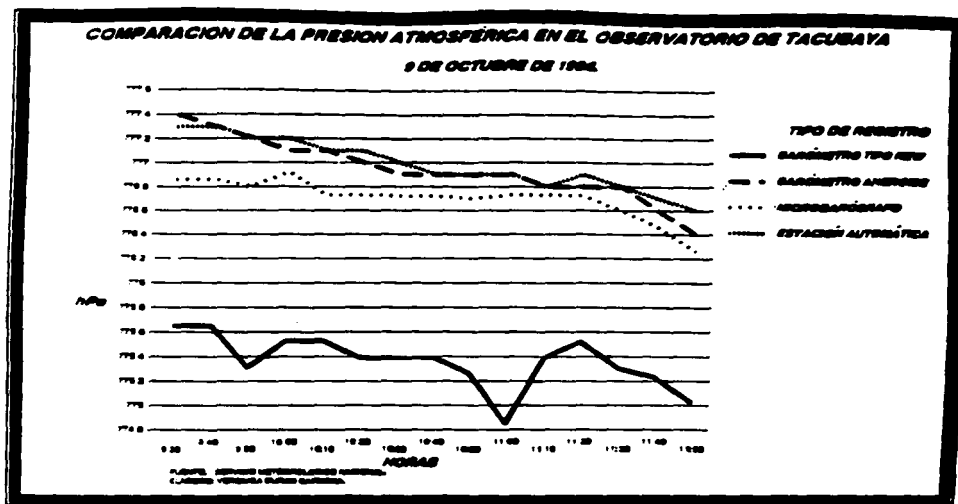
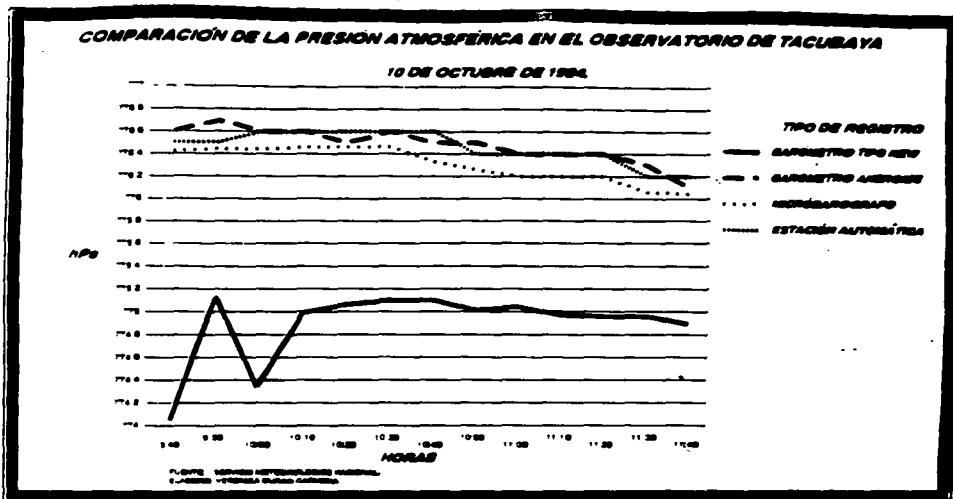


Gráfico no. 9

El día 9, los registros de los instrumentos como los son el barómetro aneroida, el microbarógrafo y la estación automática, mientras que el tipo Kew conserva hasta diferencias con respecto a los demás instrumentos de 5 hectopascales.

Los instrumentos que registran datos más similares son el barómetro aneroida y la estación meteorológica automática.



Durante el día 10, continua el mismo comportamiento de los registros, sin embargo, los registros del barómetro tipo kew, están muy por abajo de los demás datos.

Las diferencias son considerables, ya que van de 0.1 hasta 2 hectopascales.

Los datos que más se asemejan entre sí son los que indican el barómetro aneroide y la estación automática.

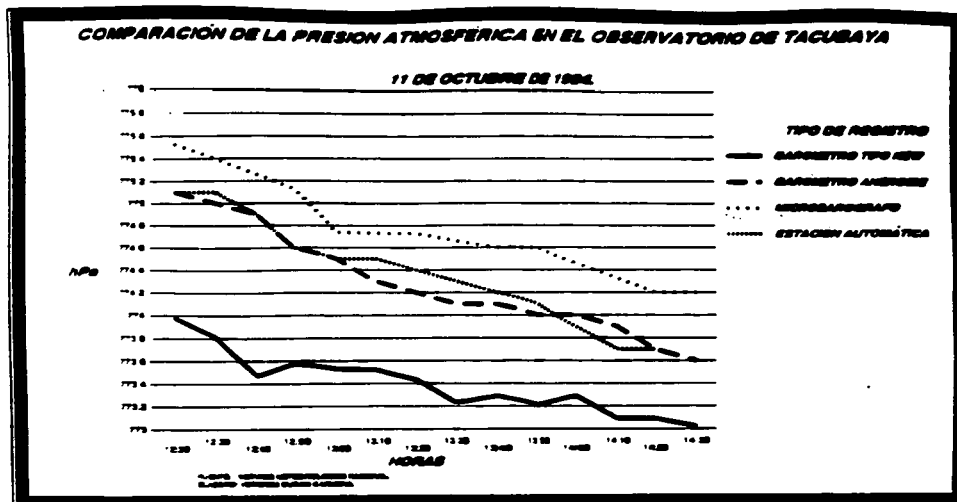


Gráfico no. 11

Durante el día 11, los registros tienen un comportamiento similar pero conservan diferencias considerables, los datos más altos los registra el microbarógrafo y los menores el barómetro tipo kew, algunos de los registros del barómetro aneroide y de la estación automática mantienen igualdad, como se ve a las 12:40 y 13:00 horas.

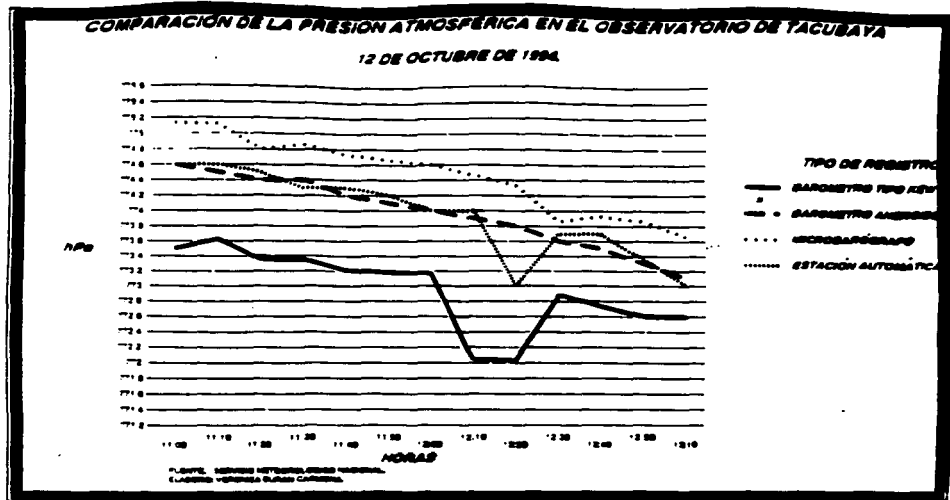


Gráfico no. 12

El día 12, se conserva un comportamiento similar a los días anteriores; donde las diferencias son muy claras entre la estación automática y el barómetro tipo kew, mientras que es más similar con los datos que mantiene el barómetro aneroide.

Las diferencias van desde algunas décimas de hPa hasta 2.5 hectopascuales.

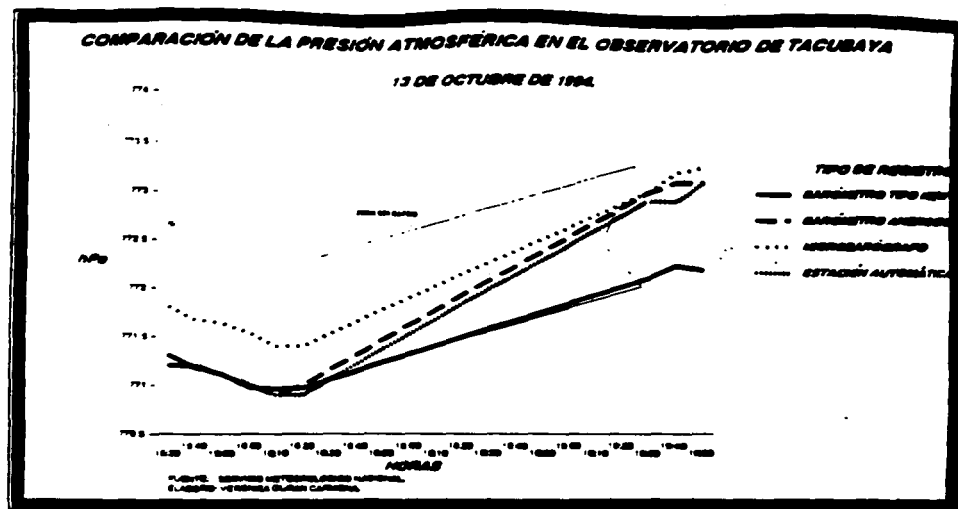


Gráfico no. 13

Durante este a pesar de no presentar continuidad en la manera de realizar la observación, los datos observados tienen mucha similitud e inclusive igualdad en algunos casos. Únicamente el microbarógrafo se aleja ligeramente de los demás registros.

Y el barómetro tipo Kew, conserva los datos inferiores de todos los medios de observación.

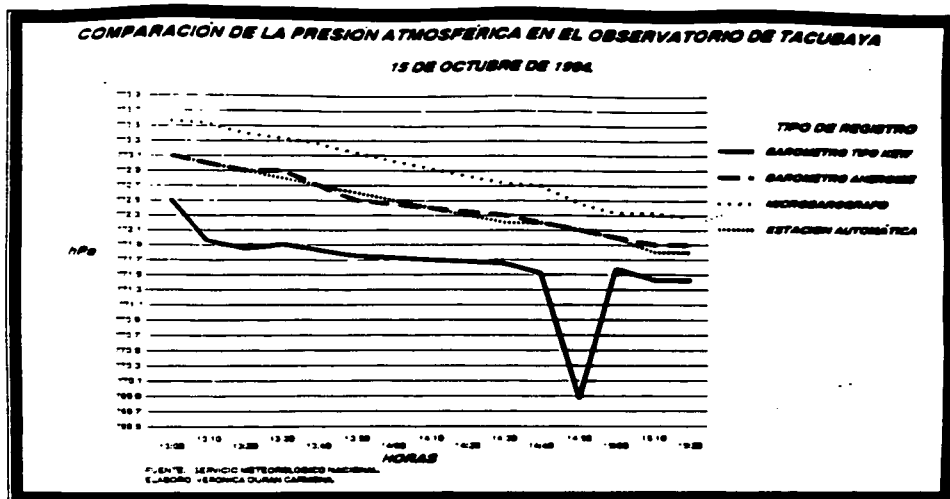


Gráfico no. 14

El día 15, los registros los datos de la estación automática con los del barómetro aneróide conservan igualdad, mientras que el microbarógrafo registra los valores más altos el barómetro tipo kew tiene los registros más bajos.

Las diferencias son considerables entre el microbarógrafo y el barómetro tipo kew; por su parte este último presenta un dato muy bajo a las 14:30 horas en relación a su comportamiento general.

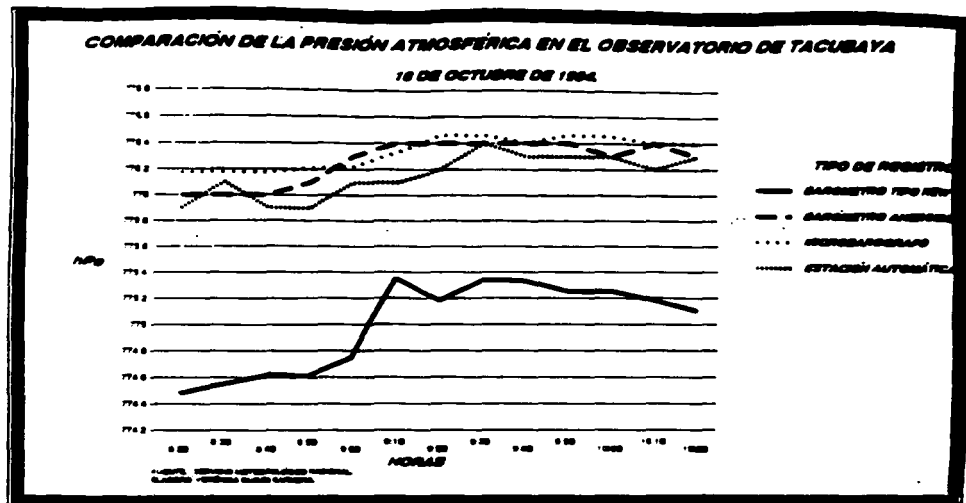


Gráfico no. 15

El día 16 el microbarógrafo, la estación automática y el barómetro aneroide conservan gran similitud entre sí sus diferencias son de algunas décimas de milibar. Mientras que el barómetro tipo Kew se aleja bastante de dicho comportamiento y mantiene diferencias mayores a 1.5 milibares.

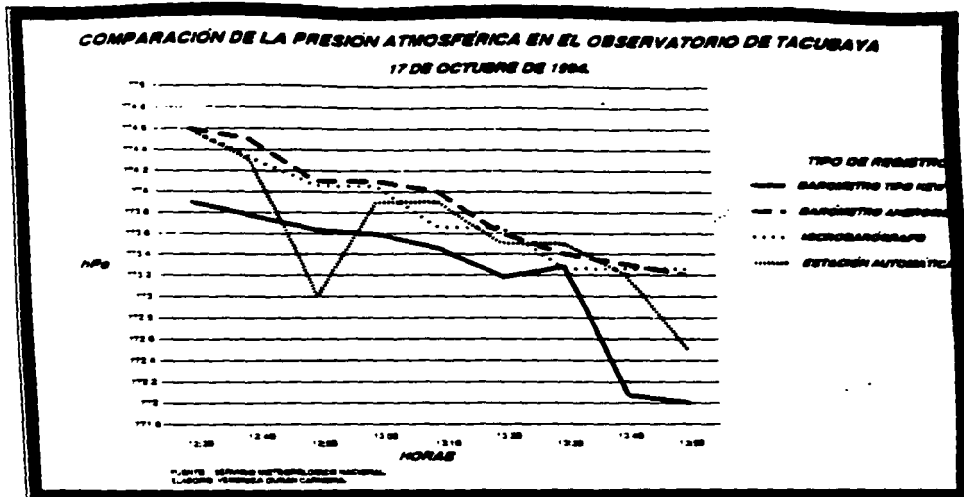


Gráfico no. 16

La irregularidad en todos los datos es muy notoria en cuanto a su comportamiento, sin embargo, entre los registros del barómetro aneroide y el microbarógrafo existe gran similitud.

Un dato de la estación meteorológica automática se ve fuera de su funcionamiento a las 12:50 horas. Los datos más altos los da el barómetro aneroide y los inferiores son los que registra el barómetro tipo Kew.

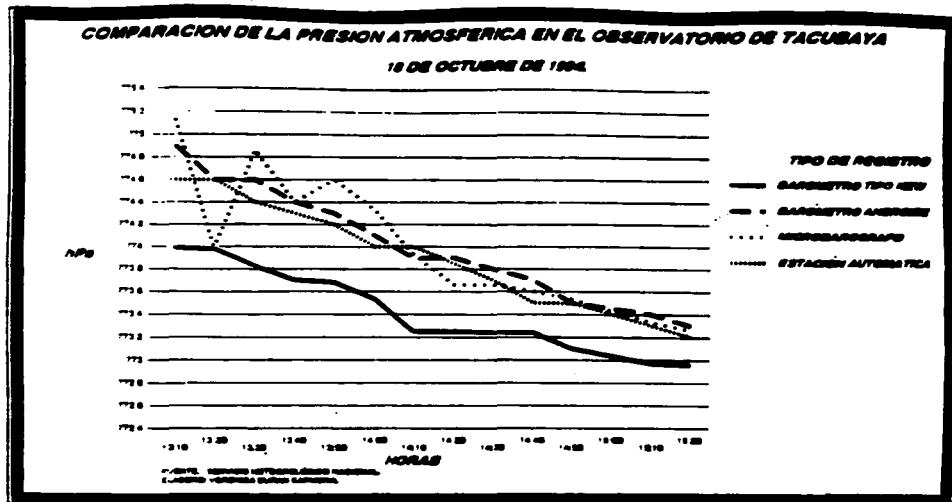


Gráfico no. 17

En cuanto al día 18, al inicio de las observaciones se detecta irregularidad en los registros del microbarógrafo, pero con el transcurso del tiempo se asimila a los registros de los demás instrumentos.

Mientras que el barómetro tipo kew continua registrando los valores más bajos de todos los instrumentos que miden la presión atmosférica. En general las diferencias son de algunas décimas de milibar.

Conclusiones

De acuerdo a este tipo de comparación cada 10 minutos, se pueden detectar claramente los errores que se manifiestan en cada uno de los medios de los medios de observación, en el caso de los resultados, algunos de ellos son congruentes, pues como es el caso del barómetro tipo Kew, el cual registra valores muy bajos en relación a la estación meteorológica automática pues se localiza a menor altura y ese debe ser su comportamiento.

Por otro lado, como se pudo percibir, los registros que manifiestan mayor similitud e inclusive igualdad entre sí, son el barómetro aneroide y la estación automática.

Mientras que el microbarógrafo conserva en casi toda la comparación los valores más altos de todos los registros de la presión atmosférica.

Cabe señalar, que el tipo de discrepancias o similitudes que se detectan sólo se pueden percibir en éste tipo de gráficas, puesto que la estación automática trabaja con promedios horarios y por lo tanto lo que se ve en estas gráficas no es tan fácil de observar en otras escalas de trabajo.

4. CUADROS DE TEMPERATURA DEL AIRE (EXPERIMENTO)

CUADRO NO. 1

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 1º DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMÓGRAFO	TERMOMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
12:00	18.4	17.0	18.7	18.7
12:10	18.0	17.5	19.8	18.1
12:20	19.0	17.8	20.1	19.0
12:30	19.0	18.0	19.4	19.1
12:40	19.2	18.0	19.2	18.7
12:50	19.2	18.1	19.4	18.7
13:00	19.5	18.2	19.4	18.6
13:10	19.6	18.3	19.9	18.6
13:20	19.8	18.3	20.0	19.1
13:30	20.0	18.8	20.0	19.1
13:40	20.4	19.0	20.6	19.8
13:50	20.6	19.1	20.6	20.2
14:00	20.5	19.9	20.9	19.8
16:00	21.4	21.0	21.9	20.5
16:10	21.2	21.1	20.9	20.5
16:20	19.9	20.7	19.1	20.1
16:30	19.2	20.2	19.1	18.5
16:40	19.2	20.2	19.0	18.6
16:50	18.7	19.9	17.9	18.6
17:00	18.3	19.7	17.1	17.6

RESUMEN:

SUMA	391.1	380.8	393.0	381.7
MEDIA	19.5	19.0	19.6	19.1
MÁXIMA	21.4	21.1	21.9	20.5
MÍNIMA	18.0	17.0	17.1	17.6
OSCILACIÓN	3.4	4.1	4.8	2.9

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: DURAN CARMONA VERÓNICA

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA

FECHA: 2 DE OCTUBRE DE 1994.

TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)

HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMÓGRAFO	TERMOMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
11:00	20.3	19.3	20.8	19.9
11:10	20.3	20.1	21.7	19.7
11:20	21.0	20.5	21.7	20.7
11:30	21.4	21.0	22.0	21.0
11:40	21.6	21.0	22.3	20.7
11:50	21.8	21.8	22.2	21.2
12:00	21.8	21.8	22.0	20.3
12:10	22.0	21.8	22.8	19.8
12:20	22.4	22.0	23.0	21.4
12:30	22.6	22.0	23.0	21.3
12:40	23.0	22.6	24.0	21.5
12:50	22.8	23.0	23.3	22.6
13:00	22.8	23.0	22.9	22.9
13:10	22.9	23.1	23.3	22.3
13:20	23.1	23.1	23.5	22.3
13:30	22.9	23.1	23.0	22.1
13:40	22.9	23.1	23.2	21.9
13:50	23.0	23.1	23.9	21.7
14:00	23.0	23.1	22.9	22.0
14:10	23.0	23.1	22.9	22.4

RESUMEN:

SUMA	443.0	441.8	453.4	427.9
MEDIA	22.2	22.1	22.7	21.4
MÁXIMA	23.1	23.1	24.0	22.9
MÍNIMA	20.3	19.3	20.8	19.7
OSCILACIÓN	2.6	3.6	3.2	3.2

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
LABOR: BUBAN CARRERA VERÓNICA

CUADRO NO. 3

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 3 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida ° C)				
HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTERMÓGRAFO	TERMOMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACION AUTOMÁTICA
11:00	21.0	21.5	22.0	20.6
11:10	21.5	22.1	22.1	19.8
11:20	21.7	22.1	23.1	21.2
11:30	22.0	22.3	22.7	21.7
11:40	22.0	22.8	22.1	21.2
11:50	21.9	22.8	22.7	20.9
12:00	22.4	22.8	21.7	21.5
12:20	22.3	22.8	22.8	21.2
12:30	22.7	22.9	24.0	21.5
12:40	22.9	22.9	22.9	23.0
12:50	22.8	22.8	22.8	21.9
13:00	23.0	23.0	23.4	21.8
13:10	23.2	23.2	23.0	21.9
13:20	23.2	23.2	23.2	22.7
13:30	23.0	23.1	23.0	22.4
13:40	22.7	23.0	22.2	22.2
13:50	22.4	23.1	22.7	21.6
14:00	22.4	23.0	23.0	21.9
RESUMEN:				
SUMA	403.1	409.4	409.4	389.0
MEDIA	22.4	22.7	22.7	21.6
MÁXIMA	23.2	23.2	24.0	23.0
MÍNIMA	21.0	21.5	21.7	19.8
OSCILACION	2.2	1.7	2.3	3.2

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: DURÁN CARMONA VEBÓNICA

CUADRO NO. 4

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 4 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMÓGRAFO	TERMÓGRAFO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
12:30	20.2	19.8	21.7	20.0
12:40	20.2	19.8	21.1	20.5
12:50	20.9	20.4	22.0	20.9
13:00	21.6	21.7	22.8	21.4
13:10	21.9	21.8	23.3	22.1
13:20	22.1	22.0	23.0	22.5
13:30	22.1	22.0	22.0	22.0
13:40	22.0	22.0	23.2	20.8
13:50	22.4	22.3	22.3	21.4
14:00	21.8	22.3	22.0	21.5
14:10	22.1	22.3	22.8	21.4
14:20	22.4	22.3	24.1	22.2
14:30	23.0	22.8	23.9	22.7
14:40	23.0	22.9	23.2	23.3
14:50	22.0	22.9	22.3	22.3
15:00	22.0	22.9	22.0	22.0

RESUMEN:

SUMA	349.7	350.2	361.7	347.0
MEDIA	21.8	21.9	22.6	21.7
MÁXIMA	23.0	22.9	24.1	23.3
MÍNIMA	20.2	19.8	21.1	20.0
OSCILACION	2.8	3.1	3.0	3.3

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DUBÁN CARRERA VERRUGA.

CUADRO NO. 5

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 5 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMÓGRAFO	TERMOMETRO AJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
11:00	19.4	19.0	19.5	18.8
11:10	19.4	19.0	20.2	18.6
11:20	19.4	19.0	19.2	19.5
11:30	19.2	19.0	19.1	18.4
11:40	19.2	19.0	19.5	18.2
11:50	19.3		20.2	18.8
12:00	19.6	19.3	20.4	21.6
12:10	19.7	19.3	20.4	21.4
12:20	19.8	19.5	20.7	18.9
12:30	19.8	19.6	20.3	20.2
12:40	19.9	19.7	20.2	19.6
12:50	19.8	19.7	20.0	19.5
13:00	19.8	19.7	20.4	19.2
13:10	20.0	20.0	21.1	19.8
13:20	20.4	20.0	21.1	20.6
13:30	20.2	20.0	20.0	20.3
13:40	20.0	20.0	20.0	
13:50	20.0	20.0	19.9	19.3
14:00	19.9	20.0	19.9	19.5
RESUMEN:				
SUMA	374.8	351.8	382.1	352.2
MEDIA	19.7	19.5	20.1	19.6
MÁXIMA	20.4	20.0	21.1	21.6
MÍNIMA	19.2	19.0	19.1	18.2
OSCILACION	1.2	1.0	2.0	3.4

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO CENTRAL.
 ELABORÓ: DURAN CARMONA PERÓNICA.

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA

FECHA: 6 DE OCTUBRE DE 1994.

TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)

HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMOGRAFO	TERMÓMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
15:50	18.9	22.0	17.9	23.0
16:00	18.4	22.0	18.1	17.2
16:10	18.3	21.9	17.9	17.5
16:20	18.3	22.0	18.2	17.4
16:30	18.6	22.0	19.2	17.8
16:40	18.7	22.0	18.3	18.3
16:50	17.0	22.0	18.3	18.1
17:00	18.0	21.9	18.7	18.0
17:10	18.0	21.8	18.0	18.1
17:20	18.0	21.7	18.1	18.1
17:30	18.0	21.6	18.5	17.7
17:40	17.8	21.6	18.8	17.9
17:50	17.4	21.6	18.7	18.3

RESUMEN:

SUMA	235.4	284.1	238.7	237.1
MEDIA	18.1	21.8	18.4	18.2
MÁXIMA	18.9	22.0	19.2	23.0
MÍNIMA	17.0	21.6	17.9	17.2
OSCILACIÓN	1.9	.4	1.3	5.8

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DUBAN CARBONERA PEREIRA.

CUADRO NO. 7

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA

FECHA: 7 DE OCTUBRE DE 1994.

TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)

HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMÓGRAFO	TERMÓMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACION AUTOMÁTICA
16:10	18.6	20.5	17.9	17.6
16:20	18.3	20.4	17.9	17.6
16:30	18.3	20.3	17.9	17.2
16:40	18.2	20.3	18.0	17.4
16:50	18.2	20.3	18.0	
17:00	17.8	20.0	17.7	17.7
17:10	17.8	20.0	17.6	17.3
17:20	17.8	20.0	17.3	17.3
17:30	17.8	20.0	17.3	17.2
17:40	17.2	19.9	17.6	17.2
17:50	17.7	19.9	17.3	17.3
18:00	17.3	19.9	17.30	16.6

RESUMEN:

SUMA	215.2	241.5	212.2	190.4
MEDIA	17.9	20.1	17.7	17.3
MÁXIMA	18.6	20.5	18.0	17.7
MÍNIMA	17.2	19.9	17.3	16.6
OSCILACION	1.4	0.6	0.7	1.1

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DURÁN CARMONA VERÓNICA.

CUADRO NO. 8

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO				CENTRAL DE TACUBAYA
FECHA: 8 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTERMÓGRAFO	TERMOMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
14:10	25.2	25.0	26.6	25.2
14:20	25.5	25.2	25.7	24.9
14:30	25.0	25.2	23.2	24.1
14:40	23.3	25.1	22.8	22.2
14:50	22.6	24.9	22.8	22.2
15:10	22.0	24.8	22.6	21.7
15:20	22.0	24.8	22.1	22.0
15:30	21.8	24.5	22.0	21.3
15:40	21.6	24.5	22.0	21.4
15:50	21.6	24.4	22.0	21.4
16:00	21.4	24.3	22.1	21.4
16:10	21.4	24.0	21.3	21.4
16:20	21.2	23.9	20.8	

RESUMEN:

SUMA	294.6	320.6	296.0	269.3
MEDIA	22.7	24.7	22.8	22.4
MÁXIMA	25.5	25.2	26.6	25.2
MÍNIMA	21.2	23.9	20.8	21.3
OSCILACION	4.3	1.3	5.8	3.9

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DURÁN CARRERA VERDECA.

CUADRO NO. 9

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 9 DE OCTUBRE DE 1996.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMOGRAFO	TERMÓMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
9:30	15.4	16.1	16.2	15.6
9:40	15.7	16.2	16.8	15.8
9:50	16.2	16.3	17.1	16.3
10:00	16.2	16.4	17.3	16.8
10:10	16.4	16.7	17.6	16.7
10:20	16.5	16.8	17.8	17.0
10:30	16.8	16.8	17.2	
10:40	17.0	17.0	17.6	17.0
10:50	17.2	17.4	17.9	17.2
11:00	17.2	17.4	17.2	17.4
11:10	17.3	17.4	18.3	16.8
11:20	17.4	17.4	17.5	17.3
11:30	17.5	17.5	18.2	17.3
11:40	17.6	17.6	18.4	
11:50	17.8	17.6	18.9	17.7
SUMA	252.2	254.6	264.0	219.1
MEDIA	16.8	17.0	17.6	16.8
MAXIMA	17.8	17.6	18.9	17.7
MÍNIMA	15.4	16.1	16.2	15.6
OSCILACION	2.4	1.5	2.7	2.1

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORA: DUBÁN CARMONA VERÓNICA.

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 10 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMOGRAFO	TERMOMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACION AUTOMATICA
9:40	15.0	16.3	16.9	16.0
9:50	14.6	16.4	16.7	16.4
10:00	15.6	16.4	17.6	15.8
10:10	16.0	16.8	16.8	16.4
10:20	16.2	17.0	18.8	16.3
10:30	16.3	17.3	17.0	17.0
10:40	16.6	17.6	18.3	16.3
10:50	15.6	17.7	18.9	16.9
11:00	16.8	18.1	17.7	17.5
11:10	16.9	18.2	18.1	17.3
11:20	16.8	18.3	17.9	17.4
11:30	16.9	18.5	18.7	17.5
11:40	17.0	18.6	18.4	18.2
RESUMEN:				
SUMA	210.3	227.2	231.8	219.0
MEDIA	16.2	17.5	17.8	16.8
MÁXIMA	17.0	18.6	18.9	18.2
MÍNIMA	14.6	16.3	16.7	15.8
OSCILACION	2.4	2.3	2.2	2.4

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DUBAN CARRERA VERÓNICA.

CUADRO NO. II

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO		CENTRAL DE TACUBAYA		
FECHA: 11 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMOGRAFO	TERMÓMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
12:20	18.1	18.2	18.3	17.0
12:30	18.3	18.8	18.8	17.9
12:40	18.2	18.8	18.7	17.9
12:50	18.1	18.8	18.7	17.8
13:00	18.2	18.8	19.2	17.9
13:10	18.4	18.9	19.2	18.7
13:20	18.3	18.9	18.9	
13:30	18.2	19.0	18.7	
13:40	18.2	19.0	18.3	
13:50	18.0	19.0	18.1	
14:00	17.7	19.1	18.1	17.7
14:10	17.6	18.9	17.8	17.4
14:20	17.6	18.8	17.7	17.5
14:30	17.5	18.7	17.8	17.2

RESUMEN:

SUMA	252.4	263.7	258.3	177.0
MEDIA	18.0	18.8	18.4	17.7
MÁXIMA	18.4	19.1	19.2	18.7
MÍNIMA	17.5	18.2	17.7	17.0
OSCILACION	0.1	0.9	1.5	1.7

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DURAN CARBONERA VERRÍNICA.

CUADRO N.º 12

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 12 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMOGRAFO	TERMÓMETRO ADJUNTO A LA EMA	ESTACION AUTOMÁTICA
11:00	16.8	18.0	18.8	17.3
11:10	17.4	18.5	19.1	17.9
11:20	17.7	18.8	19.3	17.8
11:30	17.9	19.1	20.2	18.1
11:40	18.1	19.4	20.1	19.0
11:50	18.4	19.7	19.0	18.6
12:00	18.6	19.7	19.1	18.2
12:10	18.7	19.7	19.7	18.7
12:20	19.00	19.7	21.0	18.4
12:30	19.4	19.8	19.7	19.7
12:40	19.4	19.8	19.2	18.7
12:50	19.3	19.8	19.2	
13:00				
13:10	19.0	20.0	20.0	18.7
RESUMEN:				
SUMA	239.7	252.0	254.4	221.1
MEDIA	18.4	19.4	19.6	18.4
MÁXIMA	19.4	20.0	21.0	19.7
MÍNIMA	16.8	18.0	18.8	17.3
OSCILACION	2.6	2.0	2.2	2.4

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DURÁN CARMONA VERGARA.

CUADRO NO. 13

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida ° C)				
HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMOGRAFO	TERMÓGRAFO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
15:30	22.0	22.0	22.0	21.1
15:40	22.0	22.0	21.8	21.1
15:50	22.2	22.0	22.2	20.6
16:00	21.9	22.0	21.7	21.5
16:10	21.8	22.0	22.0	20.9
16:20	21.8	22.0	22.0	21.2
19:30	18.6	20.8		19.0
19:40	18.6	20.8		18.6
19:50	18.5	20.8		18.5

RESUMEN:

SUMA	187.4	194.4	131.7	182.5
MEDIA	20.8	21.6	21.9	20.3
MÁXIMA	22.2	22.0	22.2	21.5
MÍNIMA	18.5	20.8	21.7	18.5
OSCILACION	3.7	1.2	0.5	3.0

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DURAN CARRERA VEZQUECA.

CUADRO NO. 14

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 15 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMOGRAFO	TERMÓGRAFO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
13:00	18.6	18.5	19.8	19.0
13:10	18.9	18.6	20.2	19.6
13:20	19.2	18.6	20.1	19.1
13:30	19.6	19.3	21.1	19.6
13:40	20.0	19.3	22.0	19.7
13:50	20.5	19.9	21.9	20.9
14:30	20.5	21.0	20.1	19.4
14:40	20.3	21.0	20.9	19.3
14:50	20.3	21.0	21.3	19.9
15:00	20.6	21.0	22.4	20.6
15:10	21.3	21.2	22.8	21.3
15:20	21.6	21.4	23.2	21.7
RESUMEN:				
SUMA	241.4	240.8	255.8	240.1
MEDIA	20.1	20.0	21.3	20.0
MÁXIMA	21.6	21.4	23.2	21.7
MÍNIMA	18.6	18.5	19.8	19.0
OSCILACIÓN	3.0	2.9	3.4	2.7

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
 ELABORÓ: DURÁN CAMARONA VERÓNICA

CUADRO NO. 13

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 16 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTERMÓGRAFO	TERMOGRAFO ADJUNTO A LA EMA	ESTACION AUTOMÁTICA
8:20	15.9	15.8	18.1	15.5
8:30	16.1	15.8	18.1	17.4
8:40	16.6	16.3	18.6	17.5
8:50	17.0	16.7	17.3	17.3
9:00	17.3	16.8	18.1	17.1
9:10	17.4	17.0	19.1	17.1
9:20	18.1	17.6	18.1	17.9
9:30	18.4	17.6	19.0	17.1
9:40	18.5	17.8	19.2	18.0
9:50	18.2	17.8	18.8	18.5
10:00	18.6	17.8	18.7	19.1
10:10	19.0	18.4	19.7	18.8
10:20	19.1	18.5	21.8	19.1

RESUMEN:

SUMA	230.2	224.1	244.6	230.4
MEDIA	17.7	17.2	18.8	17.7
MÁXIMA	19.1	18.5	21.8	19.1
MÍNIMA	15.9	15.8	17.3	15.5
OSCILACION	3.2	2.7	4.5	3.6

**FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DUBÁN CARMONA VERÓNICA.**

CUADRO NO. 16

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA

FECHA: 17 DE OCTUBRE DE 1994.

TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)

HORA	TERMOMETRO AMBIENTE	HIGROTHERMOGRAFO	TERMOGRAFO ADJUNTO A LA EMA	ESTACION AUTOMATICA
12:30	24.2	23.8	23.9	23.1
12:40	24.4	24.2	25.5	23.4
12:50	25.1	25.7	26.0	24.5
13:00	25.6	25.3	26.3	24.4
13:10	26.4	25.7	26.8	25.6
13:20	25.7	25.7	26.0	24.9
13:30	26.0	25.8	26.0	25.3
13:40	26.1	25.8	26.1	24.7
13:50	25.8	25.8	24.8	25.1

RESUMEN:

SUMA	229.3	227.8	231.4	231.2
MEDIA	25.5	25.3	25.7	24.6
MÁXIMA	26.4	25.8	26.8	25.6
MÍNIMA	24.2	23.8	23.9	23.1
OSCILACION	2.2	2.0	2.9	2.5

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: DURÁN CARRERA VIZCARRA

CUADRO NO. 17

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA				
FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 1994.				
TIPO DE INSTRUMENTO (unidad de medida °C)				
HORA	TERMÓMETRO AMBIENTE	HIGROTÉRMOGRAFO	TERMÓGRAFO ADJUNTO A LA EMA	ESTACIÓN AUTOMÁTICA
13:10	22.0	22.8	22.8	21.7
13:20	22.4	22.8	23.0	22.2
13:30	22.4	22.9	22.8	21.5
13:40	22.5	23.0	23.1	21.8
13:50	22.5	23.0	22.8	22.1
14:00	22.5	23.0	23.7	21.7
14:10	22.6	23.0	24.0	21.8
14:20	22.8	23.4	23.2	
14:30	22.8	23.8	23.3	22.8
14:40	22.6	23.8	23.0	22.2
14:50	22.2	23.8	24.0	22.3
15:10	22.5	23.8	23.7	22.8
15:20	22.6	23.8	23.3	
SUMA	292.4	302.9	302.7	242.9
MEDIA	22.5	23.3	23.3	22.1
MÁXIMA	22.8	23.8	24.0	22.8
MÍNIMA	22.0	22.8	22.8	21.5
OSCILACIÓN	0.8	1.0	1.2	1.3

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: DUBAN CARBONERA VERÓNICA.

5. CUADROS DE PRESION ATMOSFERICA (EXPERIMENTO)

CUADRO NO. 18

OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL DE FACUMAYA 3 F ESTACION SINOPTICA OCTUBRE DE 1964							
HORA	BAROMETROS			ANEROIDE	MICROBAROGRAFO		ESTACION AUTOMÁTICA
	IN	EX	CALCULADA		IN	CALCULADA	
12 15	582 4	21 8	772 36		581 8	775 46	773 3
12 30	582 5	21 9	772 39		581 8	775 46	773 1
12 45	582 50	21 8	772 33	773 3	580 9	774 46	773 0
12 50	582 45	21 8	772 15	772 9	580 0	774 26	772 9
13 00	582 20	21 8	771 33	772 6	579 6	772 23	772 8
13 05	582 25	22 0	771 36	772 5	579 2	772 33	772 5
13 10	582 30	22 1	771 32	772 4	578 5	771 27	772 5
13 15	582 30	22 2	771 29	772 2	578 7	772 26	772 3
13 20	582 10	22 2	771 56	772 3	578 4	772 46	772 0
13 40	582 20	22 4	771 48	771 9	578 3	772 33	771 8
13 50	582 20	22 5	771 51	771 8	578 2	772 20	771 7
14 00	582 20	22 6	771 46	771 7	578 19	772 19	771 7
14 20	581 25	23 3	770 37	770 4	578 18	770 26	770 2
14 30	581 25	23 2	770 38	770 3	578 18	770 26	770 1
14 35	581 30	23 3	770 46	770 5	578 20	770 27	770 1
14 40	581 30	23 0	770 48	770 5	578 20	770 26	770 2
14 45	581 20	22 9	770 50	770 6	578 21	770 28	770 2
14 50	581 40	22 7	770 58	770 7	578 40	770 13	770 5
15 00	581 45	22 4	770 78	771 0	578 45	772 53	770 4
SUMA TOTAL							
	11266 5	425 7	14888 8	13117 0	11007 2	14874 9	14661 2
PROMEDIO HORARIO							
	581 32	22 48	771 39	771 58	578 32	772 36	771 56
MÁXIMA HORARIA							
	582 5	23 3	772 38	773 0	581 8	775 26	773 3
MÍNIMA HORARIA							
	581 25	21 8	770 37	770 3	578 18	770 13	770 1
OSCILACION HORARIA							
	1 35	1 5	1 99	2 "	3 52	5 53	3 2

FUENTE: SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
ELABORÓ: MEBÉNICA DUBÁN CARMONA

CUADRO NO. 19

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TAQUILAYA D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS			ANEROIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
Z	KEW		CALCULADA		Hg	CALCULADA	
HORA	Hg	T°C					
11 00	582 65	22 3	772 36	773 4	580 25	773 60	773 3
11 10	582 60	22 4	772 28	773 4	580 2	773 53	773 2
11 20	582 70	22 6	772 39	773 3	580 19	773 52	773 3
11 30	582 65	22 6	772 33	773 1	580 1	773 40	773 1
11 40	582 45	22 7	772 05	772 9	580 0	773 26	772 9
11 50	582 45	22 7	772 05	772 7	579 9	773 13	772 8
12 00	582 50	22 7	772 12	772 5	579 8	773 00	772 7
12 10	582 55	22 8	772 16	772 5	579 7	772 86	772 4
12 20	582 40	22 9	771 97	772 4	579 5	772 73	772 3
12 30	582 40	22 9	771 97	772 3	579 5	772 60	772 2
12 40	582 25	22 9	771 77	772 1	579 4	772 46	772 1
12 50	582 20	23 0	771 68	771 9	579 19	772 19	771 9
13 00	582 00	23 0	771 41	771 7	579 1	772 07	771 5
13 10	582 00	23 0	771 41	771 5	579 0	771 93	771 4
13 20	581 90	23 0	771 28	771 5	578 9	771 80	771 2
13 30	581 80	23 2	771 11	771 4	578 9	771 80	771 3
13 40	581 90	23 2	771 25	771 2	578 58	771 37	771 2
13 50	581 65	23 2	770 91	771 0	578 6	771 40	770 8
14 00	581 70	23 2	770 98	771 0	578 5	771 27	770 8
SUMA TOTAL							
	11062 7	434 3	14663 48	14672	11009 4	14677 52	14670 5
PROMEDIO HORARIO							
	582 24	22 85	771 76	772 21	579 44	772 50	772 13
MÁXIMA HORARIA							
	582 7	23 2	772 39	773 4	580 25	773 60	773 3
MÍNIMA HORARIA							
	581 65	22 3	770 91	771 0	578 5	771 27	770 8
OSCILACIÓN HORARIA							
	1 0	0 9	1 48	2 4	1 7	2 33	2 5

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORA: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

CUADRO NO. 29

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D. F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1954							
DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	3	KEM		ANEROIDE	INB		
HORA	MG	T°C	CALCULADA			MG	CALCULADA
11 00	583 2	22 7	773 05	774 5	581 0	774 60	774 4
11 10	583 15	22 9	772 97	774 4	580 9	774 46	774 4
11 20	583 1	22 9	772 91	774 4	580 8	774 33	774 2
11 30	583 0	23 0	772 74	774 1	580 7	774 20	774 2
11 40	583 3	23 1	772 73	774 1	580 6	774 06	773 9
11 50	583 1	23 2	772 85	774 0	580 6	774 06	773 9
12 00	583 0	23 5	772 58	773 7	580 4	773 80	773 8
12 10	583 0	23 5	772 68	773 7	580 15	773 46	773 6
12 20	583 0	23 6	772 66	773 5	580 2	773 53	773 4
12 30	582 9	23 7	772 52	773 4	580 1	773 40	773 3
12 40	582 8	23 7	772 39	773 1	580 0	773 26	773 2
12 50	582 8	23 8	772 38	773 1	579 9	773 13	772 8
13 00	582 7	23 9	772 23	772 9	579 8	773 00	772 9
13 10	582 6	24 0	772 08	772 9	579 7	772 86	772 7
13 20	582 7	24 1	772 20	772 7	579 8	773 09	772 7
13 30	582 6	24 1	772 07	772 5	579 5	772 60	772 6
13 40	582 5	24 2	771 93	772 4	579 4	772 46	772 5
13 50	582 5	24 1	771 94	772 3	579 3	772 33	772 2
SUMA TOTAL							
	10491 6	424 0	19905 01	13921 7	10442 8	13922 54	13920 7
PROMEDIO HORARIO							
	582 86	23 55	772 30	773 42	580 15	773 47	773 37
MÁXIMA HORARIA							
	583 2	24 2	773 05	774 5	581 00	774 60	774 4
MÍNIMA HORARIA							
	582 5	22 7	771 93	772 3	579 3	772 33	772 2
OSCILACIÓN HORARIA							
	0 7	1 5	1 12	2 2	1 7	2 27	2 2

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORA: VERÓNICA DURÁN CARROLLA.

CUADRO NO. 21

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA J F PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	4	KE		ANEROIDE			
HORA	g	TIC	CALCULADA		hg	CALCULADA	
12 30	584 6	22 0	775 00	776 4	582 30	776 33	776 4
12 40	584 5	22 1	774 85	776 1	582 10	776 26	776 2
12 50	584 5	22 3	774 81	776 0	582 00	775 93	776 1
13 00	584 25	22 5	774 60	775 9	581 90	775 80	775 9
13 10	584 3	22 7	774 52	775 8	581 8	775 66	775 8
13 20	584 25	22 9	774 42	775 6	581 7	775 53	775 6
13 30	584 3	23 0	774 48	775 5	581 59	775 38	775 5
13 40	584 15	23 2	774 25	775 4	581 5	775 26	775 4
13 50	584 1	23 3	774 16	775 3	581 35	775 06	775 2
14 00	584 0	23 4	774 03	775 1	581 20	774 86	775 1
14 10	583 9	23 5	773 86	774 9	580 00	773 26	774 8
14 20	583 8	23 7	773 72	774 8	580 8	774 33	774 8
14 30	583 5	23 9	773 70	774 5	580 8	774 33	774 6
14 40	583 5	24 0	773 41	774 4	580 7	774 20	774 5
14 50	583 5	24 1	773 40	774 3	580 6	774 06	774 3
15 00	583 5	24 0	773 41	774 2	580 5	774 13	774 1
SUMA TOTAL							
	9345 3	370 9	12386 62	12404 3	9300 8	12400 18	12404 3
PROMEDIO HORARIO							
	584 29	23 18	774 16	775 26	581 30	775 01	775 26
MÁXIMA HORARIA							
	584 6	24 1	775 00	776 4	582 3	776 33	776 4
MÍNIMA HORARIA							
	583 5	22 0	773 40	774 2	580 00	773 26	774 1
OSCILACIÓN HORARIA							
	1 3	2 1	1 60	2 2	2 3	3 0	2 3

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARBONÁ

CUADRO NO. 22

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
OTA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
5	KCM			ANEROIDE			
HORA	Hg	T°C	CALCULADA		Hg	CALCULADA	
11 00	585 40	21 9	775 04	777 3	583 00	777 26	777 7
11 10	585 40	22 0	775 03	777 6	582 95	777 20	777 7
11 20	585 35	22 1	775 96	777 5	582 80	777 00	777 4
11 30	585 30	22 2	775 87	777 4	582 78	776 97	777 4
11 40	585 25	22 1	775 82	777 4	582 70	776 96	777 3
11 50	585 15	22 2	775 67	777 0	582 50	776 60	777 1
12 00	585 00	22 1	775 52	776 9	582 40	776 46	776 8
12 10	584 90	22 2	775 38	776 6	582 25	776 26	776 6
12 20	584 70	22 3	775 10	776 5	582 20	776 20	776 5
12 30	584 60	22 4	774 95	776 4	582 10	776 06	776 5
12 40	584 55	22 4	774 88	776 3	582 00	775 93	776 3
12 50	584 60	22 4	774 95	776 1	581 90	775 80	776 1
13 00	584 40	22 4	774 68	776 1	581 90	775 80	776 1
13 10	584 35	22 4	774 61	775 9	581 80	775 66	776 0
13 20	584 30	22 6	774 53	775 7	581 70	775 53	775 8
13 30	584 20	22 6	774 39	775 6	581 60	775 40	775 8
13 40	584 00	22 6	774 13	775 4	581 40	775 13	
13 50	584 00	22 7	774 12	775 4	581 40	775 13	775 3
14 00	583 90	22 7	773 98	775 2	581 25	774 93	775 3
SUMA TOTAL							
	11109 3	424 3	14723 61	14752 8	11060 6	14746 18	13974 4
PROMEDIO HORARIO							
	584 70	22 33	774 92	776 46	582 13	776 11	776 35
MÁXIMA HORARIA							
	585 4	22 7	776 04	777 8	583 00	777 26	777 7
MÍNIMA HORARIA							
	583 9	21 9	773 98	775 2	581 25	774 93	773 3
OSCILACIÓN HORARIA							
	1 5	0 8	2 06	2 6	1 7	2 33	4 4

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

CUADRO NO. 23

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D. F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1954							
OTA	BAROMETROS			ANEROIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
5	<E>				Hg	CALCULADA	
HORA	Hg	°C	CALCULADA				
15 50	583 1	23 4	772 53	773 9	580 2	773 53	773 6
16 00	583 3	23 3	773 31	773 8	580 1	773 40	773 6
16 10	583 3	23 2	773 11	773 8	580 18	773 50	773 6
16 20	583 35	23 1	773 20	773 9	580 18	773 50	773 6
16 30	583 25	23 1	773 07	773 8	580 18	773 50	773 6
16 40	583 3	23 1	773 13	773 8	580 19	773 52	773 6
16 50	583 15	23 2	772 91	773 7	580 2	773 53	773 6
17 00	583 1	23 0	772 80	773 6	580 19	773 52	773 5
17 10	583 15	23 1	772 93	773 6	580 18	773 55	773 5
17 20	583 15	23 2	772 91	773 7	578 94	773 54	773 6
17 30	583 2	23 3	772 97	773 8	580 2	773 53	773 2
17 40	583 4	23 3	773 24	773 8	580 2	773 53	773 6
17 50	583 2	23 3	772 97	773 9	580 3	773 66	773 7
SUMA TOTAL							
	7581 9	301 6	10049 38	10059 1	7541 2	10055 81	10056 3
PROMEDIO HORARIO							
	583 3	23 2	773 02	773 77	580 09	773 52	773 56
MÁXIMA HORARIA							
	583 4	23 4	773 31	773 9	580 37	773 56	773 7
MÍNIMA HORARIA							
	583 1	23 0	772 80	773 6	578 94	773 40	773 2
OSCILACIÓN HORARIA							
	0 3	0 4	51	3 3	1 4	3	0 5

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORA: VERÓNICA DURÁN CARMONA.

CUADRO NO. 24

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BARÓMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
7	KEM			ANEROIDE			
HORA	Hg	TTC	CALCULADA		Hg	CALCULADA	
16 10	583.5	22.8	773.43	773.7	580.1	773.40	773.7
16 20	583.35	22.8	773.23	773.7	580.1	773.40	773.5
16 30	583.4	22.8	773.30	773.6	580.1	773.40	773.5
16 40	583.4	22.7	773.32	773.8	580.2	773.53	773.5
16 50	583.6	22.9	773.55	774.1	580.2	773.53	
17 00	583.6	22.7	773.58	774.2	580.2	773.53	774.0
17 10	583.6	22.9	773.55	774.2	580.4	773.80	774.0
17 20	583.6	22.8	773.56	774.2	580.45	773.86	774.0
17 30	583.8	23.0	773.81	774.4	580.6	774.06	774.1
17 40	583.8	23.0	773.81	774.5	580.6	774.06	774.2
17 50	583.9	22.9	773.95	774.6	580.7	774.20	774.3
18 00	584.0	23.0	774.08	774.6	580.79	774.32	774.5
18 10	584.0	23.0	774.08	774.8	580.8	774.33	774.5
SUMA TOTAL							
	7587.5	297.3	10057.25	10064.4	7545.24	10059.42	9287.8
PROMEDIO HORARIO							
	583.65	22.86	773.63	774.18	580.40	773.80	773.98
MÁXIMA HORARIA							
	584.00	23.0	774.08	774.8	580.8	774.33	774.5
MÍNIMA HORARIA							
	583.35	22.7	773.23	773.60	580.1	773.40	773.5
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.65	0.3	0.85	1.2	0.7	0.93	1.0

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARBONÁ

CUADRO NO. 25

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS			ANERÓIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	g	KEM			hg	..	
HORA	Hg	T°C	CALCULADA		hg	CALCULADA	
14-10	583.2	23.3	772.97	773.4	580.0	773.26	773.2
14-20	583.05	23.4	772.76	773.3	580.0	773.26	772.9
14-30	583.15	23.5	772.88	773.2	579.9	773.13	772.9
14-40	582.95	23.4	772.63	773.1	579.8	773.00	772.3
14-50	583.00	23.5	772.68	773.1	579.8	773.00	773.0
15-10	583.00	23.4	772.69	773.1	579.69	772.85	772.8
15-20	583.00	23.3	772.70	773.1	579.8	773.00	772.7
15-30	583.00	23.3	772.70	773.1	579.8	773.00	773.0
15-40	582.90	23.2	772.58	772.9	579.65	772.80	773.1
15-50	582.90	23.2	772.58	772.9	579.65	772.80	772.7
16-00	582.90	23.3	772.57	773.05	579.65	772.80	772.8
16-10	582.90	23.2	772.58	773.1	579.8	773.00	773.0
16-20	582.90	22.1	772.72	773.2	579.8	773.00	
SUMA TOTAL							
	579.8	302.1	10045.04	10050.5	7537.34	10049.08	9274.9
PROMEDIO HORARIO							
	582.98	23.23	772.69	773.11	579.79	773.00	772.91
MÁXIMA HORARIA							
	583.2	23.5	772.97	773.4	580.00	773.26	773.2
MÍNIMA HORARIA							
	582.9	22.1	772.57	772.9	579.65	772.80	772.7
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.3	1.4	0.4	0.5	0.35	0.46	0.5

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORO: DULCÍN CARMONA VERÓNICA.

NOTA: PRESIÓN CALCULADA POR EL FACTOR DE CONVERSIÓN CUYO VALOR ES: 1.333224

CUADRO NO. 26

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D. F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1944							
DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
9	KFM		ANEROIDE	HG	CALCULADA		
HORA	Hg	T°C					CALCULADA
9 30	585.1	21.1	775.65	777.4	582.7	776.86	777.3
9 40	585.1	21.1	775.65	777.3	582.7	776.86	777.3
9 50	585.0	21.1	775.31	777.2	582.65	776.80	777.2
10 00	584.9	21.0	775.53	777.1	582.74	776.92	777.2
10 10	584.9	21.0	775.53	777.1	582.6	776.73	777.1
10 20	584.8	21.0	775.39	777.0	582.6	776.73	777.1
10 30	584.8	21.0	775.39	776.9	582.59	776.72	
10 40	584.8	21.0	775.39	776.9	582.59	776.72	776.9
10 50	584.7	21.0	775.26	776.9	582.58	776.70	776.9
11 00	584.4	21.1	774.85	776.9	582.6	776.73	776.9
11 10	584.8	21.0	775.39	776.8	582.6	776.73	776.8
11 20	584.9	21.1	775.52	776.8	582.59	776.72	776.9
11 30	584.75	21.2	775.30	776.8	582.5	776.60	776.8
11 40	584.7	21.2	775.23	776.6	582.4	776.46	
11 50	584.55	21.3	775.02	776.4	582.25	776.26	776.6
SUMA TOTAL							
	13972.7	316.2	11630.41	11654.1	8738.59	11650.54	10101
PROMEDIO HORARIO							
	584.880	21.05	775.36	777.00	582.61	776.70	777.03
MÁXIMA HORARIA							
	585.1	21.3	775.65	777.40	582.74	776.92	777.30
MÍNIMA HORARIA							
	584.55	21.0	774.85	776.4	582.25	776.26	776.6
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.5	0.3	0.8	1.0	0.5	0.6	0.7

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORA: VERÓNICA DURÁN CARBONERA

CUADRO NO. 27

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	19	KEW			ANEROIDE		
HORA	Hg	T°C	CALCULADA			Hg	CALCULADA
9 40	584 55	21 1	774 05	776 5	582 32	776 42	776 5
9 50	584 50	21 0	775 13	776 7	582 38	776 44	776 5
10 00	584 00	20 9	774 34	776 5	582 38	776 44	776 5
10 10	584 50	21 00	774 99	776 6	582 40	776 46	776 6
10 20	584 55	21 00	775 06	776 5	582 40	776 46	776 6
10 30	584 60	21 2	775 10	776 6	582 40	776 46	776 6
10 40	584 60	21 2	775 10	776 5	582 30	776 33	776 6
10 50	584 55	21 4	775 01	776 5	582 25	776 26	776 4
11 00	584 60	21 7	775 04	776 4	582 20	776 20	776 4
11 10	584 55	21 7	774 97	776 4	582 20	776 20	776 4
11 20	584 55	21 9	774 96	776 4	582 20	776 20	776 4
11 30	584 55	21 8	774 96	776 3	582 10	776 06	776 2
11 40	584 50	21 9	774 89	776 1	582 08	776 04	776 2
SUMA TOTAL							
	7528 7	277 6	10074 6	10094 2	7569 6	10091 97	10094 0
PROMEDIO HORARIO							
	584 51	21 35	774 96	776 47	582 27	776 30	776 46
MÁXIMA HORARIA							
	584 60	21 8	775 13	776 70	582 40	776 46	776 60
MÍNIMA HORARIA							
	584 00	20 9	774 34	776 1	582 08	776 04	776 20
OSCILACIÓN HORARIA							
	0 6	0 9	0 79	0 6	0 3	0 42	0 4

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARRERA

CUADRO NO. 28

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994								
DÍA	BAROMETROS				ANERÓIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	KEW			CALCULADA		HG	CALCULADA	
HORA	Hg	T°C						
12 20	583.7	20.6	773.98	775.1	581.7	775.53	775.1	
12 30	583.6	20.8	773.91	775.0	581.6	775.40	775.1	
12 40	583.55	20.9	773.87	774.9	581.5	775.26	774.9	
12 50	583.45	21.1	773.58	774.6	581.4	775.13	774.6	
13 00	583.4	21.1	773.53	774.5	581.1	774.74	774.5	
13 10	583.40	21.1	773.52	774.3	581.1	774.73	774.5	
13 20	583.35	21.2	773.43	774.2	581.1	774.73		
13 30	583.2	21.2	773.23	774.1	581.05	774.66		
13 40	583.25	21.3	773.29	774.1	581.0	774.60		
13 50	583.2	21.4	773.21	774.0	581.0	774.60	774.1	
14 00	583.25	21.3	773.29	774.0	580.9	774.46	773.9	
14 10	583.1	21.3	773.09	773.9	580.8	774.33	773.7	
14 20	583.1	21.3	773.09	773.7	580.7	774.20	773.7	
14 30	583.05	21.3	773.02	773.6	580.7	774.20		
SUMA TOTAL								
	8166.65	295.9	10827.54	10840.0	8135.6	10846.57	7744.1	
PROMEDIO HORARIO								
	583.33	21.13	773.39	774.28	581.1	774.75	774.41	
MÁXIMA HORARIA								
	583.7	21.4	773.98	775.1	581.7	775.53	775.1	
MÍNIMA HORARIA								
	583.05	20.6	773.02	773.6	580.7	774.2	773.7	
OSCILACIÓN HORARIA								
	0.6	0.8	0.9	1.5	1.0	1.3	1.4	

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARBONERA

CUADRO NO. 29

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1954							
DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
12	KEM			ANEROIDE			
HORA	Hg	T°C	CALCULADA		Hg	CALCULADA	
11 00	583.4	21.2	773.5	774.6	581.4	775.13	774.6
11 10	583.5	21.2	773.63	774.5	581.39	775.12	774.6
11 20	583.3	21.2	773.36	774.4	581.15	774.80	774.5
11 30	583.3	21.3	773.35	774.4	581.2	774.86	774.3
11 40	583.2	21.4	773.21	774.2	581.1	774.73	774.3
11 50	583.2	21.6	773.18	774.1	581.25	774.66	774.2
12 00	583.2	21.7	773.17	774.0	581.20	774.60	774.0
12 10	583.1	21.7	772.04	773.9	580.9	774.46	774.0
12 20	583.1	21.8	772.03	773.8	580.8	774.33	773.0
12 30	583.0	21.9	772.88	773.6	580.45	773.86	773.7
12 40	582.9	22.0	772.73	773.5	580.5	773.93	773.7
12 50	582.8	22.0	772.60	773.3	580.45	773.86	
13 10	582.8	22.0	772.60	773.1	580.3	773.66	773.0
SUMA TOTAL							
	580.9	221.0	10050.28	10061.4	581.69	10068.00	7287.9
PROMEDIO HORARIO							
	583.15	21.61	773.09	773.95	580.89	774.46	773.99
MÁXIMA HORARIA							
	583.5	22.00	773.63	774.6	581.4	775.13	774.6
MÍNIMA HORARIA							
	582.8	21.2	772.60	773.1	580.3	773.66	773.0
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.7	0.8	1.03	1.5	1.1	1.47	1.5

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CARBONEL

CUADRO NO. 39

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS			ANEROIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	13	KEM			mm	CALCULADA	
HORA	mm	°C	CALCULADA		mm	CALCULADA	
15:30	581.95	23.2	771.31	771.2	578.9	771.80	771.2
15:40	581.85	23.2	771.18	771.2	578.8	771.67	771.2
15:50	581.80	23.2	771.11	771.1	578.77	771.63	771.1
15:00	581.70	23.3	770.97	771.0	578.7	771.53	771.0
16:10	581.70	23.4	770.96	770.9	578.6	771.40	770.9
16:20	581.70	23.3	770.97	771.0	578.6	771.40	770.9
19:30	582.50	22.8	772.10	773.0	579.8	773.00	772.9
19:40	582.60	22.8	772.23	773.1	579.55	773.20	772.9
19:50	582.55	22.7	772.18	773.1	580.00	773.26	773.1
SUMA TOTAL							
	5238.3	207.9	5943.01	6945.6	5212.1	5948.89	5945.2
PROMEDIO HORARIO							
	582.0	23.1	771.44	771.7	579.1	772.09	771.7
MÁXIMA HORARIA							
	582.6	23.4	772.23	773.1	580.0	773.26	773.1
MÍNIMA HORARIA							
	581.7	22.7	770.96	770.9	578.6	771.4	770.9
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.9	0.7	1.27	2.2	1.4	1.86	2.2

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CÁRDENAS.

CUADRO NO. 31

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D.F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA 15	BAROMETROS			ANEROIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	mg	T°C	CALCULADA		mg	CALCULADA "	
13 00	582 40	21 8	772 52	773 1	580 32	773 56	773 1
13 10	582 30	21 9	771 96	773 0	580 30	773 53	773 0
13 20	582 26	22 1	771 95	772 9	580 10	773 40	772 9
13 30	582 30	22 2	771 91	772 9	580 05	773 33	772 8
13 40	582 26	22 3	771 93	772 7	580 00	773 26	772 7
13 50	582 20	22 4	771 76	772 5	579 50	773 13	772 6
14 00	582 15	22 7	771 66	772 3	579 50	772 73	772 2
14 10	582 05	22 7	771 52	772 2	579 58	772 70	772 2
14 20	580 81	22 7	769 86	772 1	579 40	772 46	772 1
14 30	582 10	22 7	771 58	772 0	579 30	772 33	772 0
14 40	582 00	22 9	771 43	771 9	579 30	772 33	771 8
14 50	582 00	22 8	771 43	771 9	579 25	772 27	771 8
SUMA TOTAL							
	4984 81	269 0	9259 29	9269 5	6956 9	9275 03	9269 2
PROMEDIO HORARIO							
	582 36	22 4	771 60	772 45	579 74	772 91	772 43
MÁXIMA HORARIA							
	582 40	22 8	772 52	773 1	580 22	773 56	773 1
MÍNIMA HORARIA							
	580 81	21 8	769 86	771 9	579 25	772 27	771 8
OSCILACIÓN HORARIA							
	1 5	1 0	3 16	1 2	2 9	1 29	1 3

FUENTES: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: VERÓNICA DUBÁN CARBONÁ.

CUADRO NO. 32

**OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA D.F.
PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1954**

DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	16	KEW			ANEROIDE		
HORA	mm	T°C	CALCULADA			mm	CALCULADA
8-20	584 15	21.4	774.48	776.0	582 19	776.18	775 90
8-30	584 20	21.3	774 55	775 0	582 19	776 18	775 10
8-40	584 25	21.3	774 62	775 0	582 19	776 18	775 30
8-50	584 25	21.4	774 61	775 1	582 21	776 21	775 90
9-00	584 35	21.3	774 75	776 3	582 22	776 22	775 10
9-10	584 80	21.3	775 35	775 4	582 20	776 33	775 10
9-20	584 70	21.6	775 18	776 4	582 40	776 46	775 20
9-30	584 80	21.4	775 34	776 4	582 40	776 46	775 40
9-40	584 80	21.5	775 33	776 4	582 35	776 40	775 30
9-50	584 75	21.6	775 25	776 4	582 40	776 46	775 30
10-00	584 75	21.6	775 25	776 3	582 39	776 45	775 30
10-10	584 70	21.6	775 18	776 4	582 35	776 40	775 20
10-20	584 65	21.7	775 10	776 3	582 35	776 40	775 30
SUMA TOTAL							
	599 1	279	10074 99	10091 4	5549 9	10092 33	10090 0
PROMEDIO HORARIO							
	584 55	21.4	774 99	776 26	582 30	776 33	775 15
MÁXIMA HORARIA							
	584 8	21.7	775 35	776 40	582 40	776 46	776 4
MÍNIMA HORARIA							
	584 15	21.3	774 48	776 0	582 19	776 18	775 9
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.6	0.4	0.87	0.4	2	0.28	0.3

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CÁRDENAS.

CUADRO NO. 33

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D. F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS				MICROBARÓGRAFO		ESTACIÓN AUTOMÁTICA
	—CPA	Hg	T°C	CALCULADA	ANEROIDE	Hg	
12 30	583 9	23 3	773 90	773 6	581 00	774 60	774 6
12 40	583 9	23 3	773 77	774 5	580 80	774 33	774 3
12 50	583 7	23 4	773 63	774 1	580 60	774 06	773 0
13 00	583 7	23 7	773 59	774 1	580 59	774 05	773 9
13 10	583 6	23 7	773 45	774 0	580 30	773 66	773 9
13 20	583 5	24 9	773 18	773 6	580 30	773 66	773 6
13 30	583 5	24 0	773 28	773 4	580 00	773 26	773 5
13 40	583 3	24 1	772 07	773 3	580 00	773 26	773 2
13 50	583 3	24 1	772 00	773 2	580 00	773 26	772 5
SUMA TOTAL							
	5252 35	214 4	5950 97	6954 8	5223 5	6964 14	6962 4
PROMEDIO HORARIO							
	583 59	23 9	773 43	773 86	580 39	773 79	773 6
MÁXIMA HORARIA							
	583 9	24 8	773 90	774 6	581 00	774 60	774 6
MÍNIMA HORARIA							
	583 30	23 3	772 00	773 2	580 00	773 26	772 5
OSCILACIÓN HORARIA							
	0 6	1 5	0 9	1 4	1 0	1 34	2 1

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
ELABORÓ: VERÓNICA DURÁN CABRERA.

CUADRO NO. 34

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO CENTRAL DE TACUBAYA, D. F. PRESIÓN ATMOSFÉRICA OCTUBRE DE 1994							
DÍA	BAROMETROS			ANERÓIDE	MICROBARÓGRAFO		ESTACION AUTOMÁTICA
19	KEW				Hg	CALCULADA	
HORA	Hg	T°C	CALCULADA				
13-10	583.9	22.6	773.99	774.9	581.4	775.13	774.6
13-20	583.9	22.7	773.98	774.6	581.3	774.00	774.6
13-30	583.8	22.8	773.83	774.6	581.3	774.86	774.4
13-40	583.7	22.8	773.70	774.4	581.0	774.40	774.3
13-50	583.7	23.0	773.68	774.3	581.0	774.60	774.2
14-00	583.6	23.1	773.53	774.1	580.8	774.33	774.0
14-10	583.4	23.2	773.25	773.9	580.5	773.93	774.0
14-20	583.4	23.3	773.25	773.9	580.3	773.66	
14-30	583.4	23.3	773.24	773.8	580.3	773.66	773.7
14-40	583.4	23.3	773.24	773.7	580.25	773.60	773.5
14-50	583.3	23.3	773.10	773.5	580.2	773.53	773.5
15-10	583.2	23.3	772.97	773.4	580.05	773.33	
15-20	583.2	23.4	772.96	773.3	580.0	773.26	773.2
SUMA TOTAL							
	7585.9	300.1	10054.72	10062.4	7548.3	10062.29	8514.0
PROMEDIO HORARIO							
	583.53	23.08	773.44	774.03	580.63	774.02	774.0
MÁXIMA HORARIA							
	583.9	23.4	773.99	774.90	581.40	775.13	774.6
MÍNIMA HORARIA							
	583.2	22.6	772.96	773.30	580.00	773.26	773.2
OSCILACIÓN HORARIA							
	0.7	0.8	0.3	1.6	1.4	1.87	1.4

FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
ELABORÓ: FREDERICK SUSHI CAMARGO

6. NÚMERO DE OBSERVACIONES EN PORCENTAJE DEL OBSERVATORIO CENTRAL DE TACUBAYA

Las siguientes gráficas ofrecen los resultados que se obtuvieron del análisis, relacionado con el número de observaciones que se realizaron con la estación automática y el equipo tradicional; estas se obtuvieron mediante la suma diaria de las observaciones registradas mensualmente, y que correspondieron a la de todos los días, posteriormente se dividió el resultado total entre el número de observaciones; y más tarde se obtuvieron los porcentajes mensuales que permitieron construir el gráfico y realizar sus correspondientes análisis.

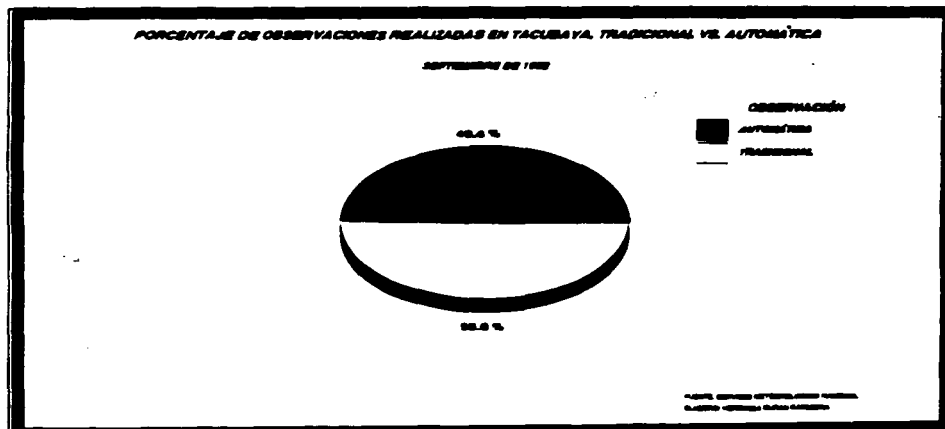


Gráfico No. 1

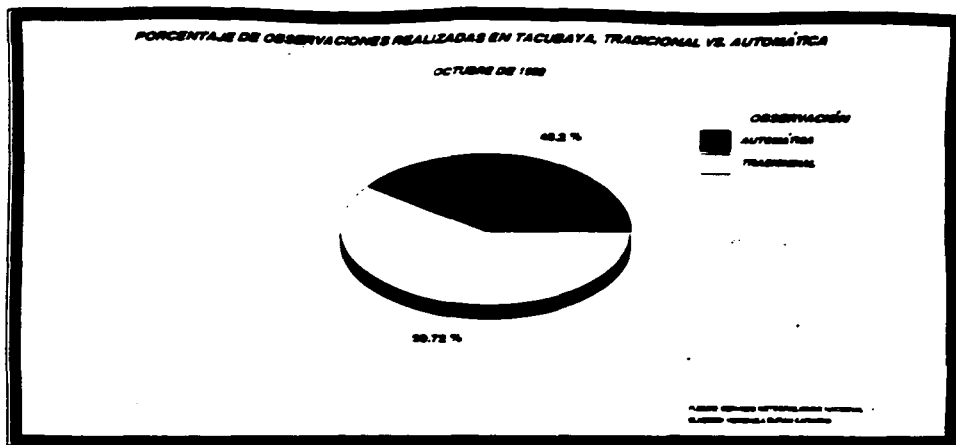


Gráfico no. 2

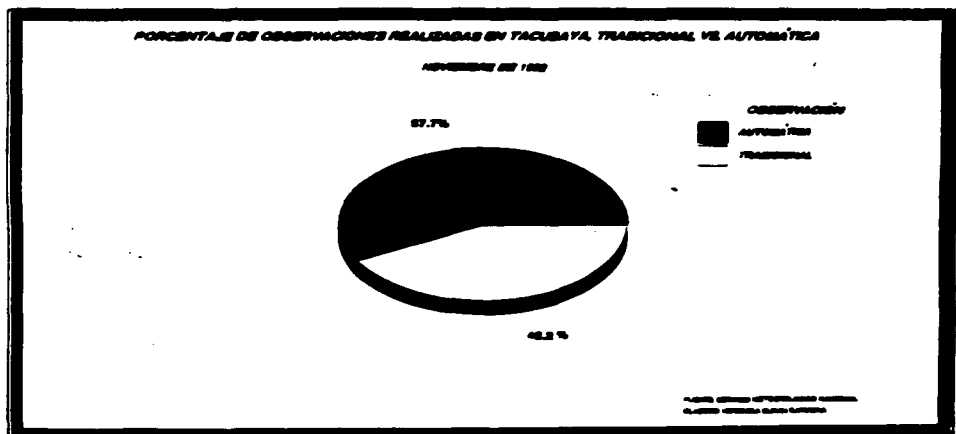


Gráfico no. 3

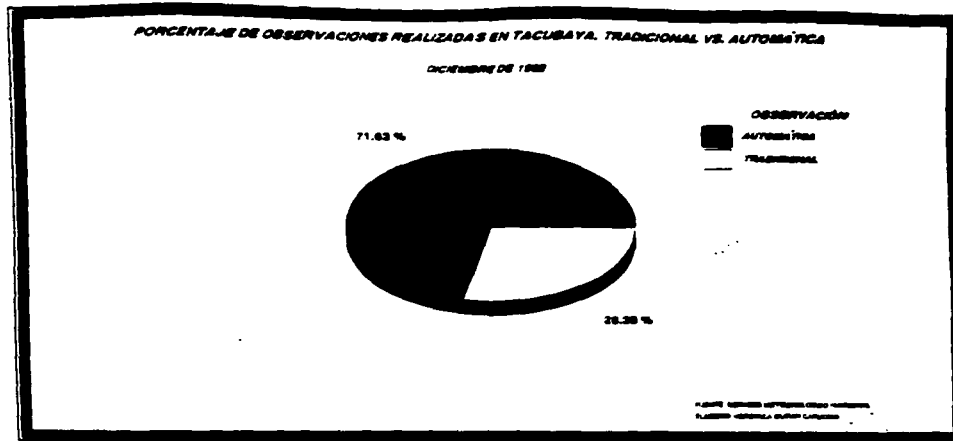


Gráfico no. 4

En la gráfica 1. del primer mes de funcionamiento de la estación meteorológica automática se tiene un porcentaje mensual de observaciones de casi un 50%, mientras que en la tradicional se sobrepasa el 50 %. Sin embargo, fueron 356 observaciones las que se realizaron mediante la estación automática. Esto indica que a pesar de que esta estación se encontraba a prueba, no se sabía en manera segura que tan confiable era la información que proporcionaría, así, como los errores que se pudieran presentar de ella.

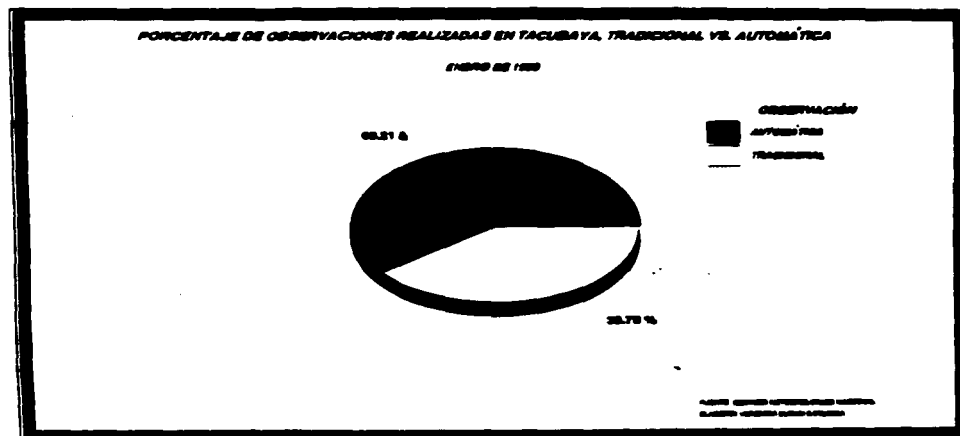
Durante octubre, se reduce el número de observaciones automáticas y en relación al mes anterior, se realizan en casi un 60% con personal, y de sistema tradicional solo en un 40.2 % de manera automática. (ver gráfica no. 2).

Nuevamente en el mes de noviembre se observa un incremento en el número de

observaciones por parte de la estación automática, ya que esta presenta hasta un 57.7 %, mientras que la tradicional solo tiene un 42.2 % del total de los registros. (ver gráfica 3).

En el mes de diciembre se puede ver como los registros de la estación automática aumentan en relación a los tradicionales, esto se debe a la falta de personal y al mes que corresponden, ya que las vacaciones desembrinas originan irresponsabilidad en el trabajo.

Como se observa, es alto el porcentaje de observaciones automáticas (72.0 %), y bajo, el de las tradicionales (28.36 %). (ver gráfica 4).



Gráfica No. 3

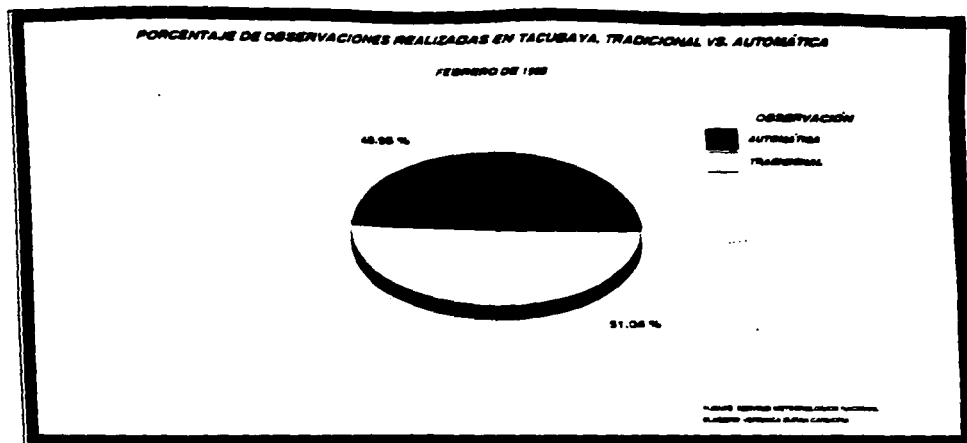


Gráfico no. 6

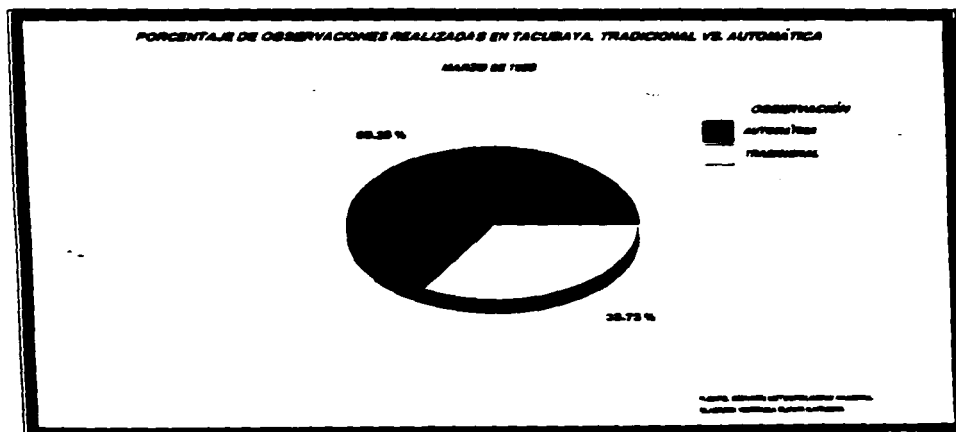


Gráfico no. 7

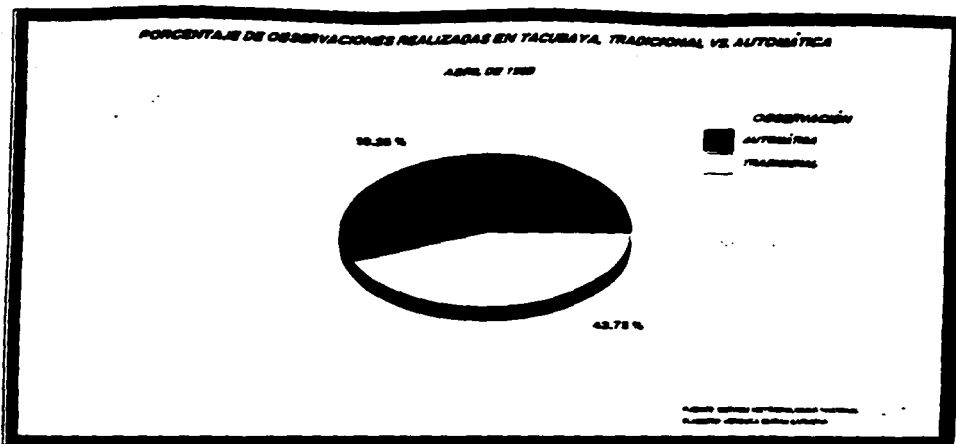


Gráfico no. 8

Al inicio del año de 1993, enero manifiesta una disminución poco notable en el número de observaciones automáticas con respecto a las tradicionales. (ver gráfica no. 5).

En la gráfica no. 6 del mes de febrero se muestra casi un 48.95 % de observaciones automáticas, y un 51.01 % de las tradicionales.

En el mes de marzo, hasta un 66.26 % de observaciones se realizaron por la estación automática y solo un 33.73 % de manera tradicional. (ver gráfica no. 7).

Durante el mes de abril de 1993, continua por arriba de un 50 % el número de observaciones automáticas y menor el porcentaje de las tradicionales.

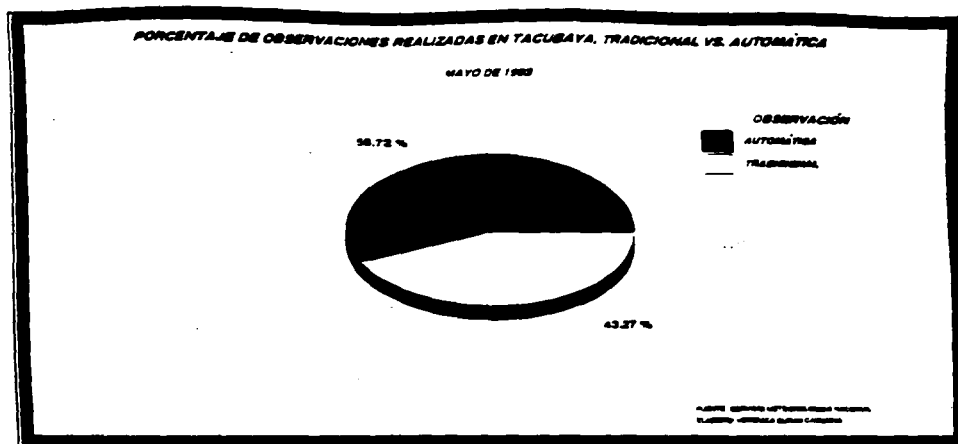


Gráfico no. 9

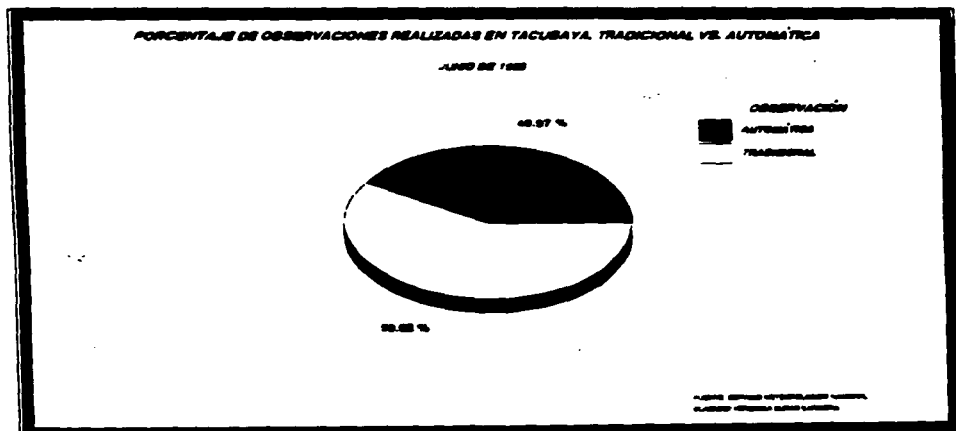


Gráfico no. 10

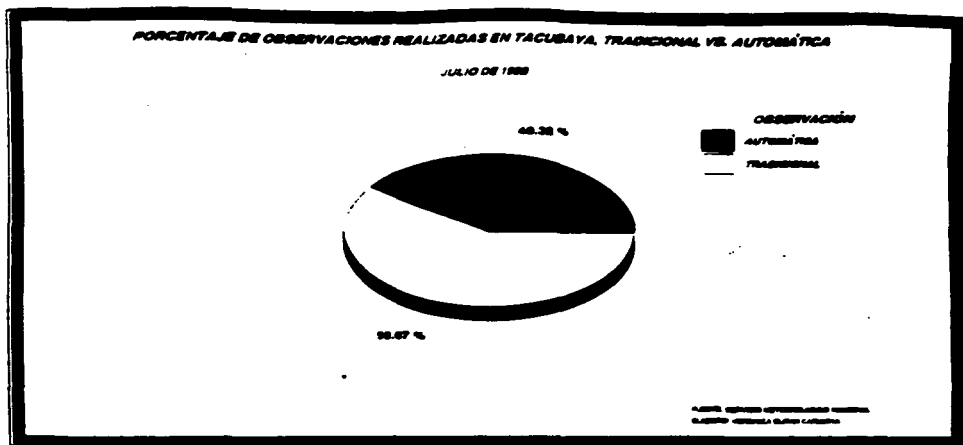


Gráfico no. 11

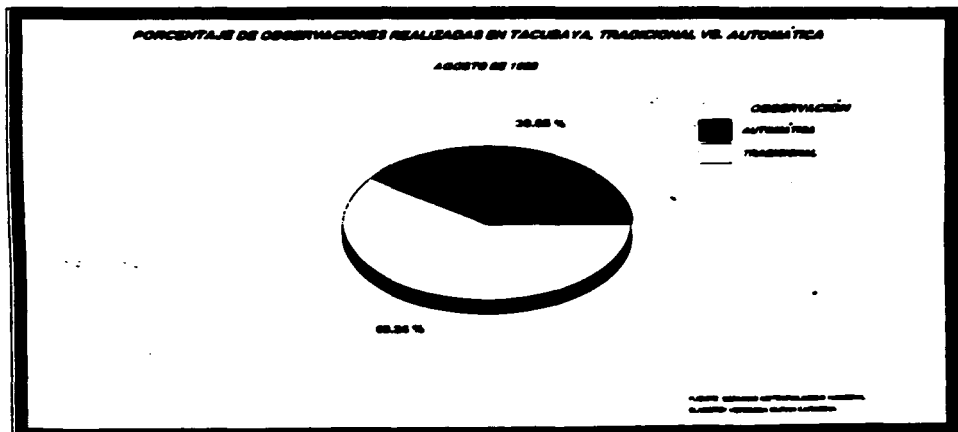


Gráfico no. 12

En el mes de mayo (gráfica no. 9), nuevamente predominan las observaciones automáticas en relación a las tradicionales, ya que la automática tiene más de un 56 % y la tradicional un porcentaje de 43.27 %.

En la gráfica no. 10 del mes de junio muestra un considerable incremento en las observaciones que se registran de manera tradicional con un 59.02 %, mientras que la estación automática solo tiene un 40.97 %.

Durante el mes de julio de 1993, existe un 40.32 % del total de observaciones con la estación automática, y un 60 % de las tradicionales. (ver gráfica no. 11).

Agosto es el mes, en que se muestra un mayor porcentaje en las observaciones que se realizan en forma tradicional, con un 60.34 %, mientras que un 39.65 % corresponden al método automático. (ver gráfica no. 12).

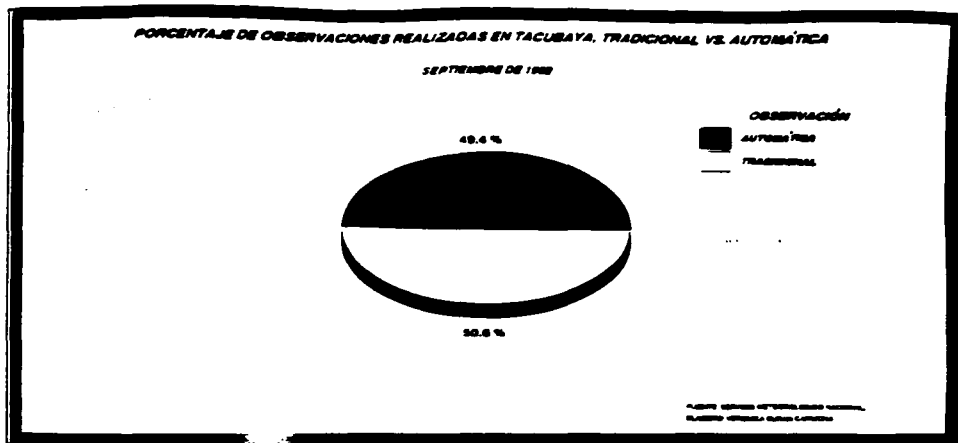


Gráfico no. 13

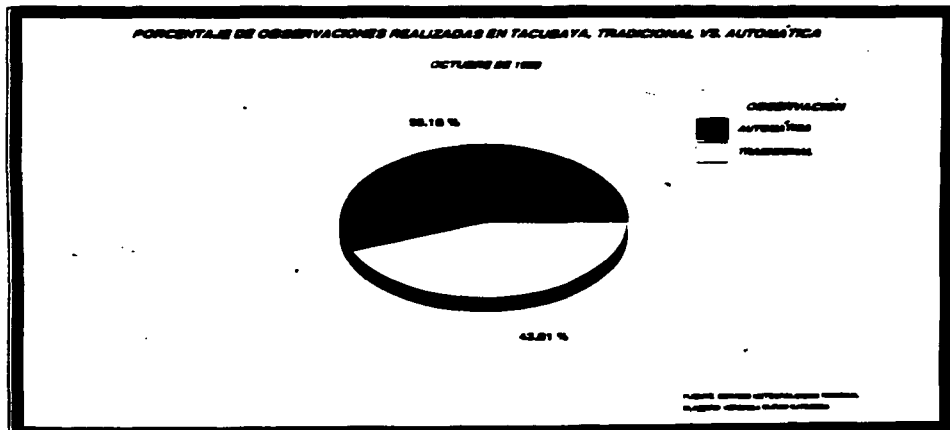


Gráfico no. 14



Gráfico no. 15

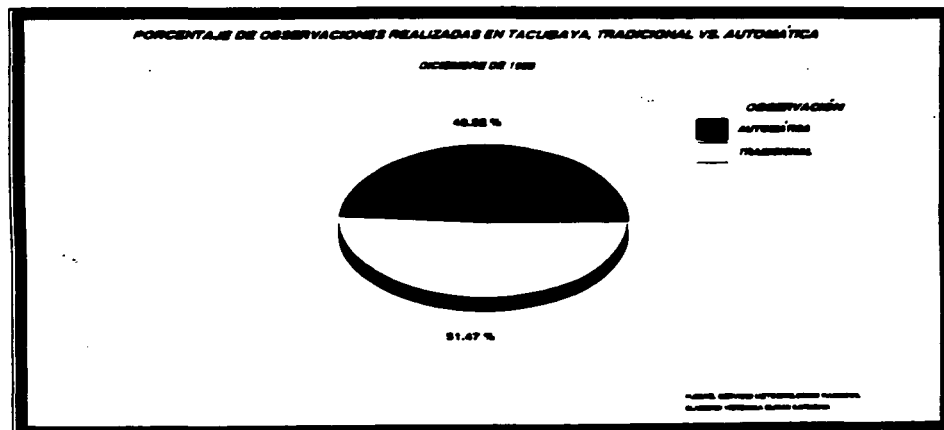


Gráfico no. 16

En septiembre se reduce nuevamente el número de observaciones tradicionales con más del 50 %, mientras que los registros de la estación automática son del 49.58 % del total. (ver gráfica no. 13).

El la gráfica 14, del mes de octubre la estación automática presentó el 56.18 % de las observaciones, y de manera tradicional solo se realizaron el 43.81 %.

En noviembre (gráfica no. 15), se tiene un mayor porcentaje en las observaciones tradicionales que equivalen al 56.94 %, en tanto que, las de carácter automático suman el resto que es de 43.05 %.

Al final del año de 1993, se advierte un cierto equilibrio entre el número de observaciones tradicionales y las automáticas, con relación a diciembre de 1992. Las observaciones automáticas tienen un porcentaje de 48.52 %, mientras que las tradicionales un 51.47 %. (ver gráfica no. 16).



Gráfico no. 17

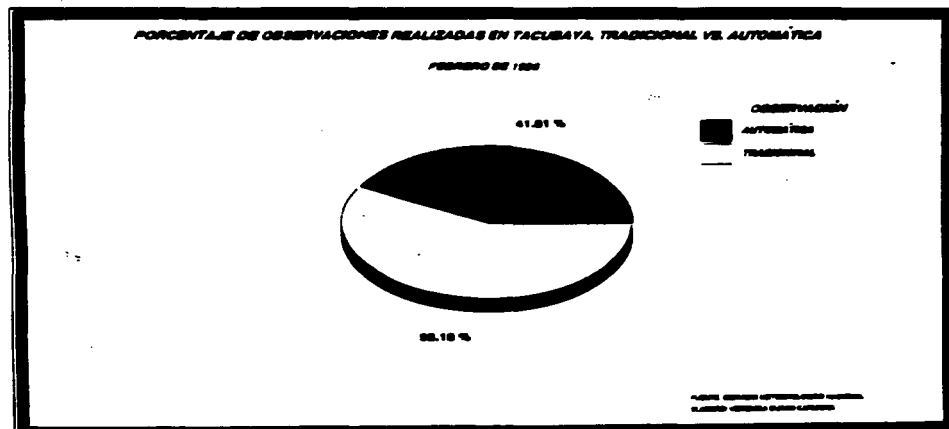


Gráfico no. 18

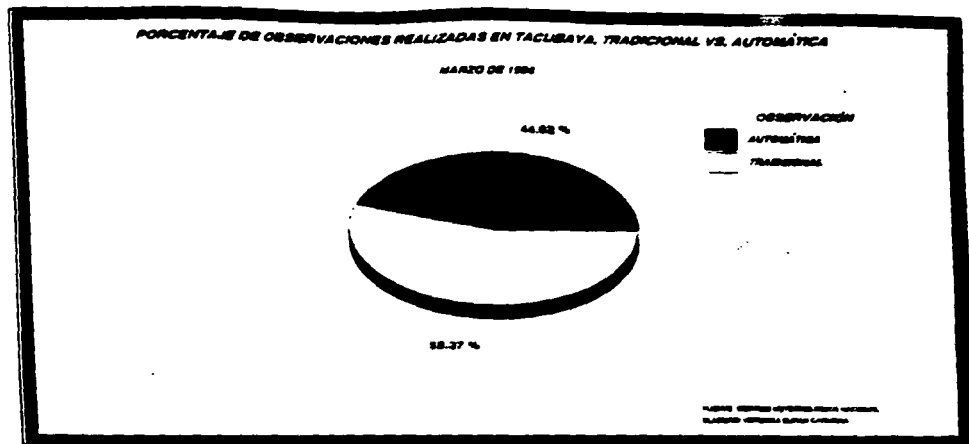


Gráfico no. 19

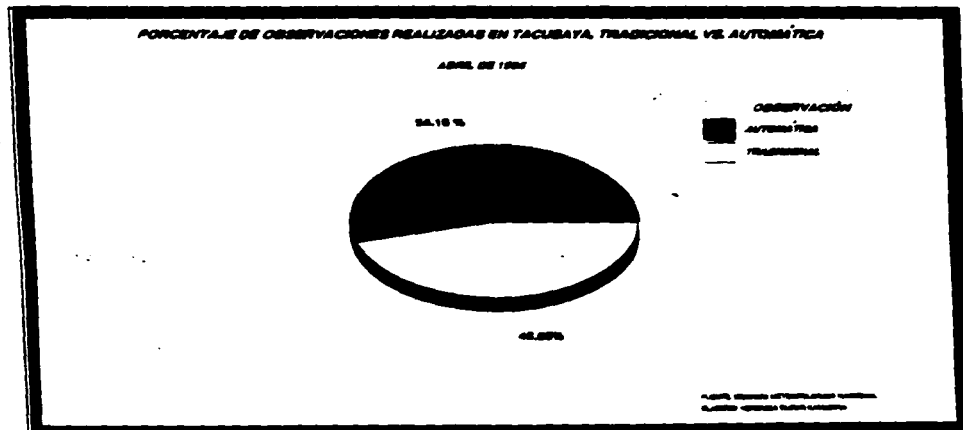


Gráfico no. 20

En la gráfica no. 17, que es el mes de enero de 1994, se mantiene un mayor porcentaje en las observaciones realizadas tradicionalmente que es de 56.04 %, en tanto que la estación meteorológica automática un 43.95 % del total de observaciones.

Febrero (gráfica no. 18), como se puede observar en la gráfica tiene un 58.18 % de porcentaje en sus observaciones tradicionales, contra un 41.81 % de la estación automática.

En cuanto a los porcentajes alcanzados, las observaciones automáticas del mes de marzo son de 44.62 %, y las tradicionales de 55.37 % del total. (ver gráfica no. 19).

Con respecto al mes de abril en la gráfica no. 20, el porcentaje de las observaciones automáticas, con referencia a los meses anteriores, ofrece un 54.16 %, en tanto que las realizadas tradicionalmente son de 45.83 %. (ver gráfica no. 20).

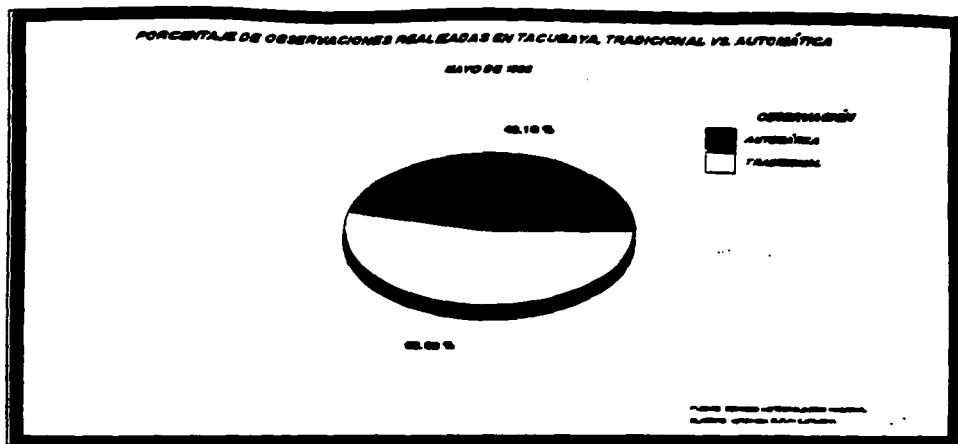


Gráfico no. 21

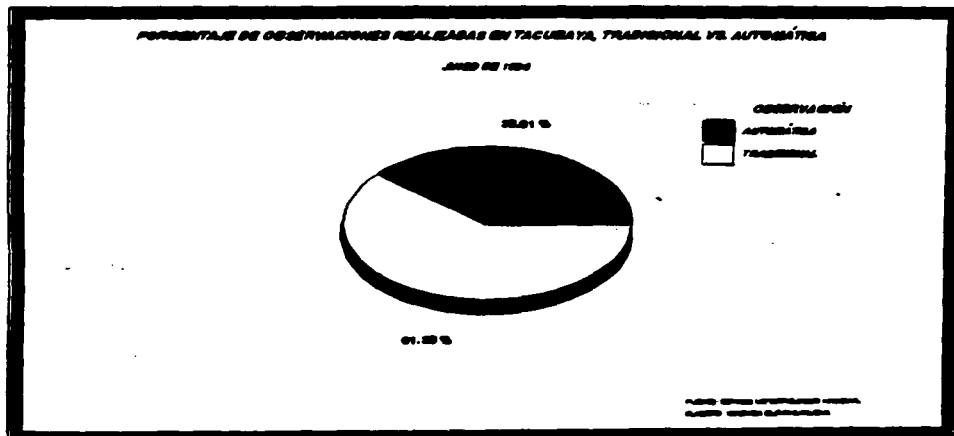


Gráfico no. 22



Gráfico no. 23

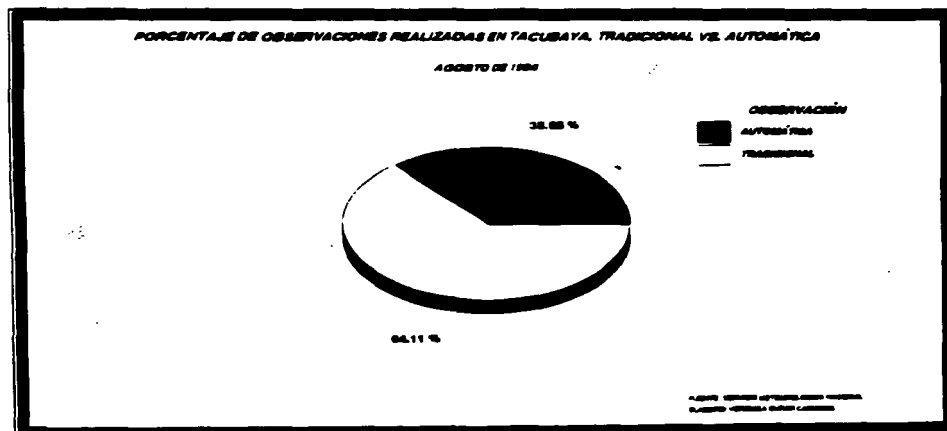


Gráfico no. 24

El mes de mayo, deja ver que es mayor el porcentaje de las observaciones tradicionales con respecto a las automáticas. (ver gráfica no. 21).

Durante el mes de junio, continua más alto el porcentaje de las observaciones tradicionales que las automáticas, y solo un 38.61 % se realizan de manera automática. (ver gráfica no. 22).

En julio (gráfica no. 23), se observa un incremento ligero en el porcentaje de las observaciones automáticas que es de 57.93 %.

En agosto se observa un 35.88 % de observaciones automáticas y hasta un 64.11 % de las tradicionales. (ver gráfica no. 24).

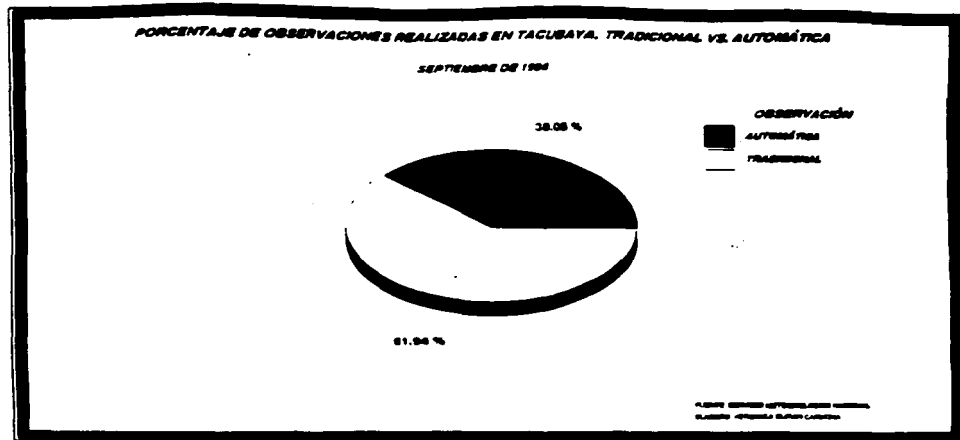


Gráfico no. 25

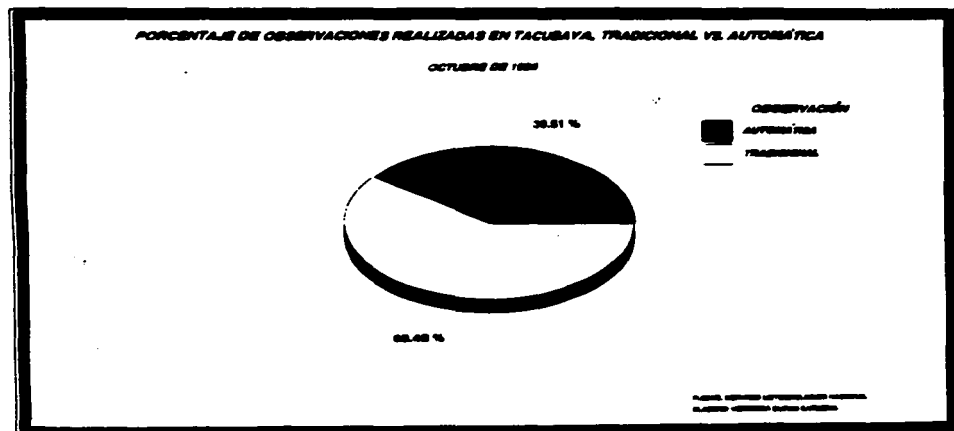


Gráfico no. 26

Durante el mes de septiembre de 1994, la estación meteorológica automática sumó un porcentaje de 38.05 %, y las observaciones tradicionales conservan 61.94 %. (gráfica no. 25).

En octubre de 1994, último mes de estudio, se advierte que las observaciones tradicionales suman el 60.48 %, y las automáticas 39.51 %. (ver gráfica no. 26).

Conclusiones:

Del cuadro que se realizó y que concentra el número de las observaciones tradicionales y automáticas, se obtuvo no solo el análisis anterior que muestran las gráficas, sino que se pudo deducir en función de los datos lo siguiente:

A partir de la instalación de la estación automática existe una mezcla de información meteorológica y por lo tanto climatológica; se observa que durante el período de estudio existen algunos meses que presentan un excesivo uso de la estación automática, tales como: diciembre de 1992, donde el número de observaciones automáticas es de 533 en tanto que las tradicionales fueron 211; aquí se puede detectar un uso excesivo en el equipo automático, para lo cual se argumenta que correspondió a un mes donde el personal que laboró en el observatorio Central de Tacubaya era escaso. Entre los motivos que se adujeron se tienen: los festejos de fin de año y las vacaciones navideñas. Con relación a esto, conviene señalar que no dejó de manifestarse inconciencia de aquellos trabajadores, que a pesar de saber la importancia que requiere en la continuidad de las observaciones, no mantuvieron una consistente participación para lograr el equilibrio en el uso de las estaciones y de facto entre el personal que realiza las observaciones, y la responsabilidad que compete a los objetivos de este centro de información meteorológico.

Nuevamente en enero de 1993, se tienen 443 observaciones automáticas y 251 tradicionales; en mayo 422 en la automática y 322 en la tradicional.

En 1994, el número de observaciones realizadas de manera tradicional es mayor; en otras ocasiones se tiene casi un 50 % tanto de tradicionales como de automáticas, tal es

el caso del mes de abril, donde se realizaron 390 observaciones automáticas y 330 tradicionales.

Con respecto a los porcentajes de observación que muestran los gráficos, se puede concluir que:

a) Las observaciones realizadas en forma automática desde septiembre hasta diciembre de 1992, son 219, lo que representa un 54.77 % del total, mientras que las observaciones tradicionales son 181 que equivale a un 45.22 %.

b) En 1993, el número de observaciones tradicionales, de enero a diciembre fue de 593 que equivale al 49.44 % del total, mientras que las automáticas fueron 607, es decir el 50.55 %.

c) Para 1994, de enero a diciembre, las cifras señalaron que del total de observaciones fue de 425 automáticas y 575 tradicionales, que representaron respectivamente el 42.47 % y el 57.52 %, lo cual indica que en apariencia se trabajó más con los instrumentos de carácter tradicional, más existen otras posibilidades para dar respuesta a dichos resultados.

7. COMPARACIÓN Y DIFERENCIAS HORARIAS-DIARIAS DE LA TEMPERATURA Y DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA EN EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA.

(Julio de 1993)

Las gráficas que a continuación se insertan permiten advertir la comparación existente entre la estación tradicional y automática de Tacubaya de la temperatura y de la presión atmosférica, que complementan lo aseverado en los capítulos seis y siete.

En ellas se puede ver de manera detallada el comportamiento por día a través de un mes representativo del periodo de estudio como lo es julio de 1993, en donde la segunda gráfica indica las diferencias entre las dos observaciones hora a hora, lo que permite concluir si hay o no igualdad y cual es el rango de oscilación de cada uno de sus registros.

La diferencia registrada es el dato que tiene un valor mayor con respecto al otro.

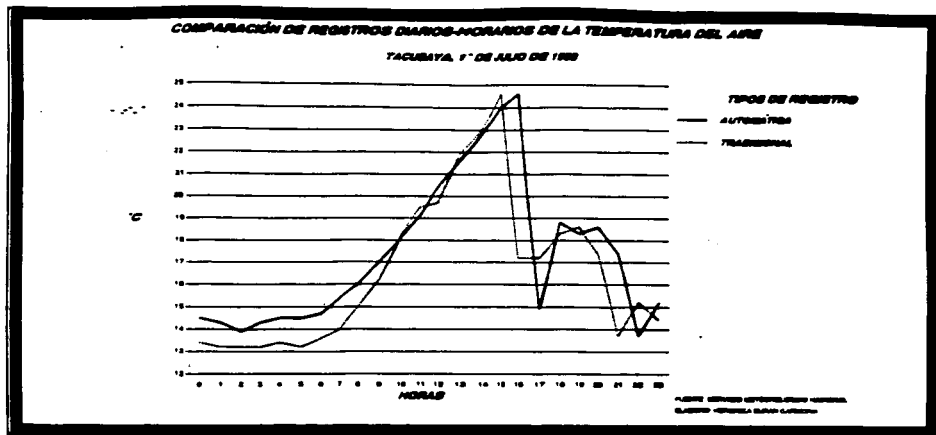


Gráfico no. 1

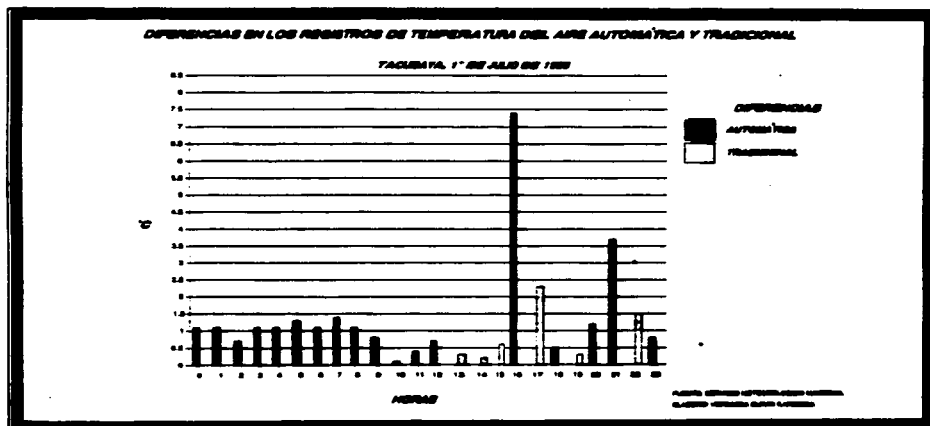


Gráfico no. 2

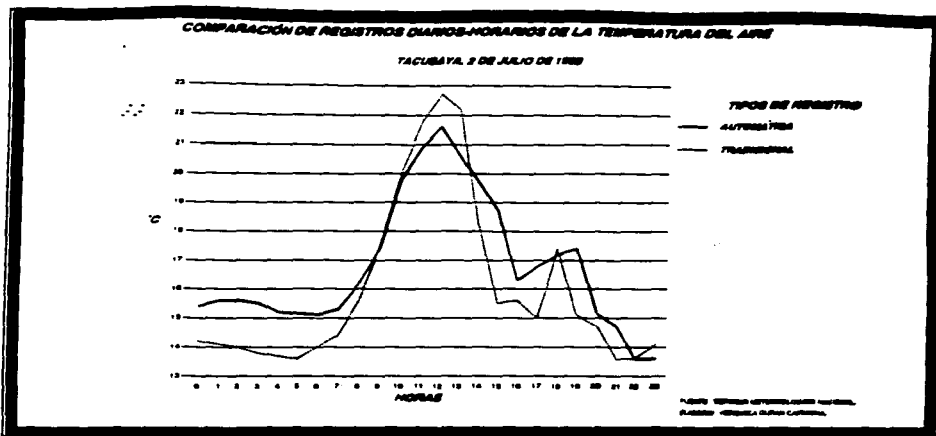


Gráfico no. 3

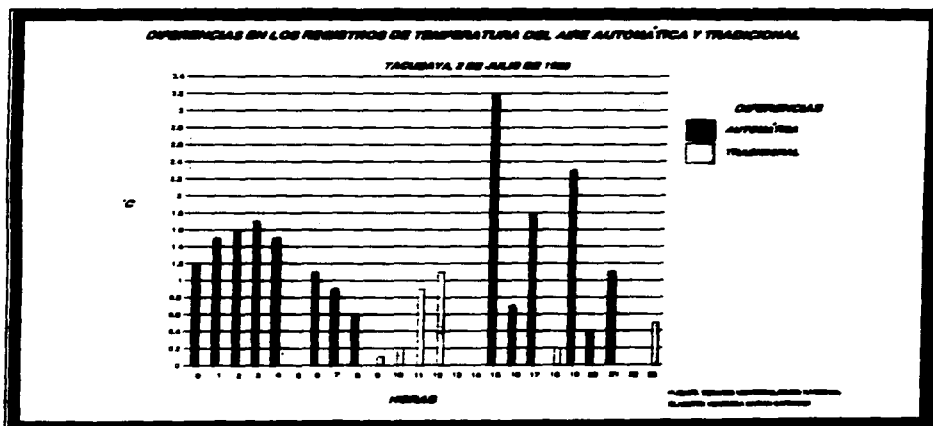


Gráfico no. 4

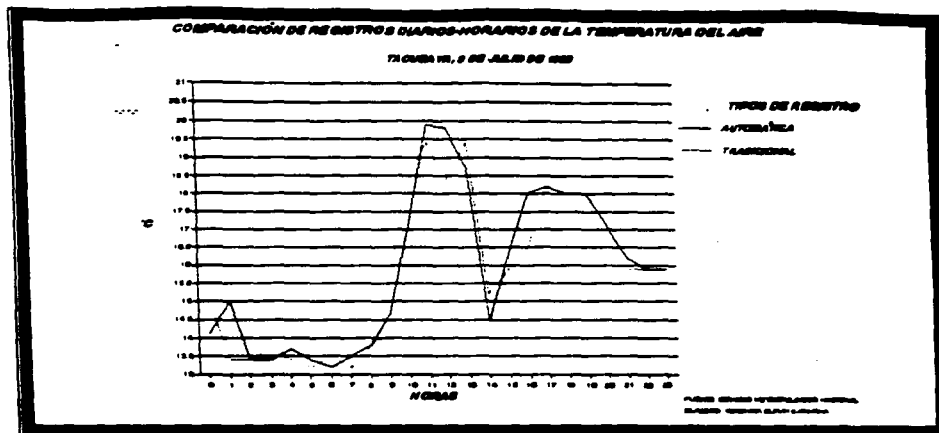


Gráfico no. 5

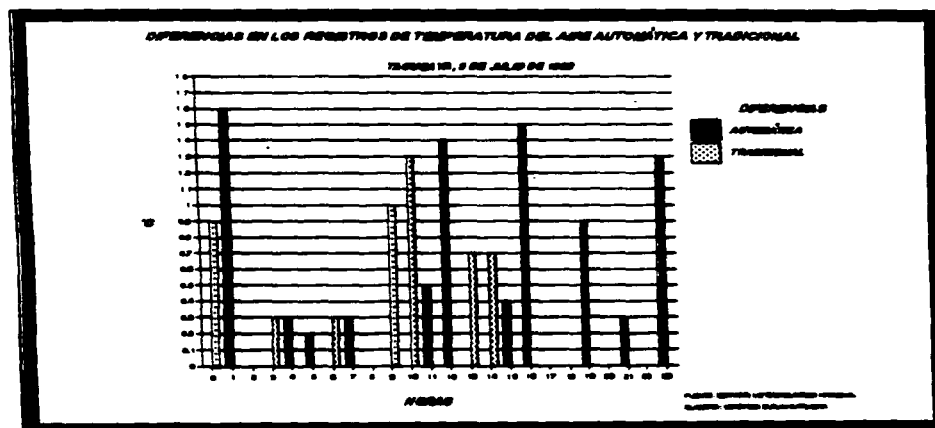


Gráfico no. 6

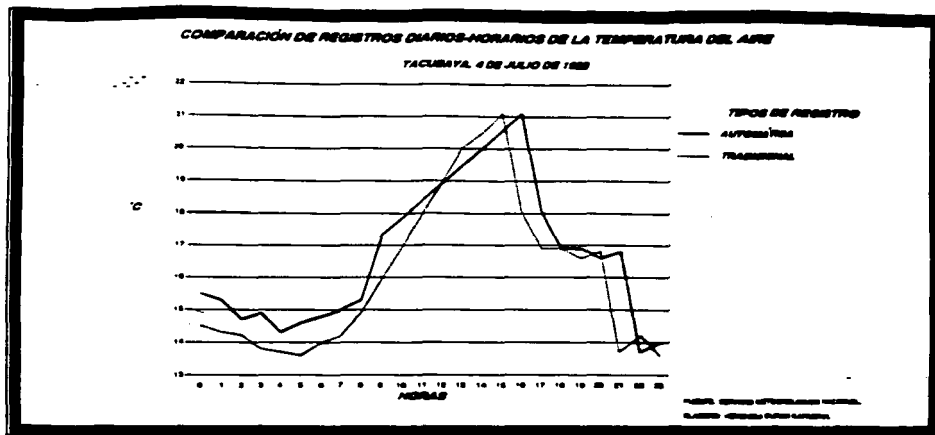


Gráfico no. 7

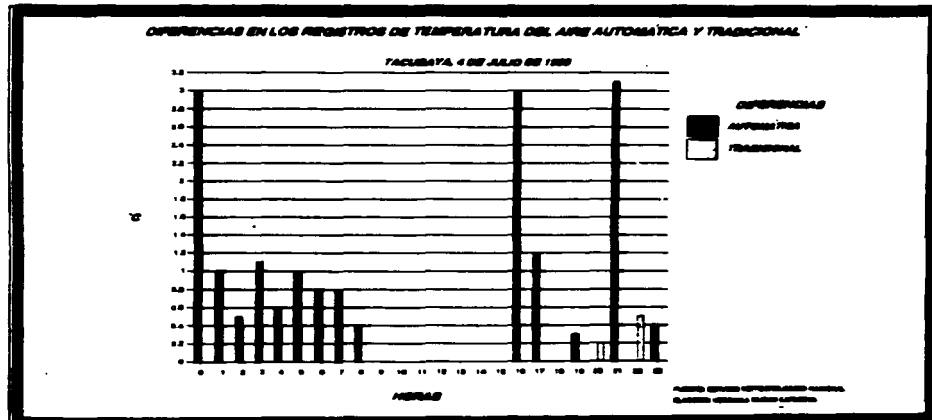


Gráfico no. 8

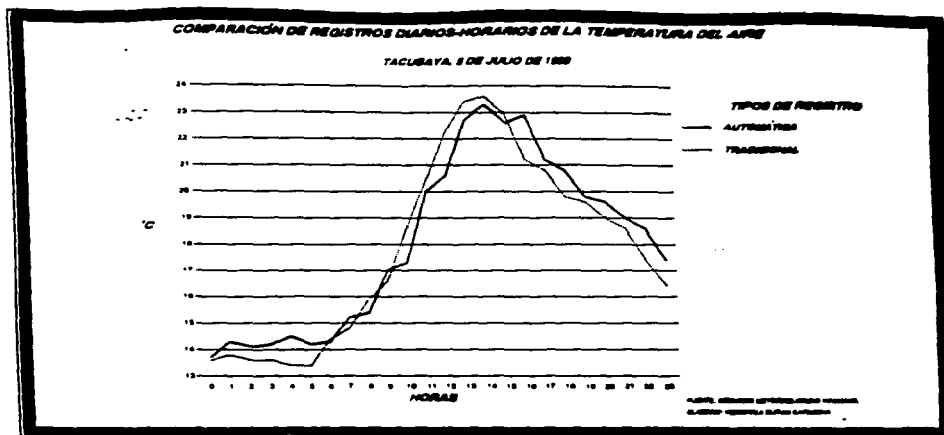


Gráfico no. 9

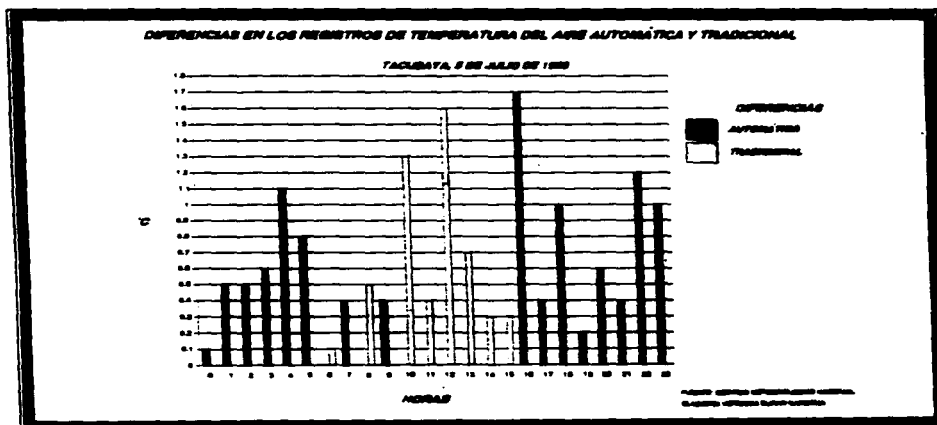


Gráfico no. 10

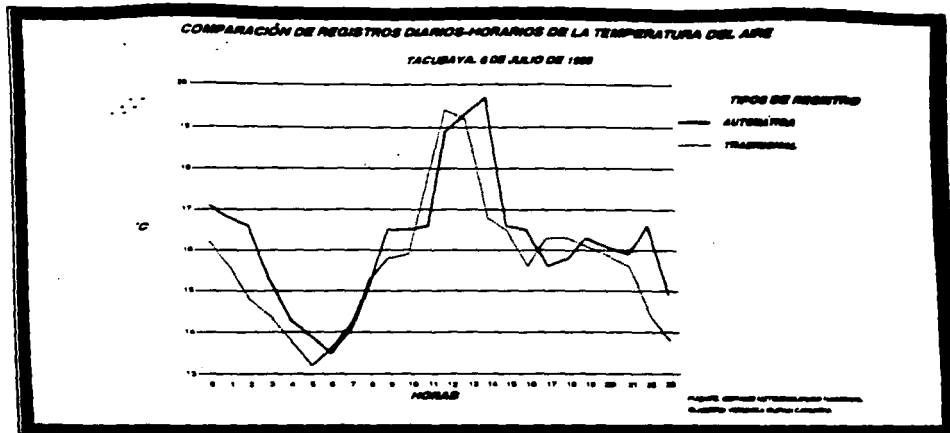


Gráfico no. 11

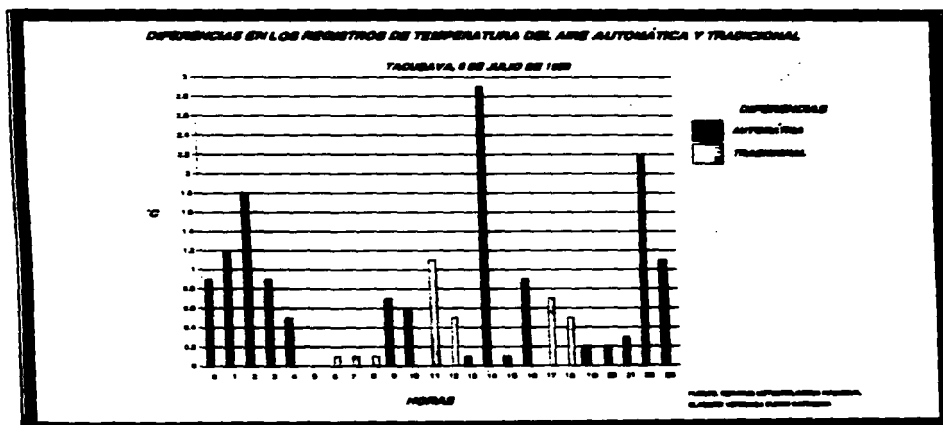


Gráfico no. 12

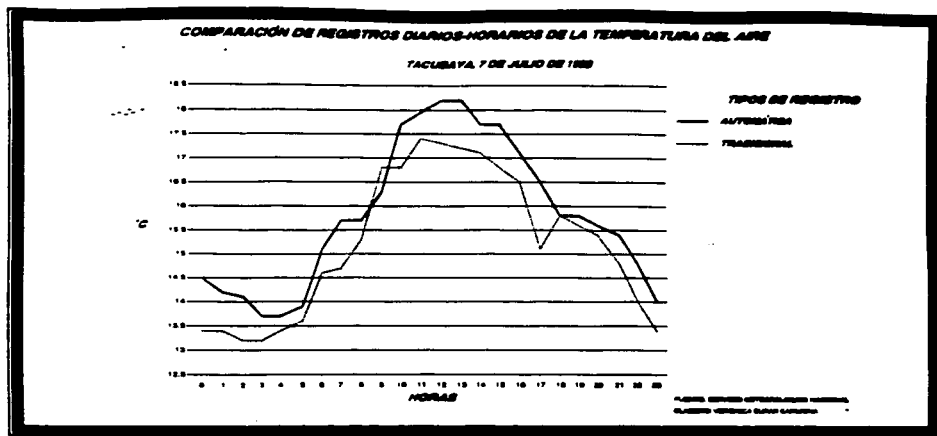


Gráfico no. 13

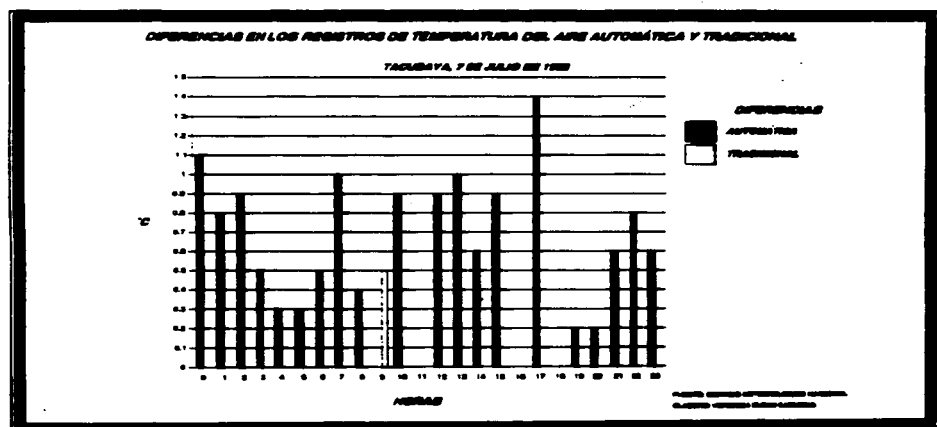


Gráfico no. 14

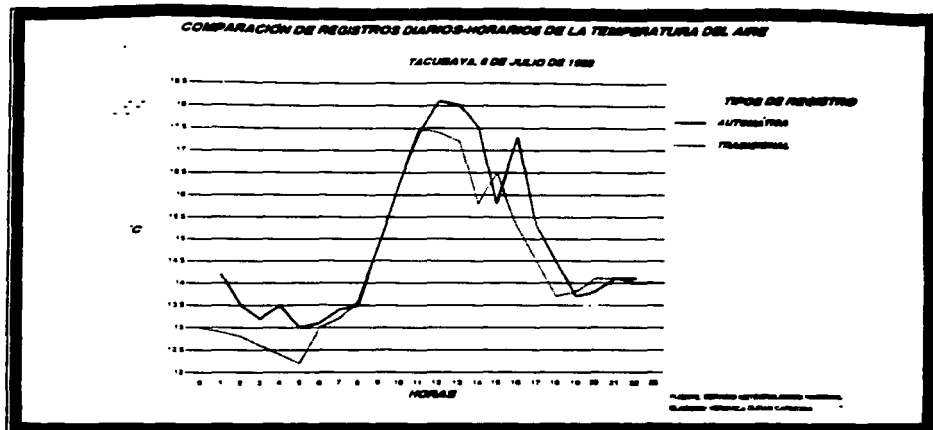


Gráfico no. 15

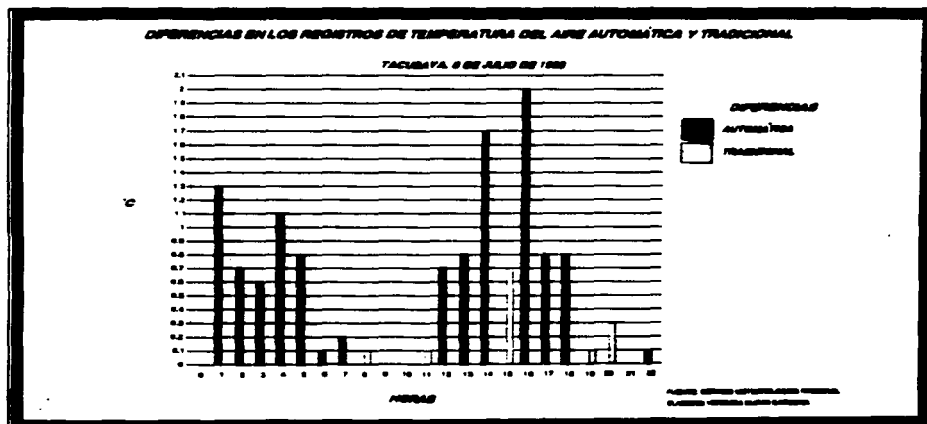


Gráfico no. 16

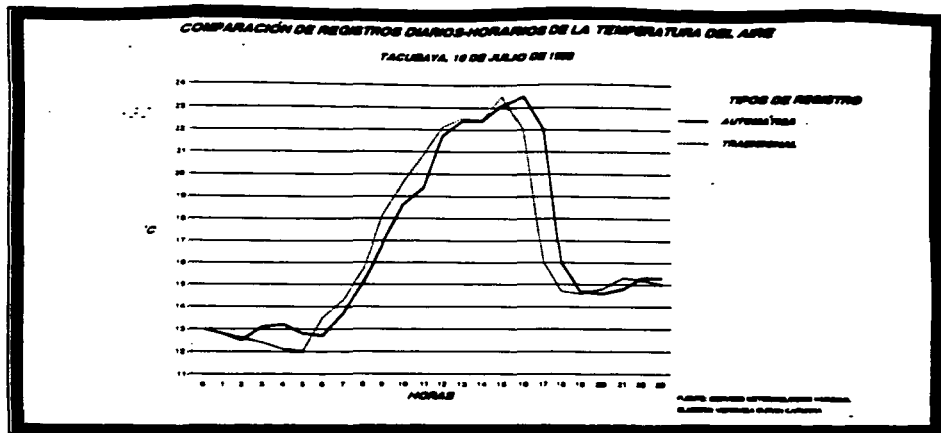


Gráfico no. 17

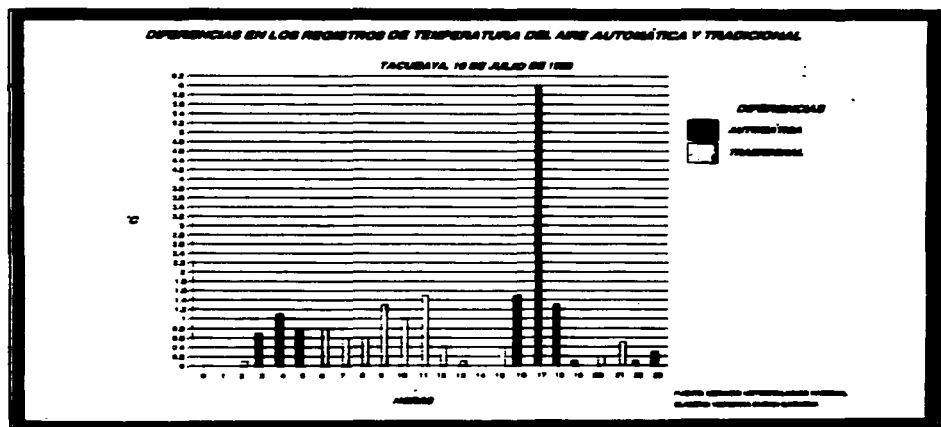


Gráfico no. 18

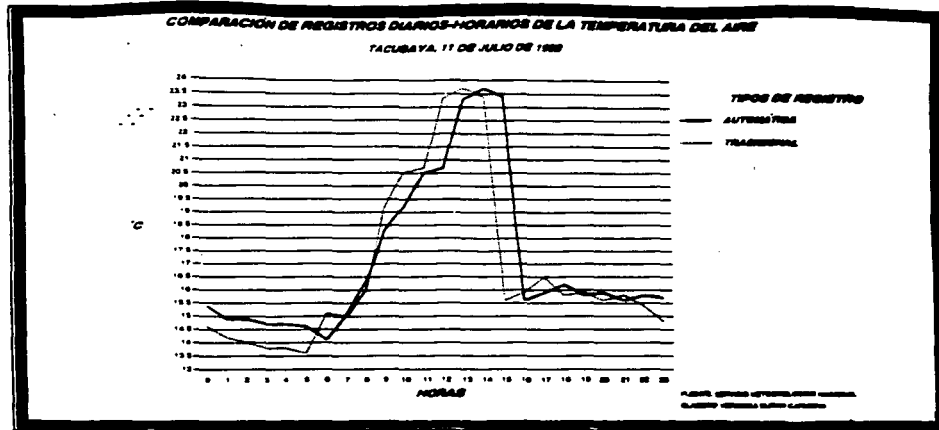


Gráfico no. 19

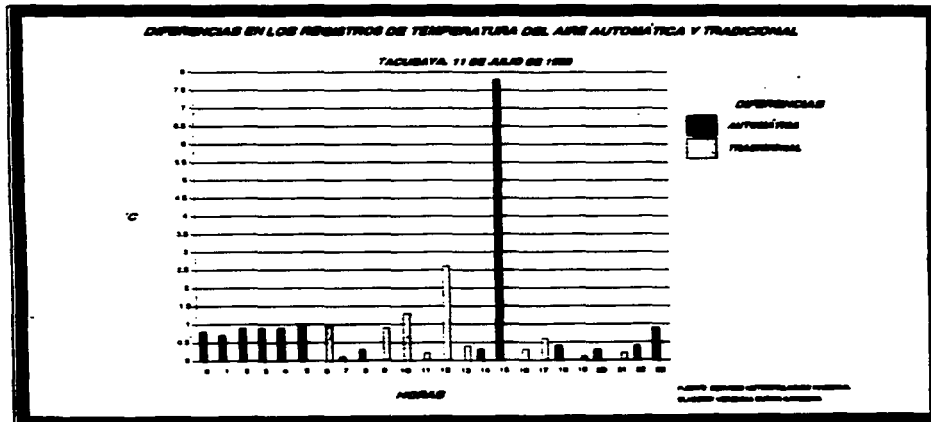


Gráfico no. 20

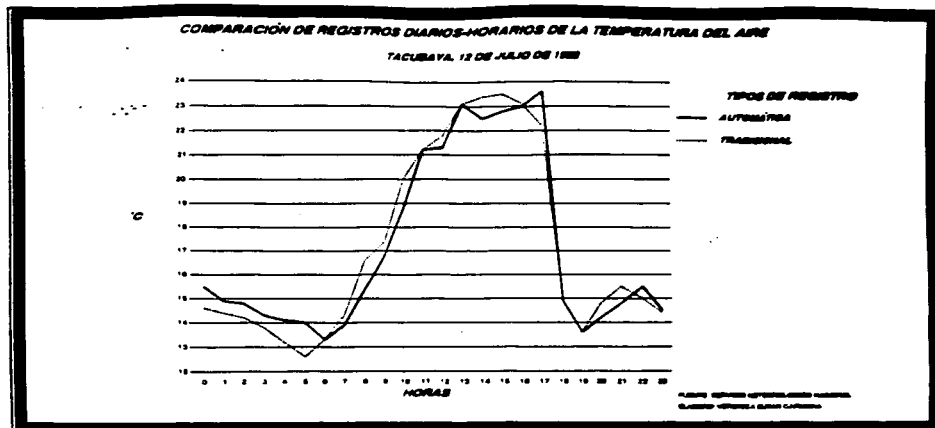


Gráfico no. 21

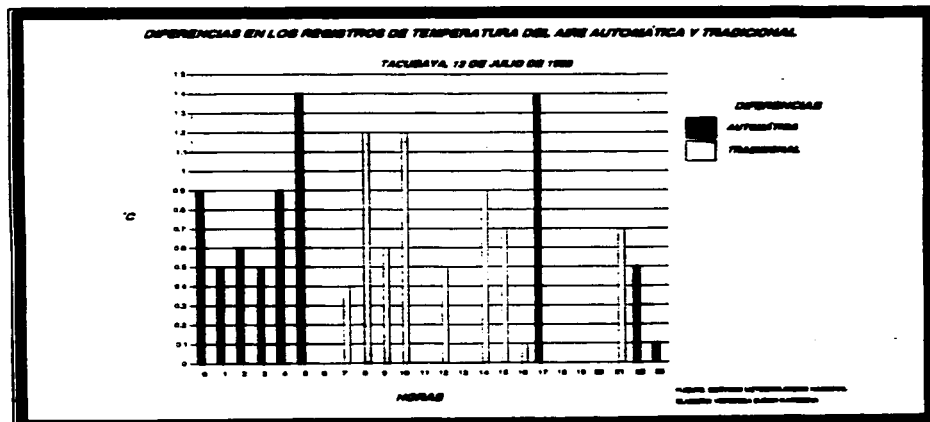


Gráfico no. 22

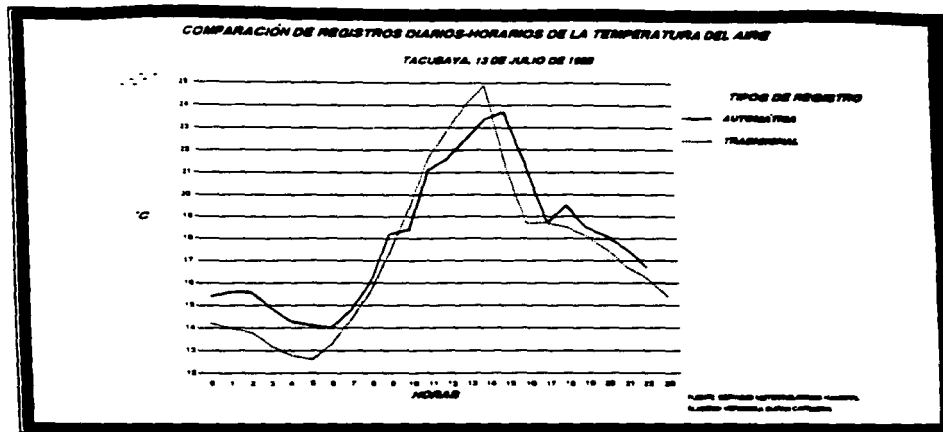


Gráfico no. 23

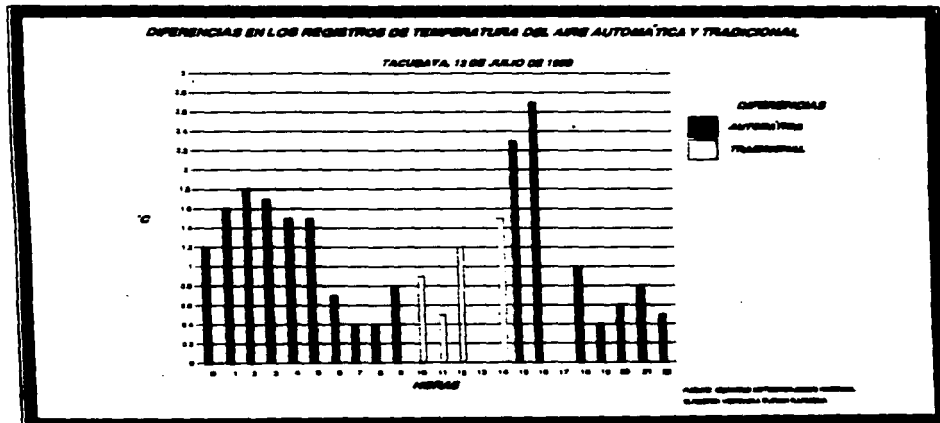


Gráfico no. 24

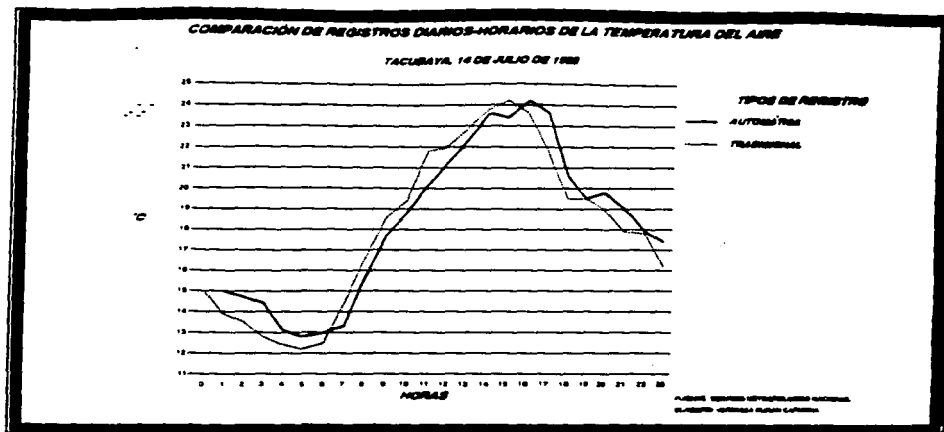


Gráfico no. 25

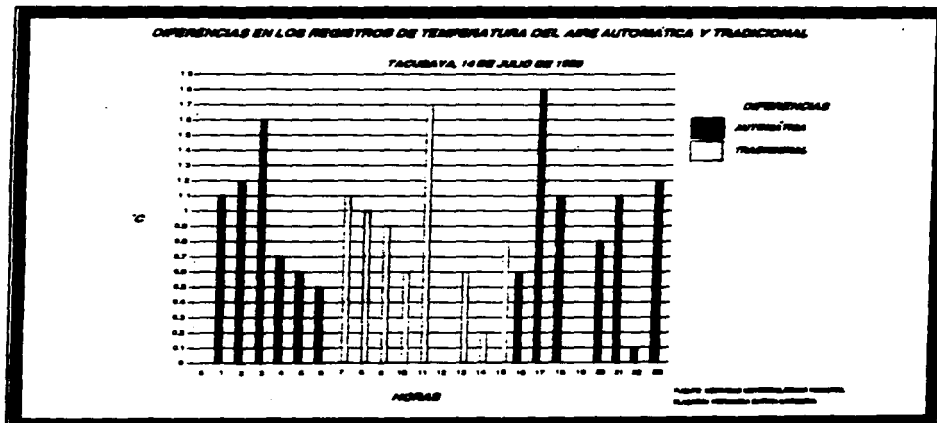


Gráfico no. 26

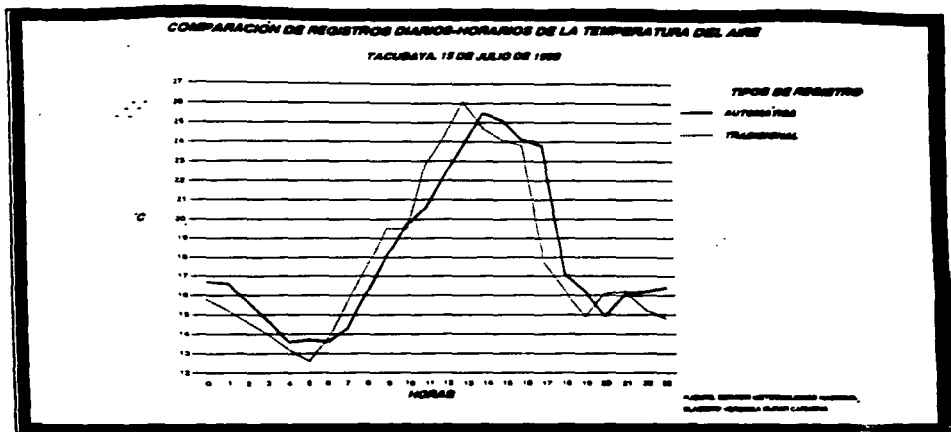


Gráfico no. 27

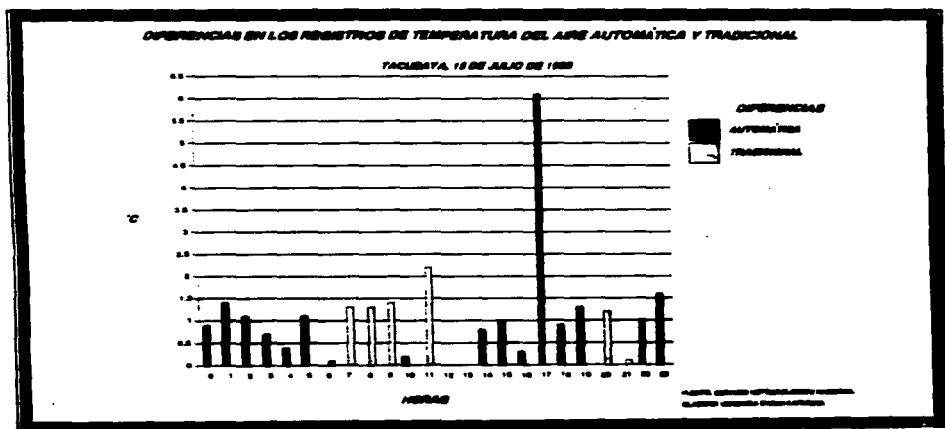


Gráfico no. 28

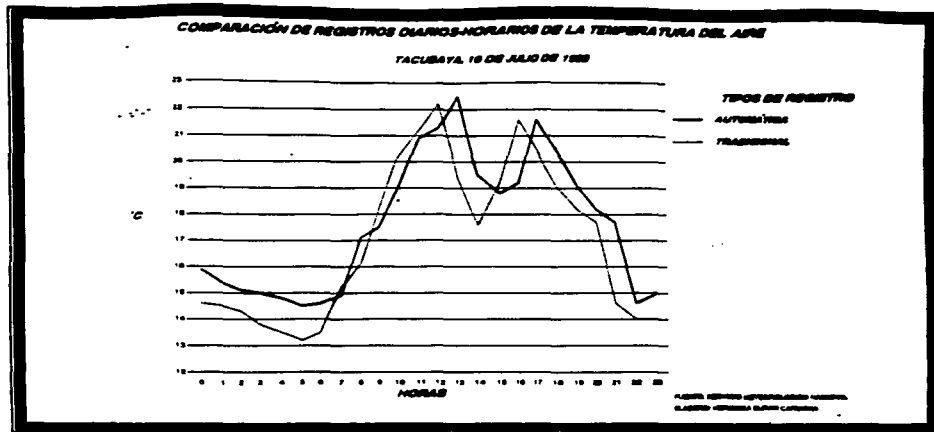


Gráfico no. 29

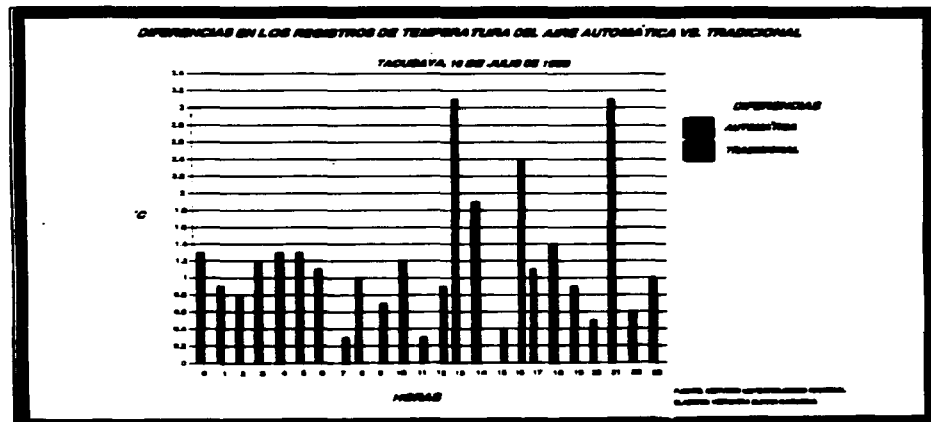


Gráfico no. 30

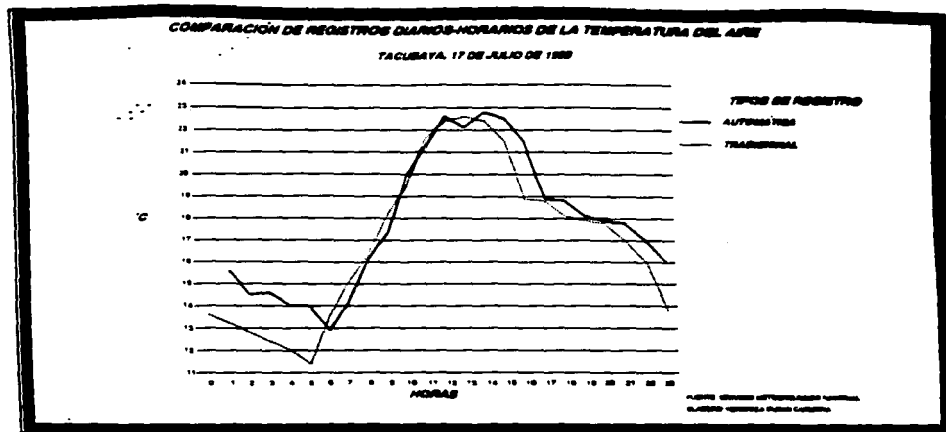


Gráfico no. 31

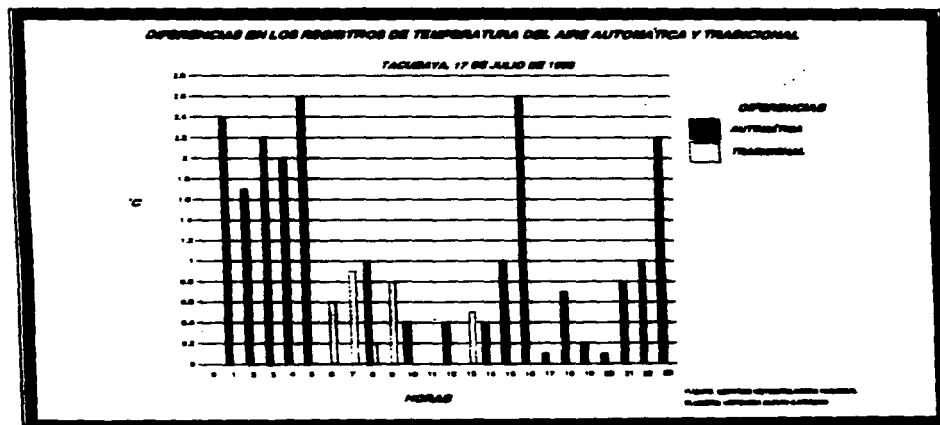


Gráfico no. 32

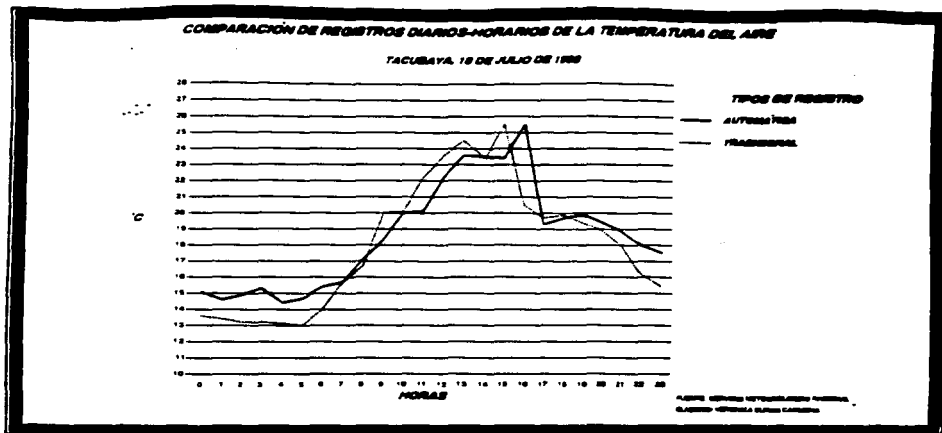


Gráfico no. 33

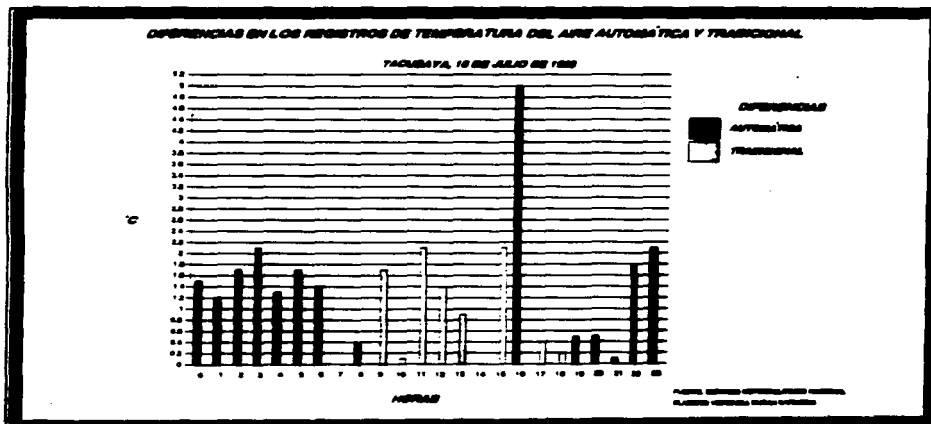


Gráfico no. 34

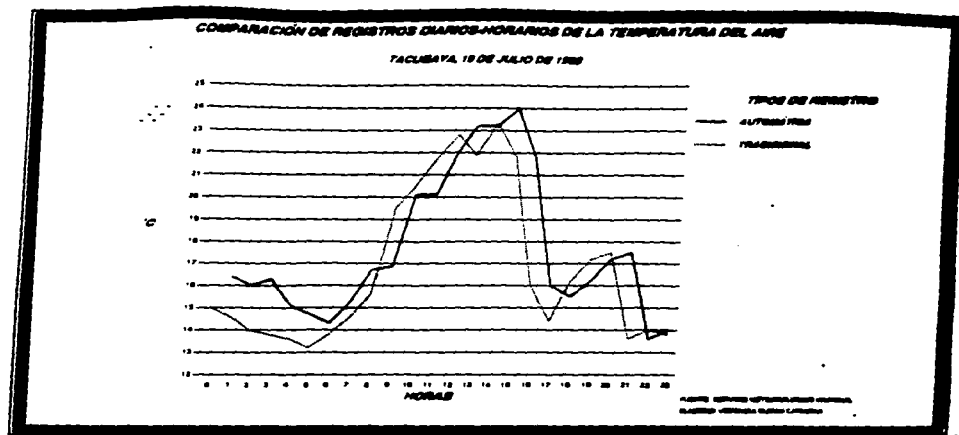


Gráfico no. 35

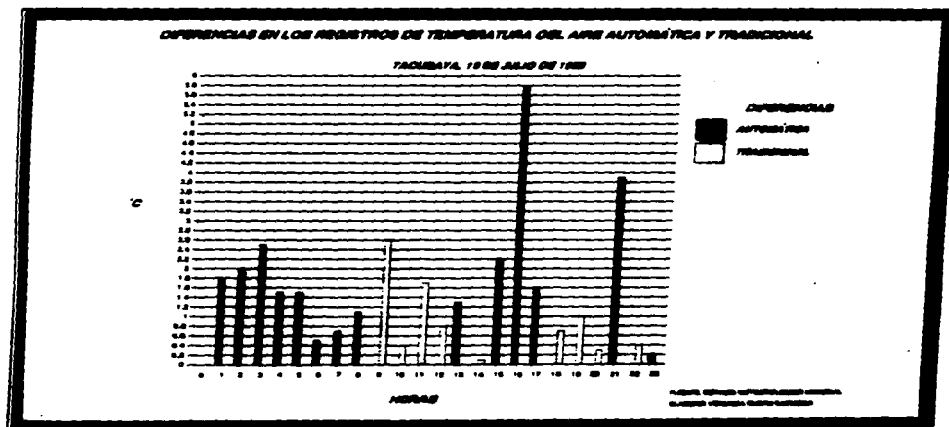


Gráfico no. 36

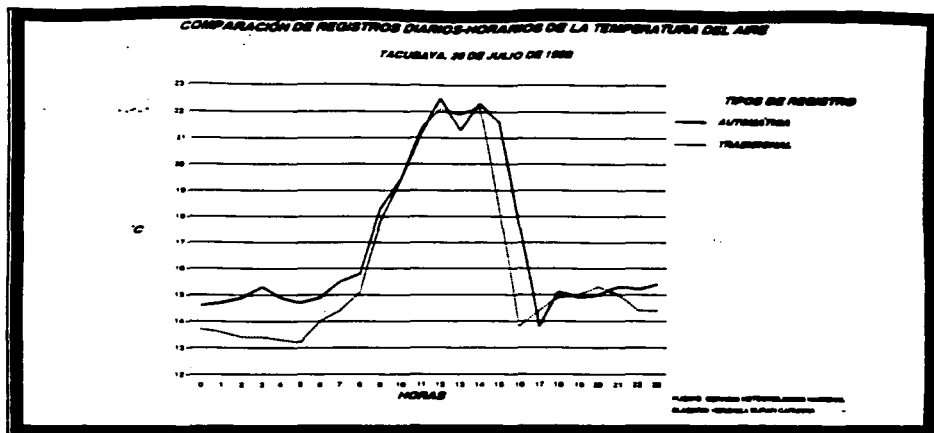


Gráfico no. 37

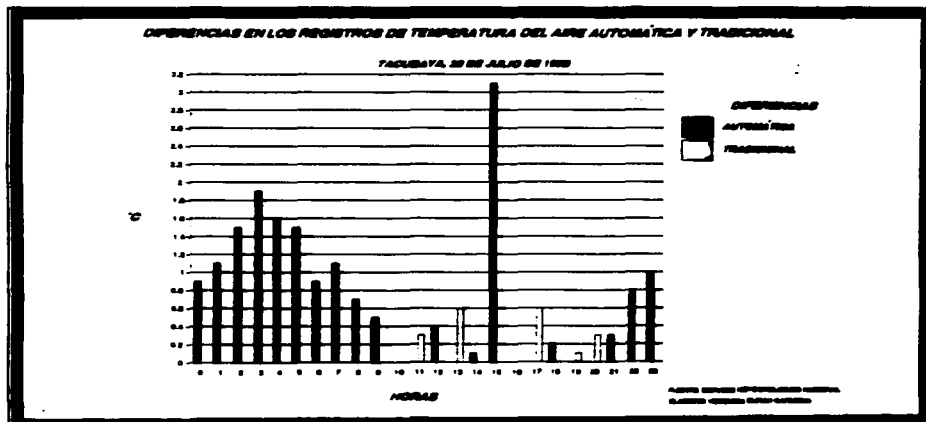


Gráfico no. 38

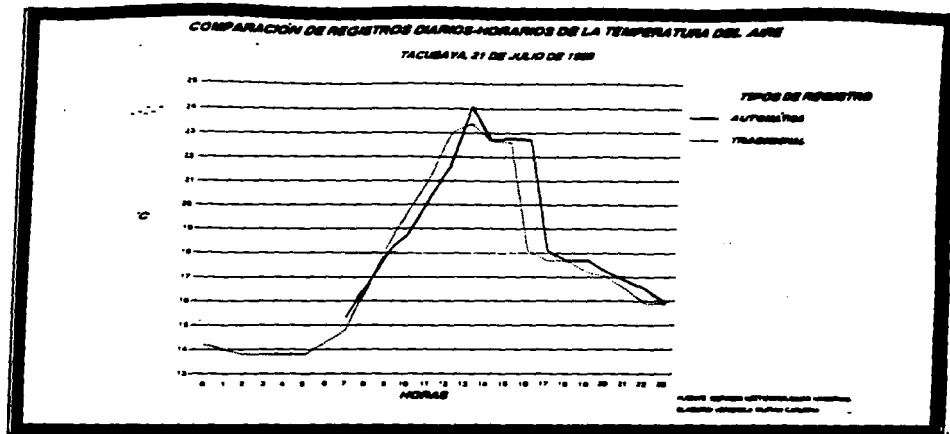


Gráfico no. 39

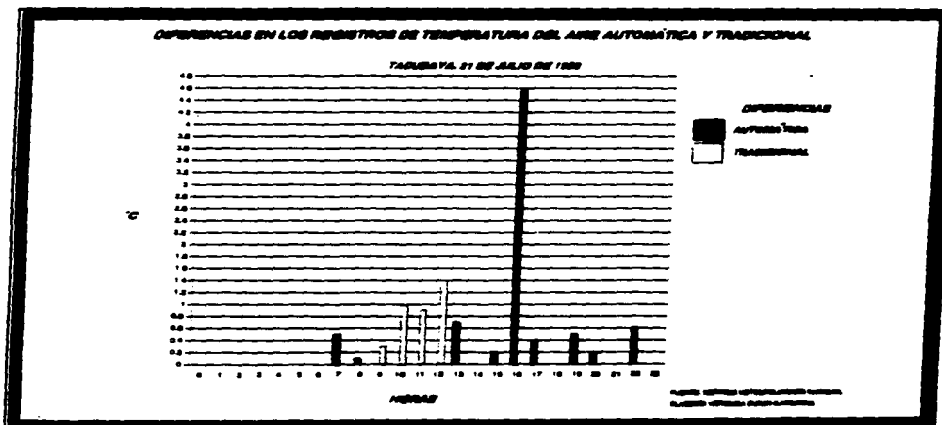


Gráfico no. 40

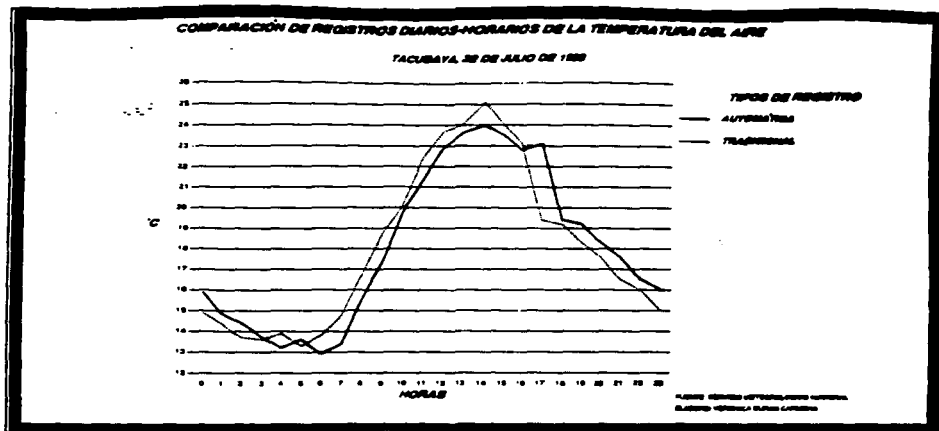


Gráfico no. 41

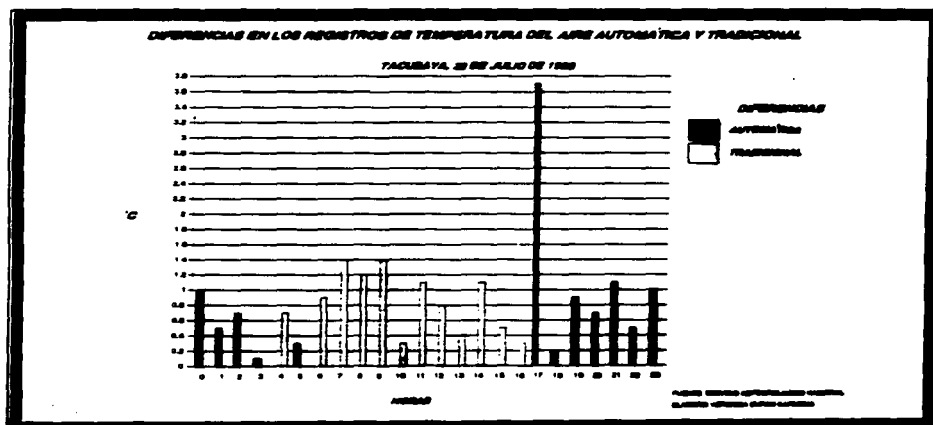


Gráfico no. 42

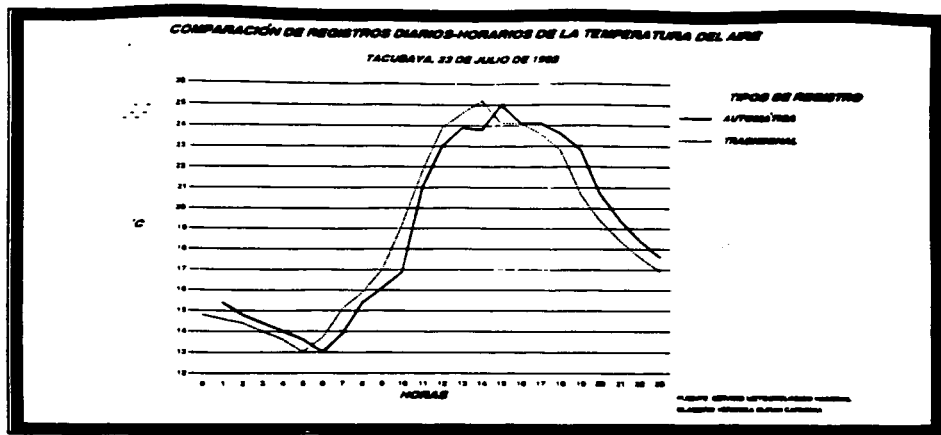


Gráfico no. 43

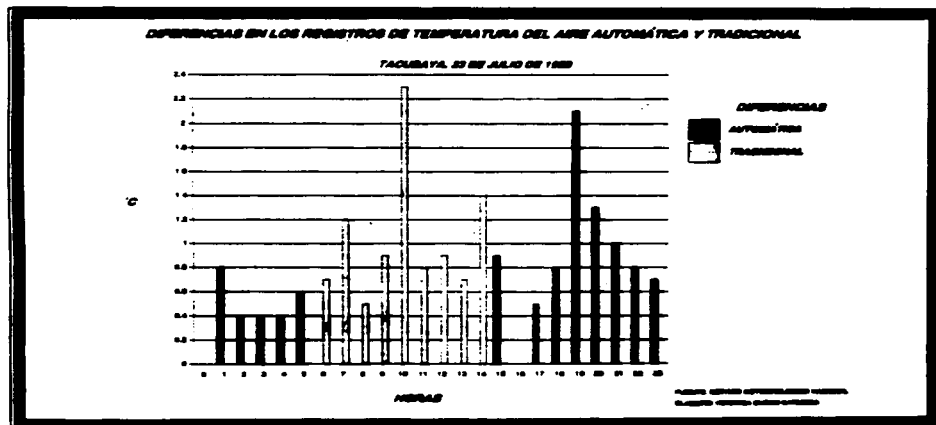


Gráfico no. 44

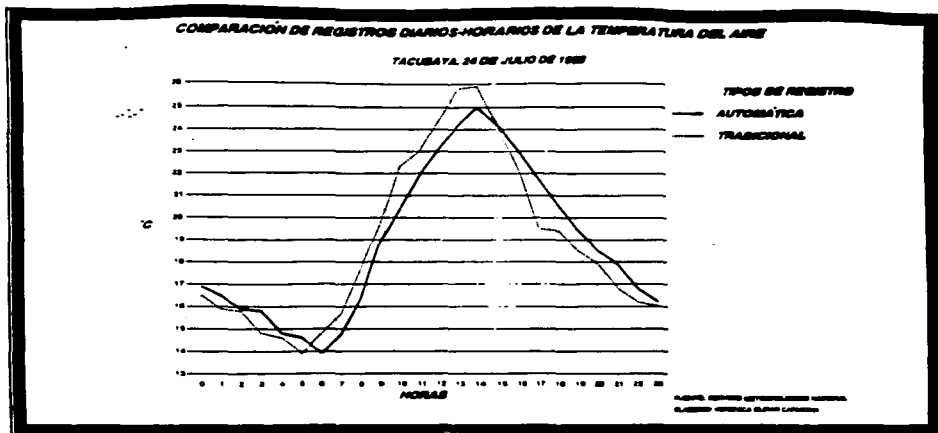


Gráfico no. 43

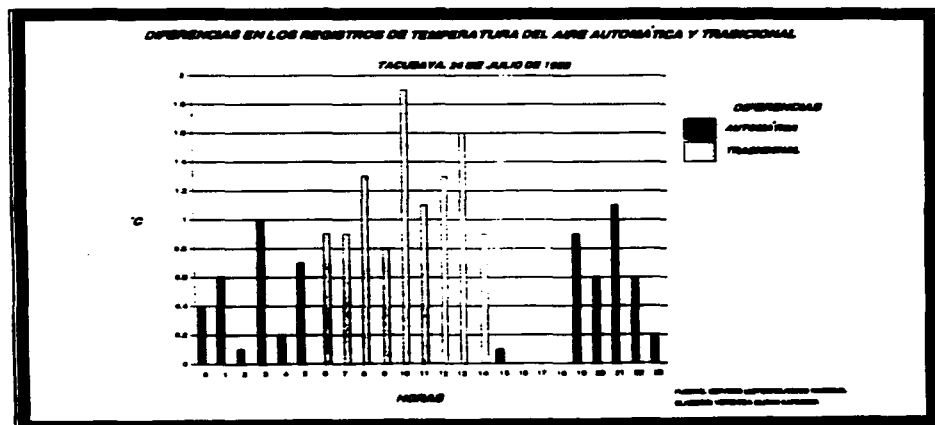


Gráfico no. 46

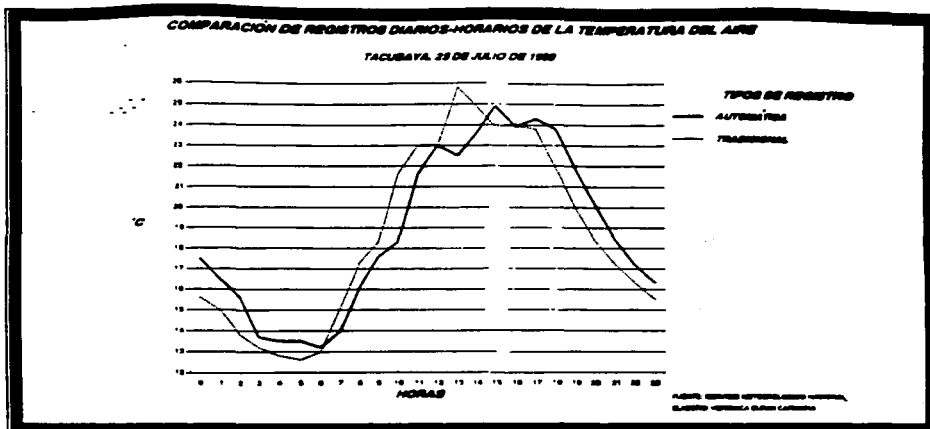


Gráfico no. 47

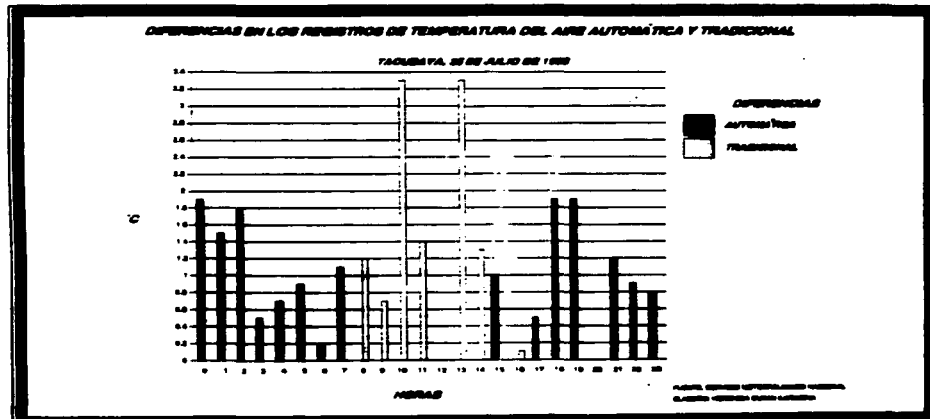


Gráfico no. 48

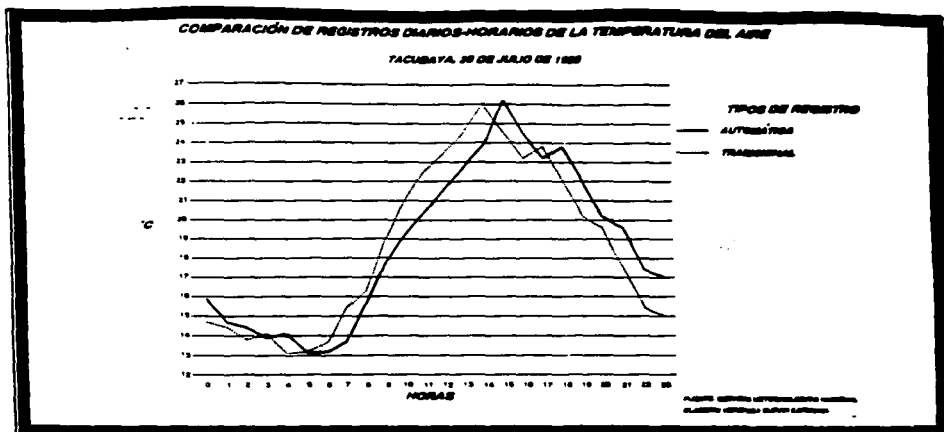


Gráfico no. 49

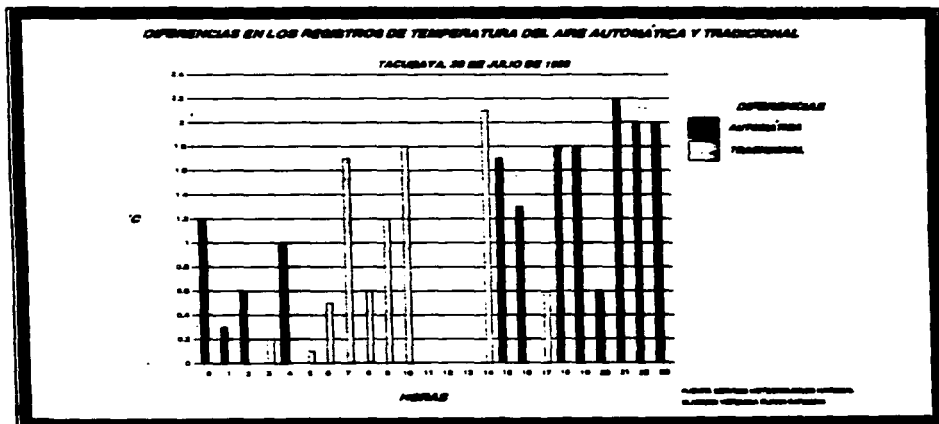


Gráfico no. 50

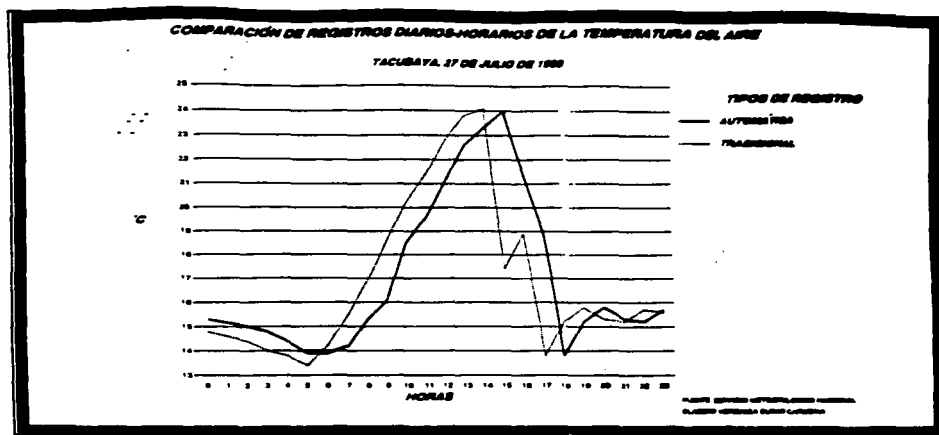


Gráfico no. 52

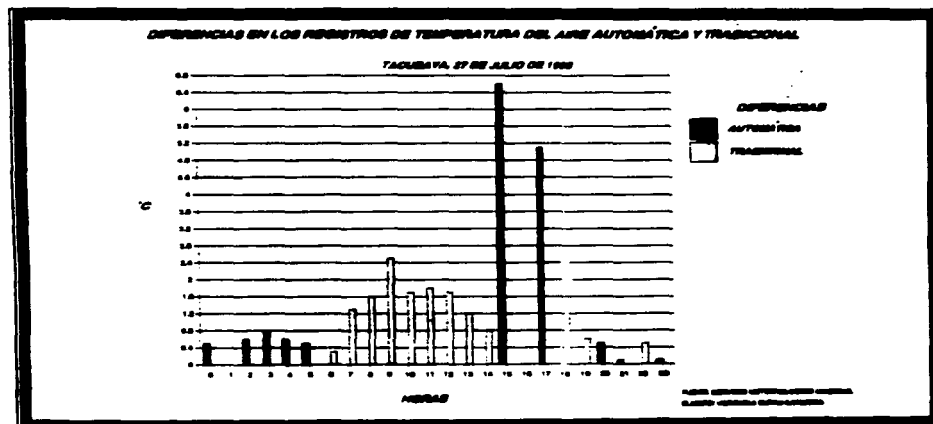


Gráfico no. 53

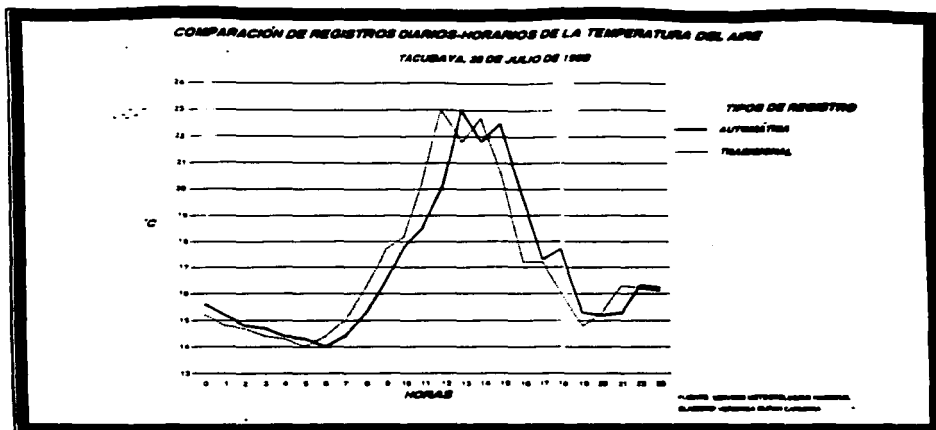


Gráfico no. 53

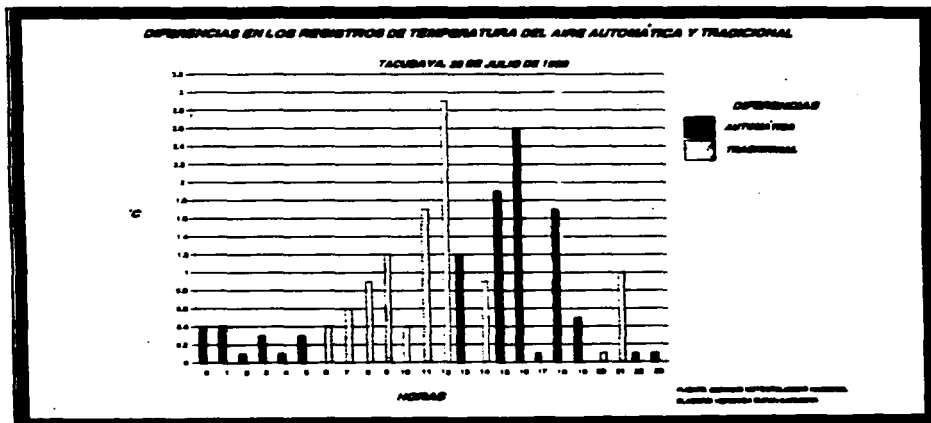


Gráfico no. 54

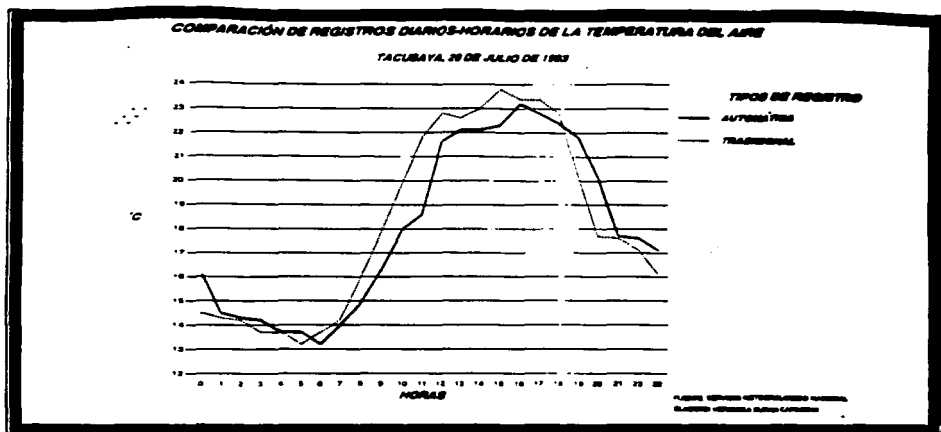


Gráfico no. 55

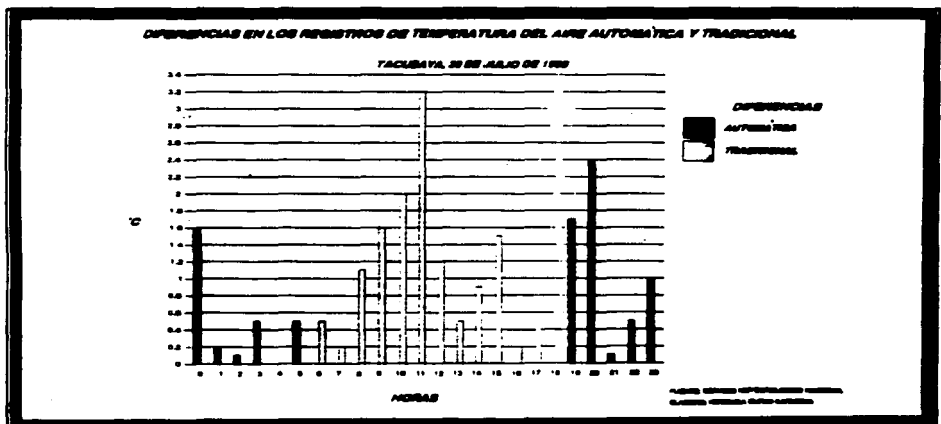


Gráfico no. 56

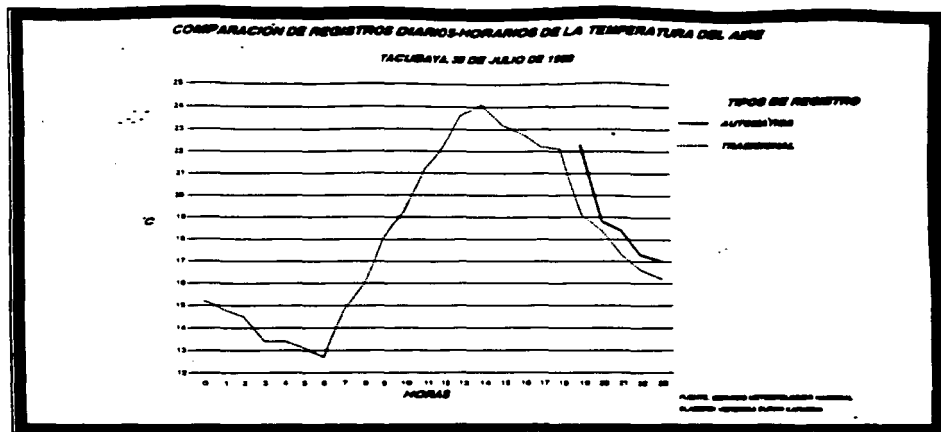


Gráfico no. 57

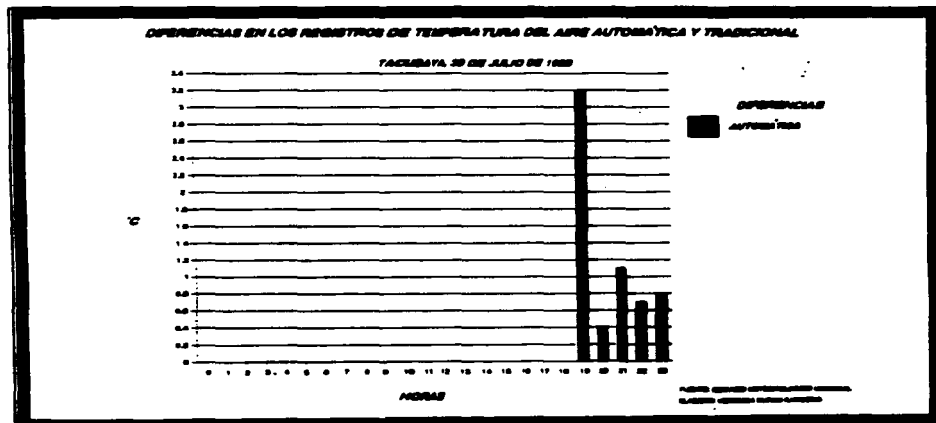


Gráfico no. 58

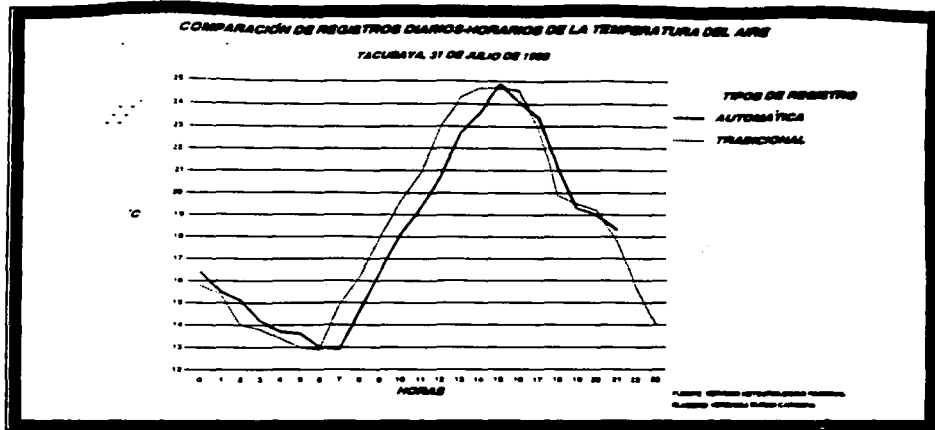


Gráfico no. 59

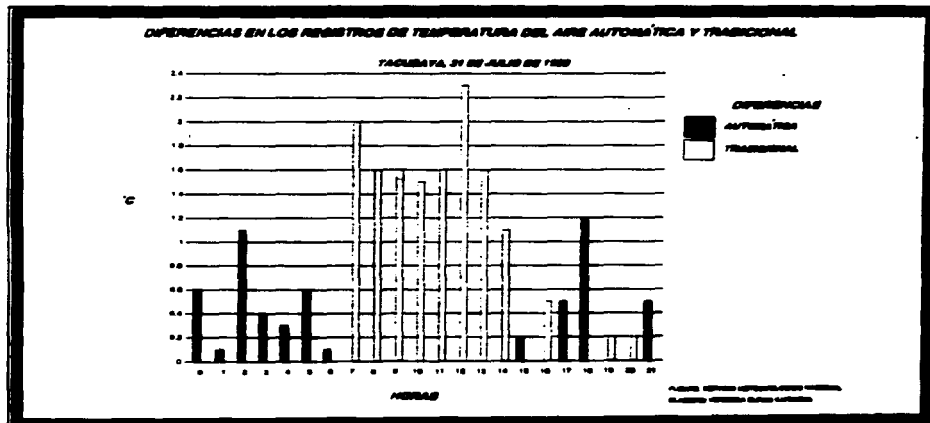


Gráfico no. 60

8. Comparación y diferencias horarias diarias de la presión atmosférica del mes de julio de 1993.

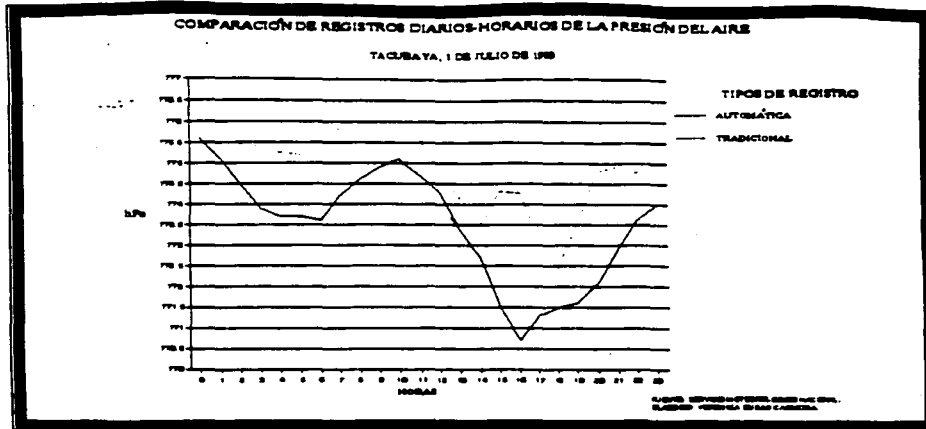


Gráfico no. 1

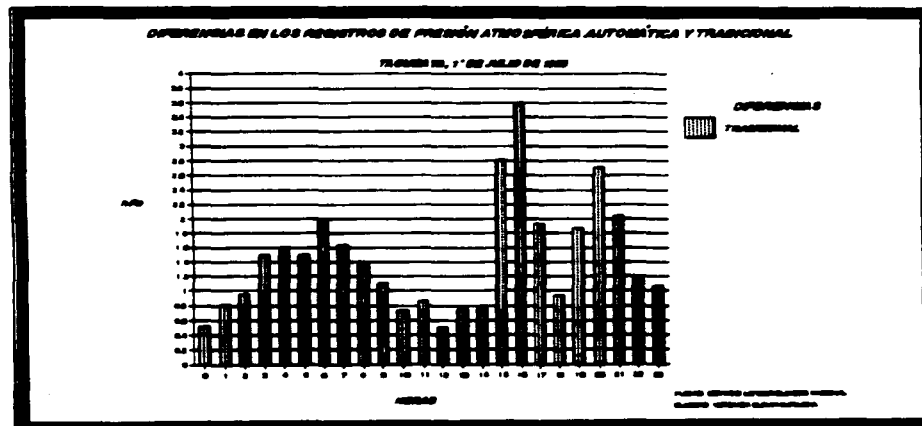


Gráfico no. 2

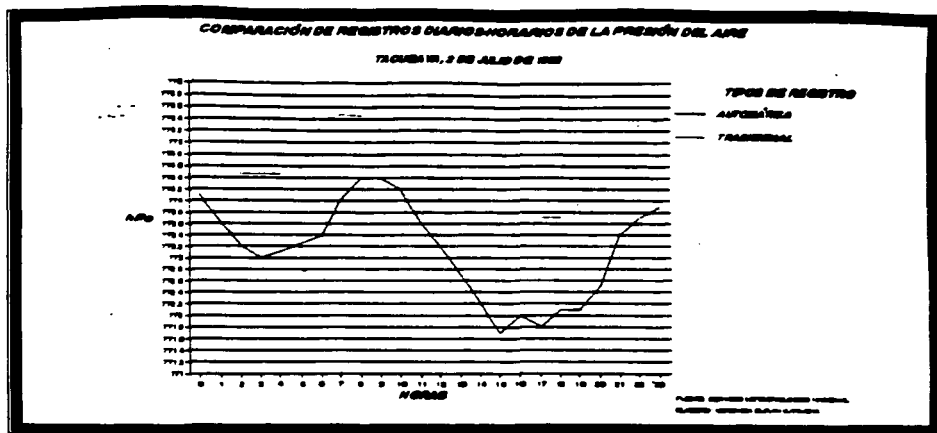


Gráfico no. 3

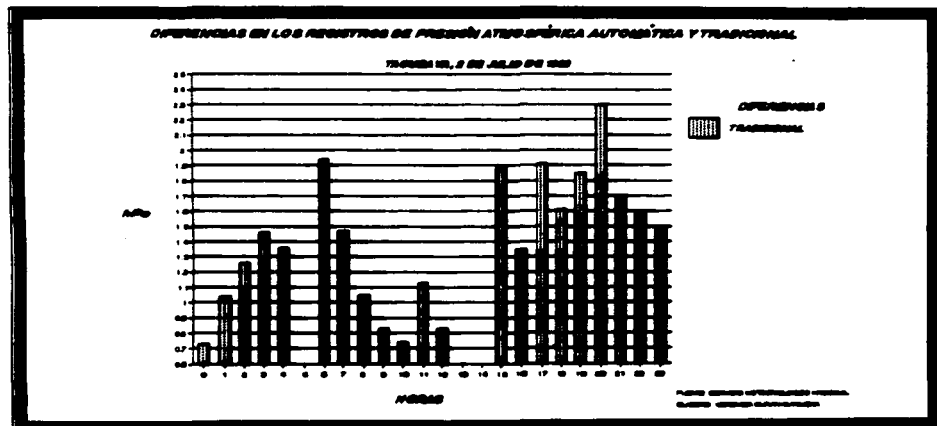


Gráfico no. 4

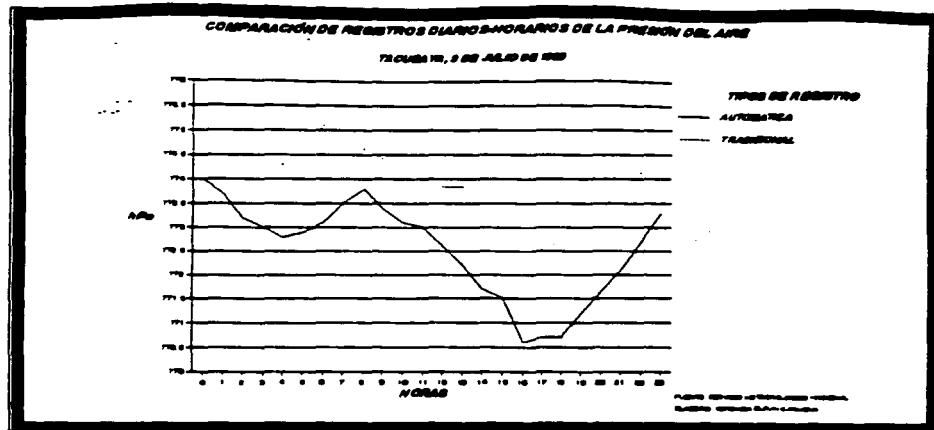


Gráfico no. 5

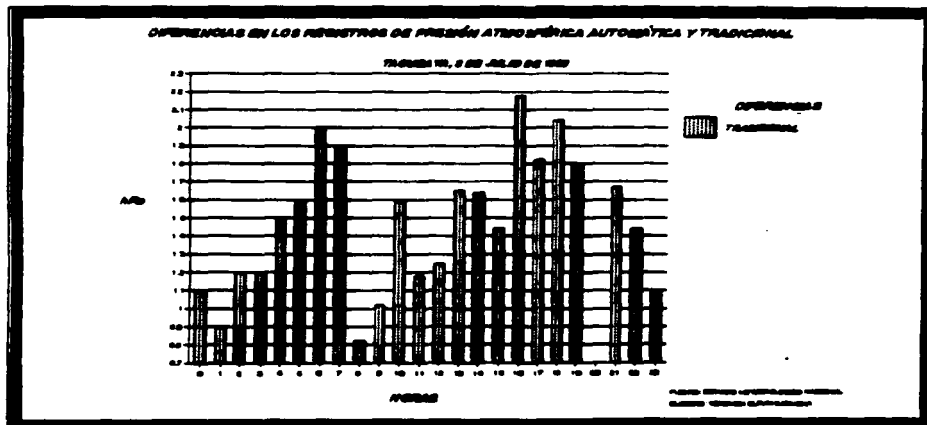


Gráfico no. 6

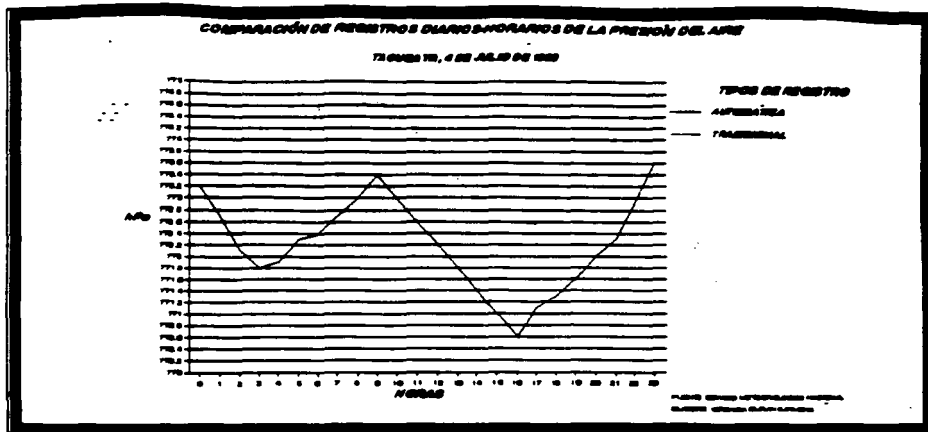


Gráfico no. 7

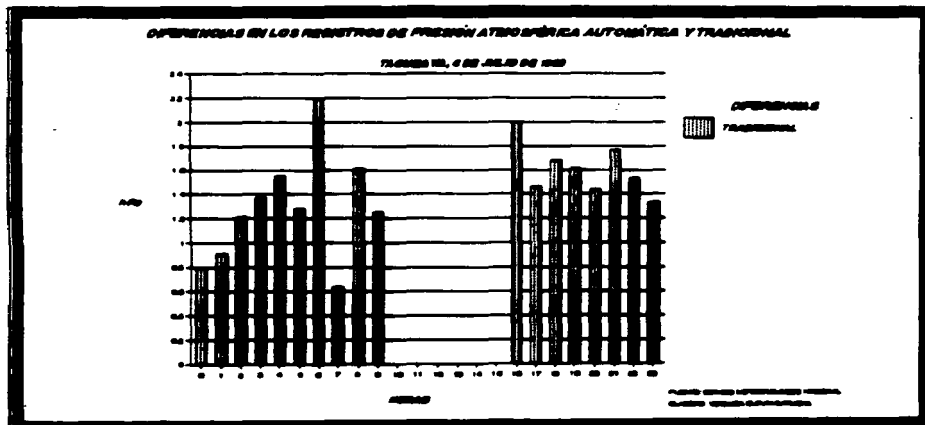


Gráfico no. 8

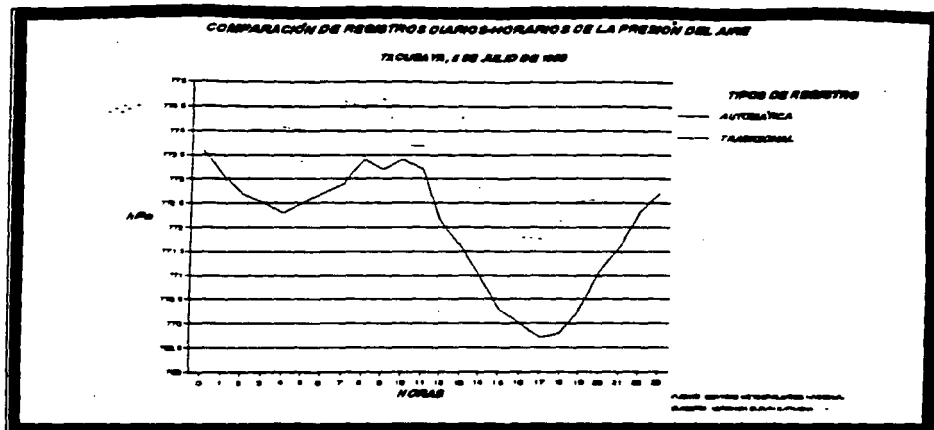


Gráfico no. 9

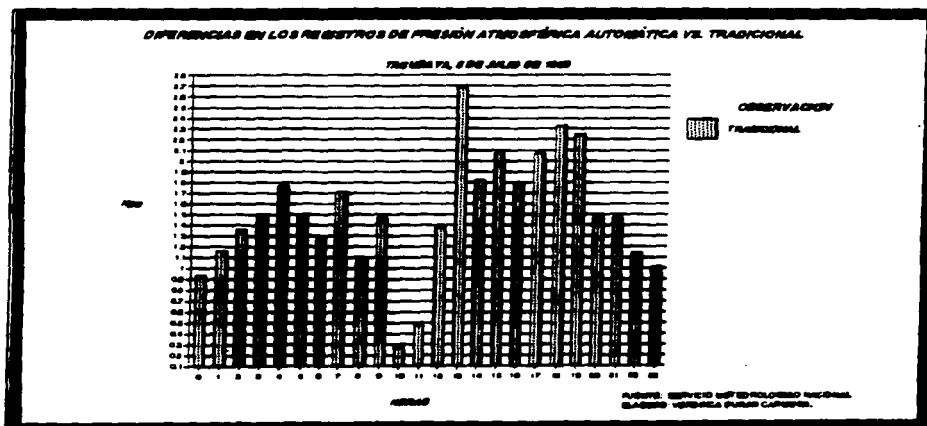


Gráfico no. 10

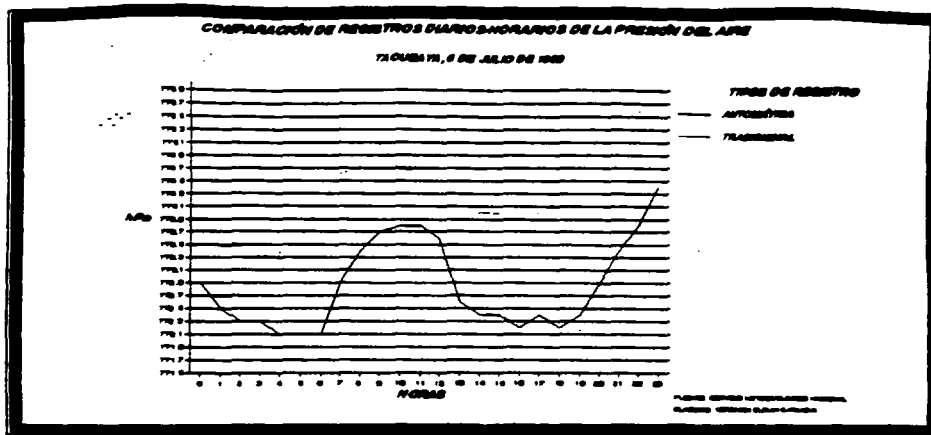


Gráfico no. 11

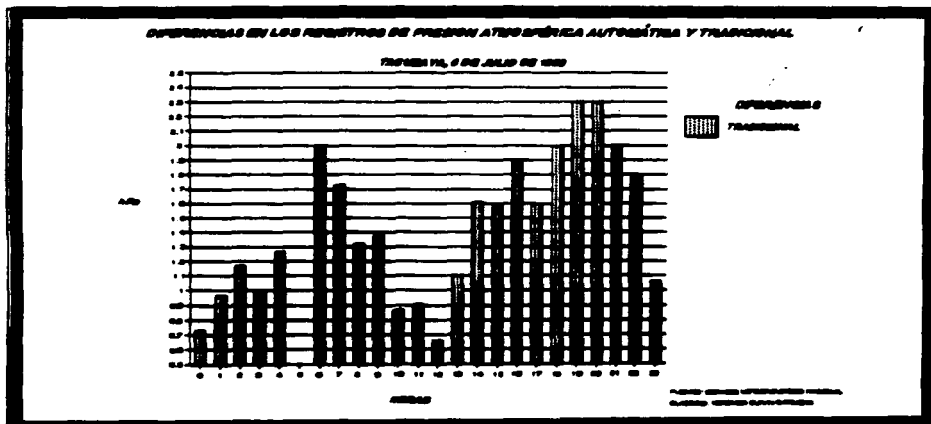


Gráfico no. 12

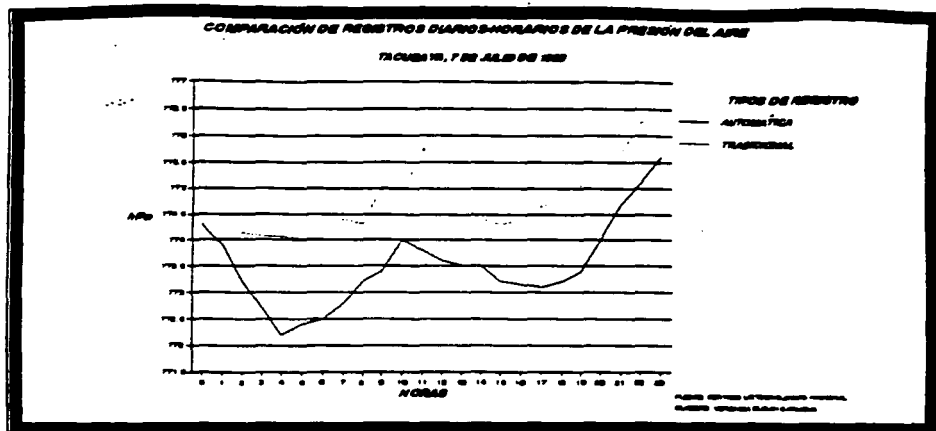


Gráfico no. 13

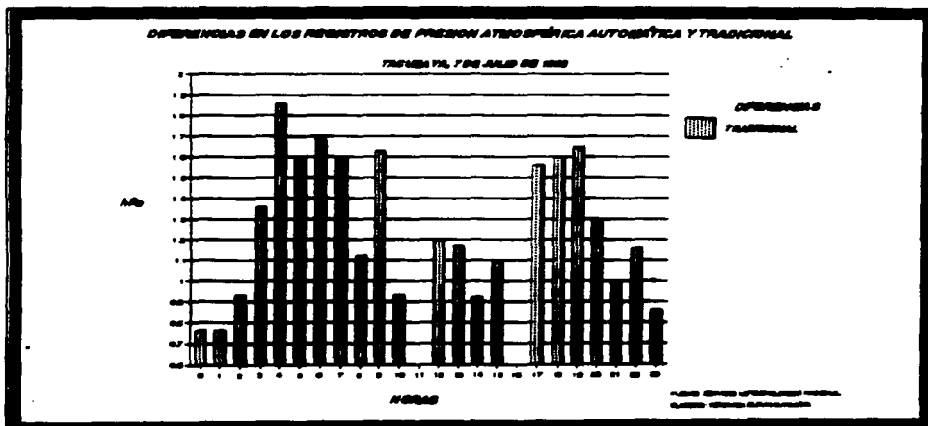


Gráfico no. 14

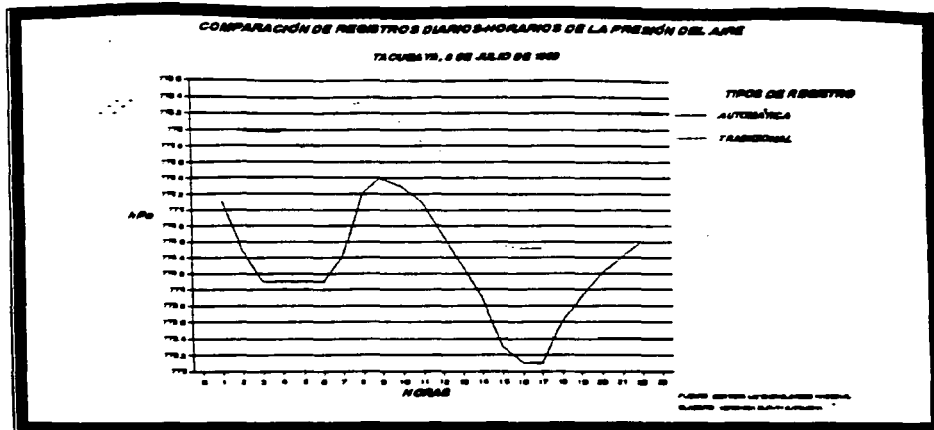


Gráfico no. 13

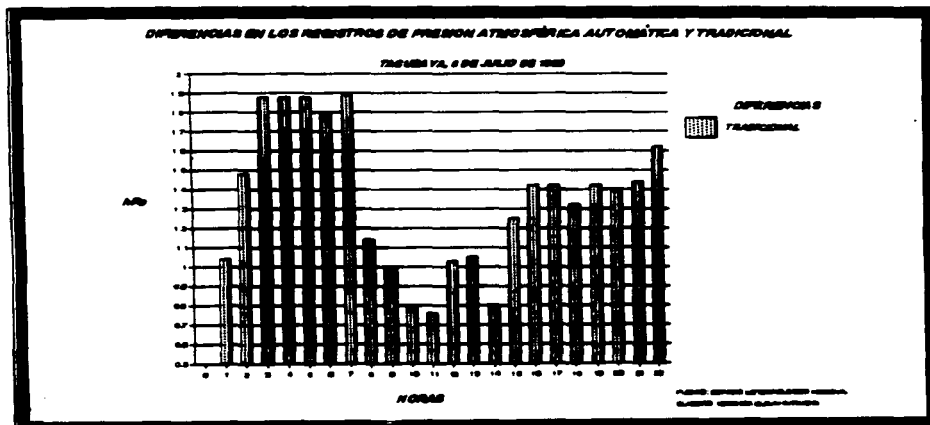


Gráfico no. 16

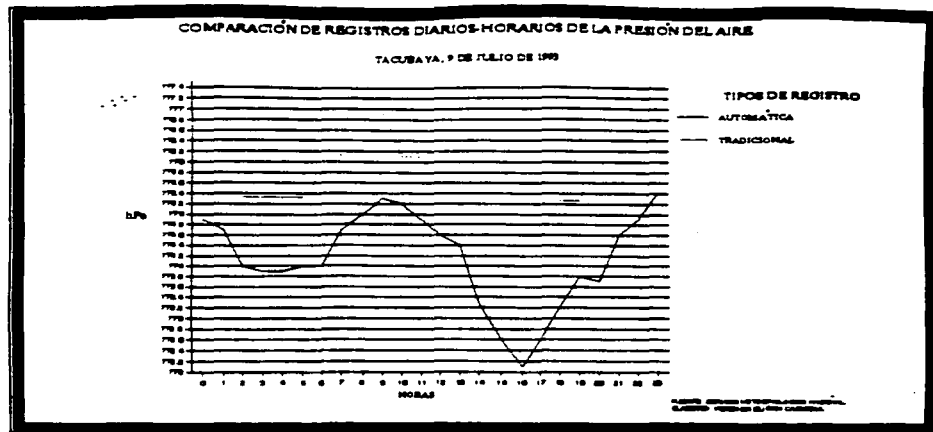


Gráfico no. 17

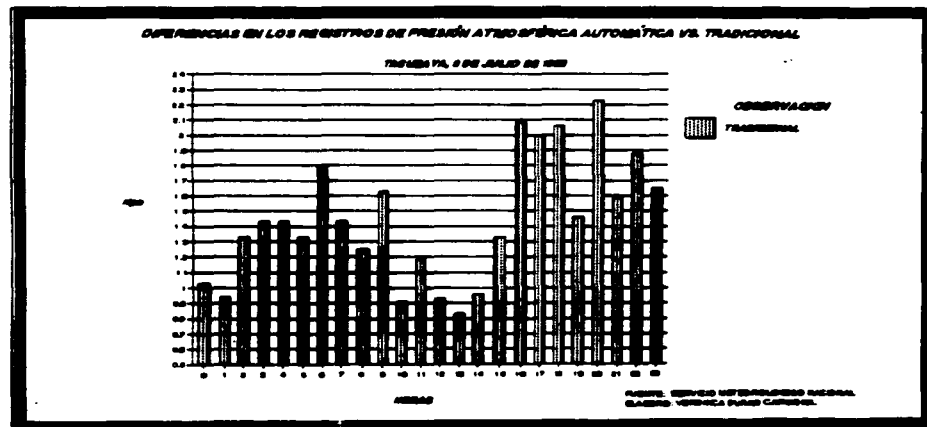


Gráfico no. 18

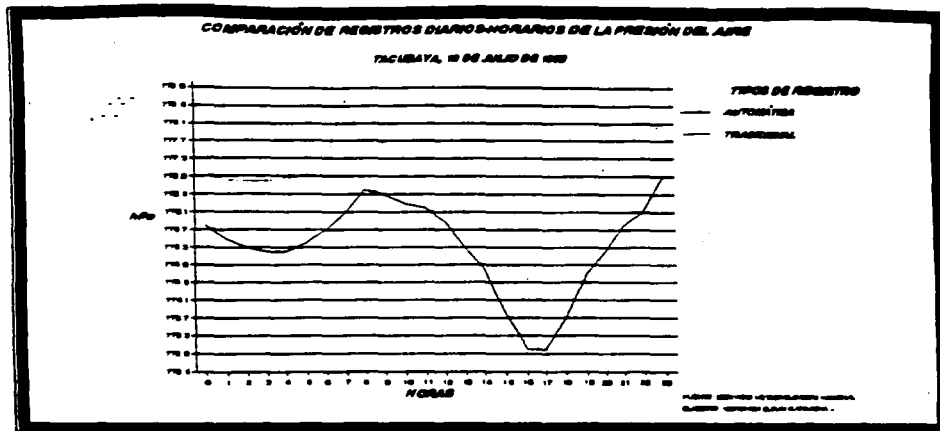


Gráfico no. 19

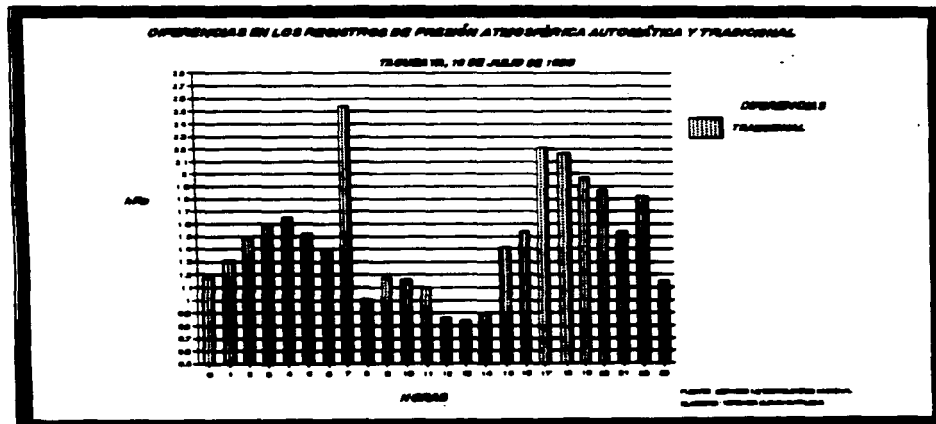


Gráfico no. 20

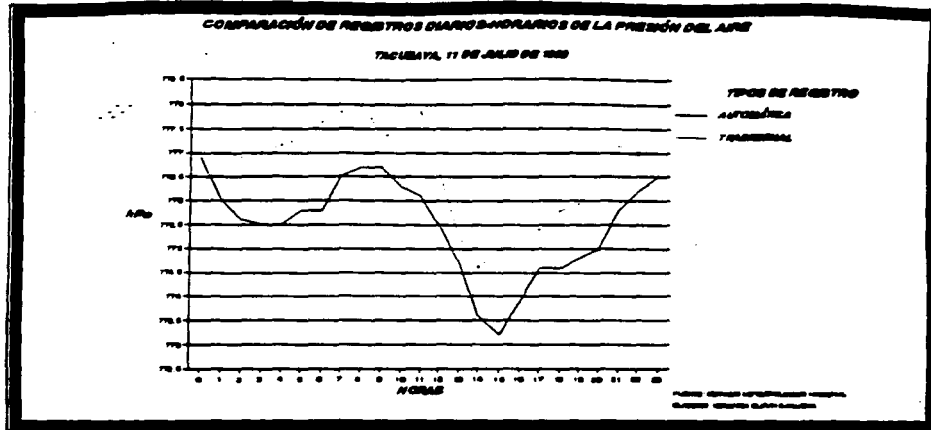


Gráfico no. 22

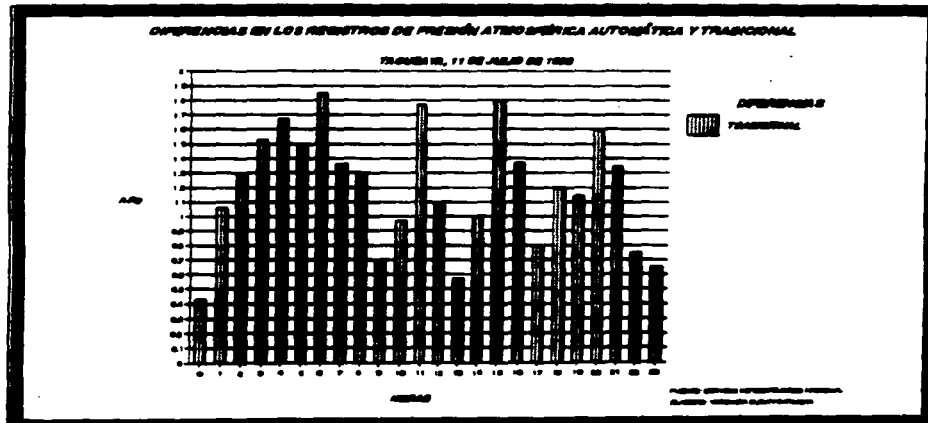


Gráfico no. 23

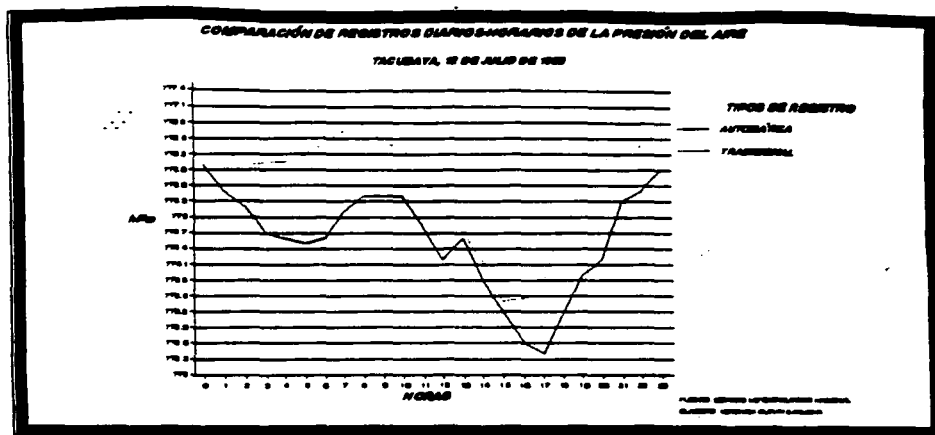


Gráfico no. 23

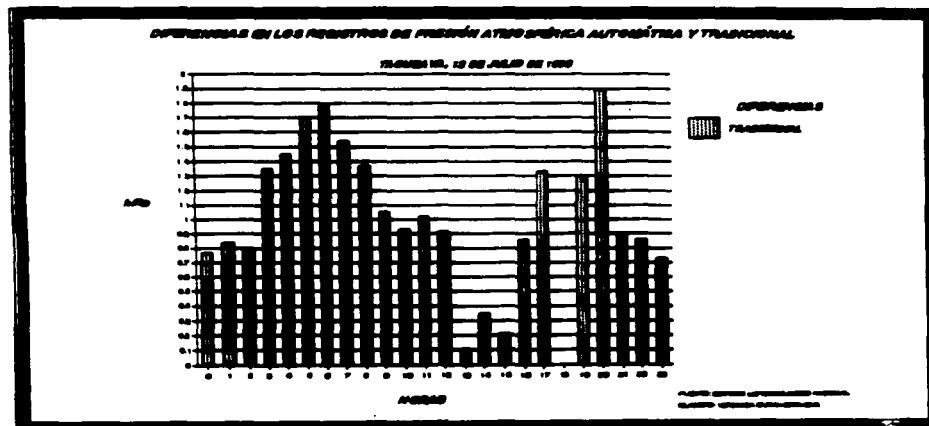


Gráfico no. 24

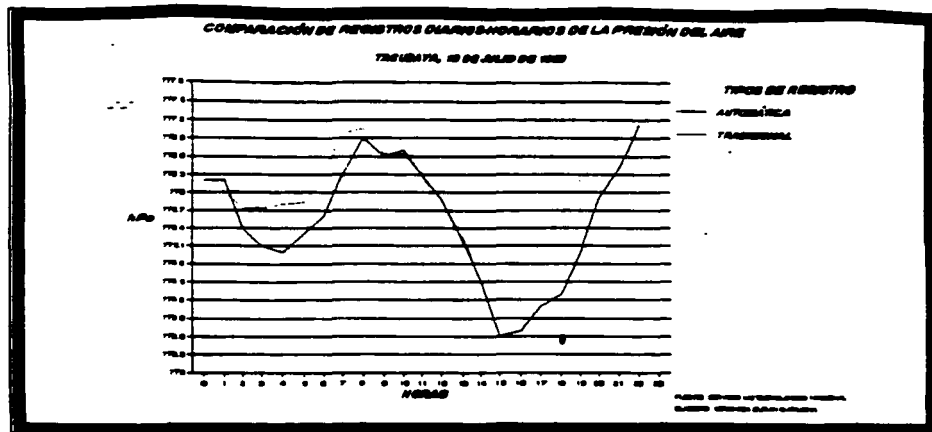


Gráfico no. 25

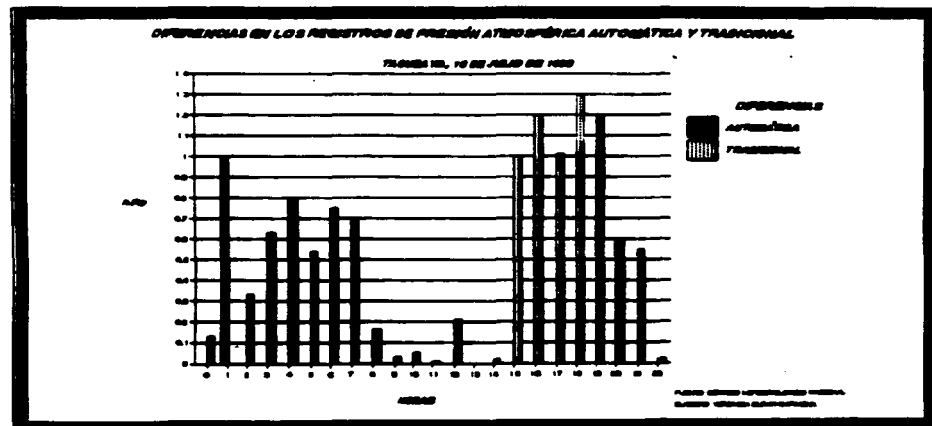


Gráfico no. 26

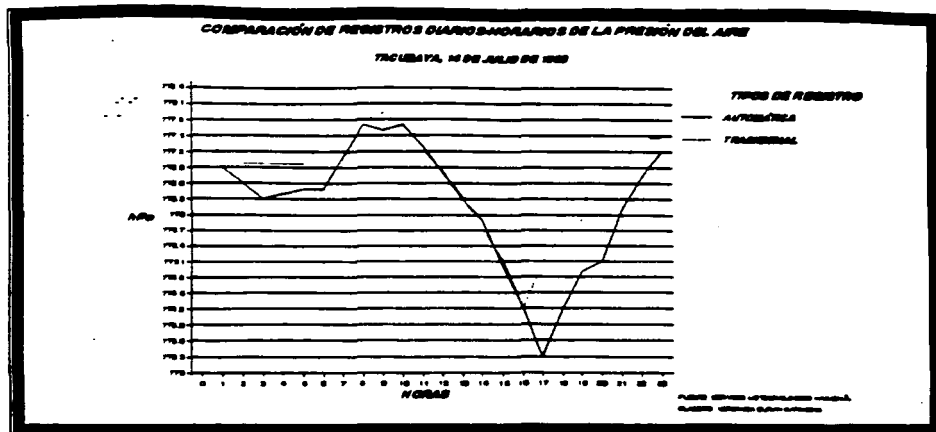


Gráfico no. 27

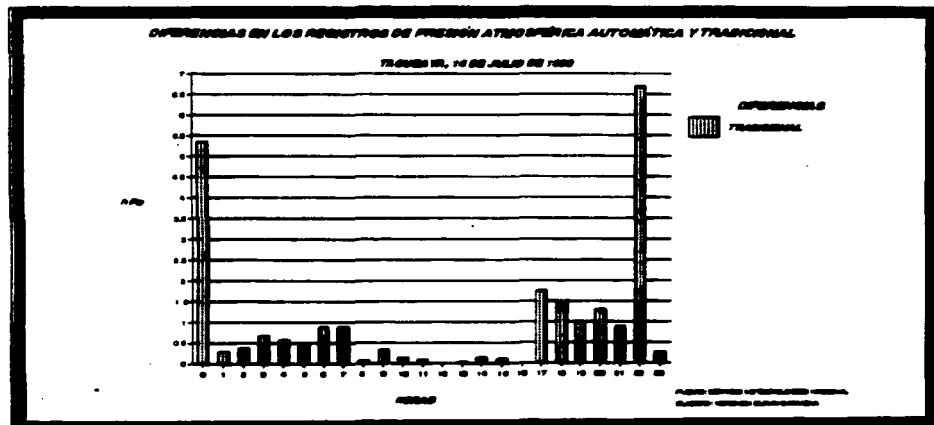
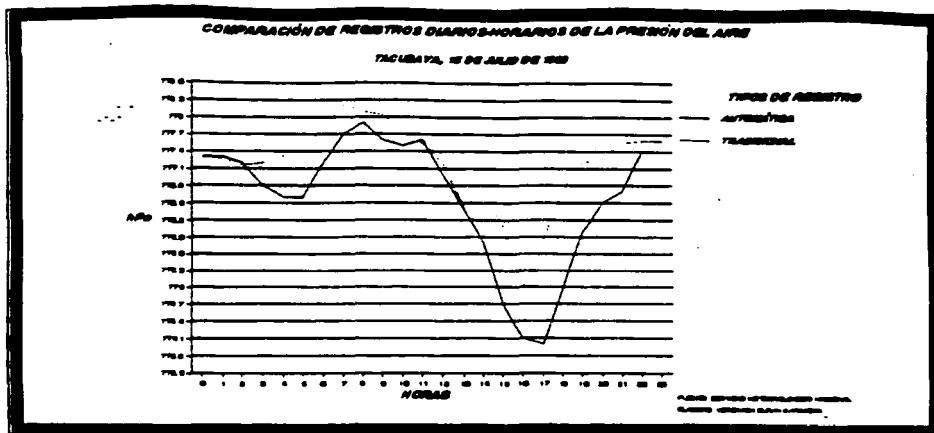
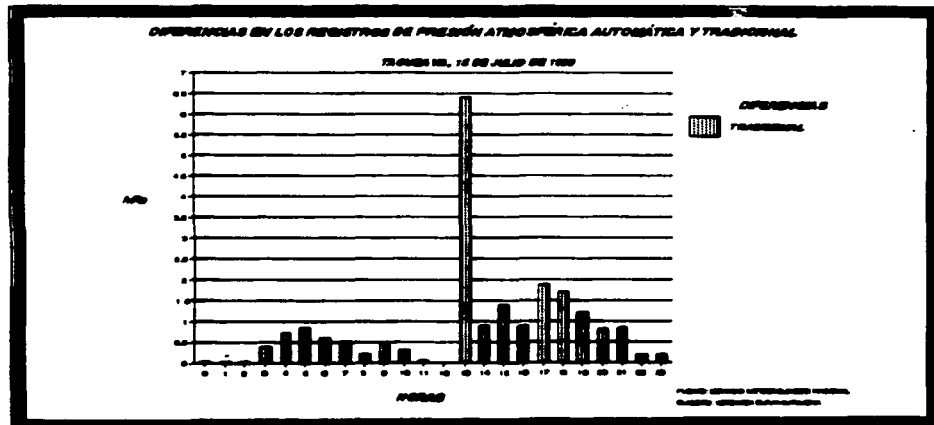


Gráfico no. 28



Cuadro no. 29



Cuadro no. 30

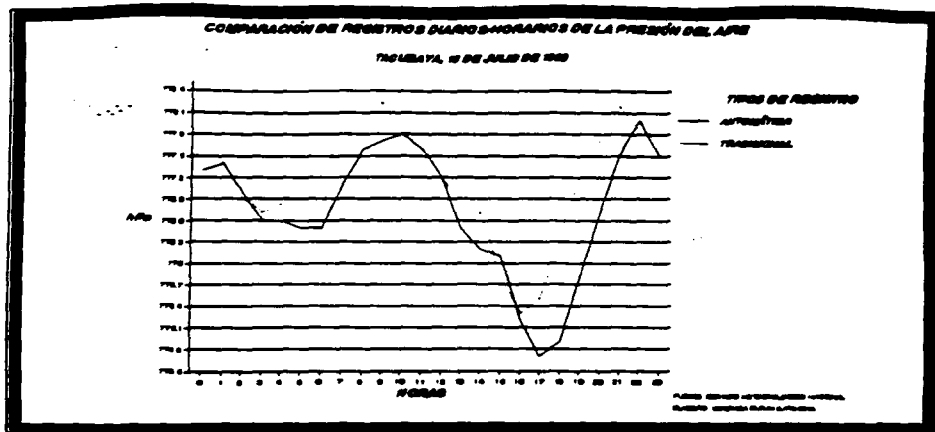


Gráfico no. 31

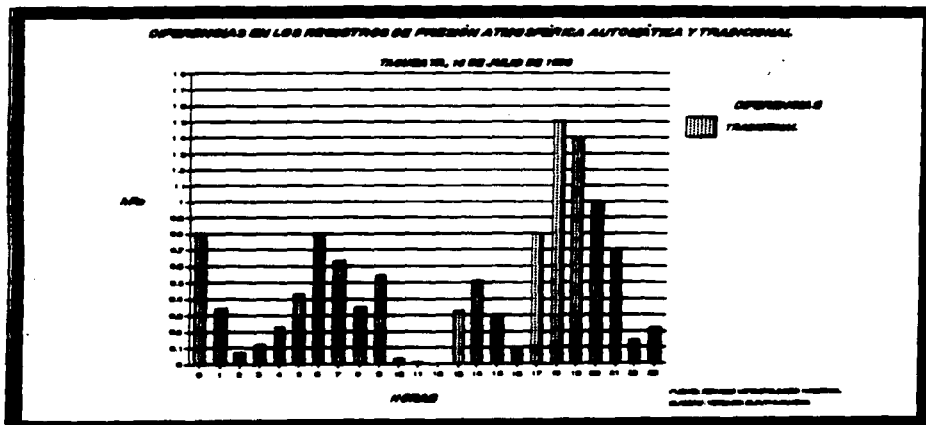


Gráfico no. 32

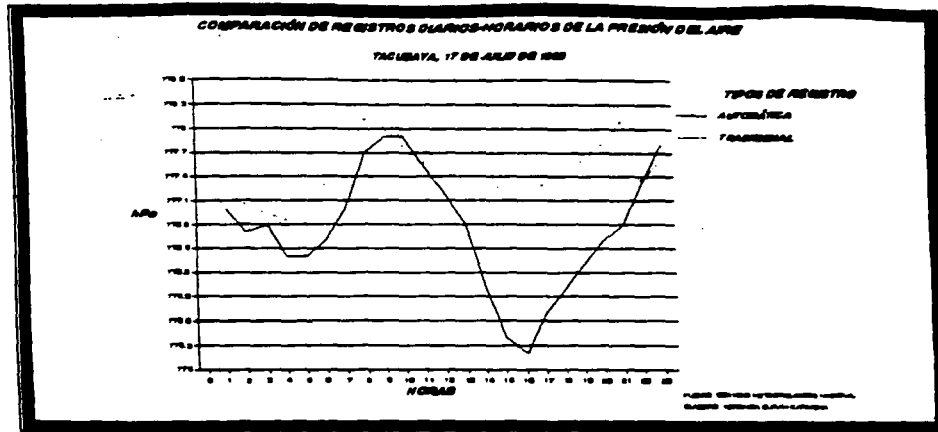


Gráfico no. 33

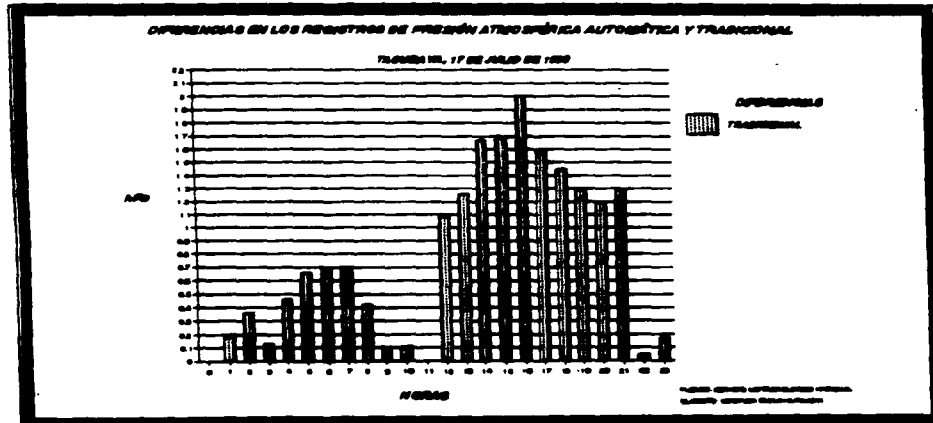


Gráfico no. 34

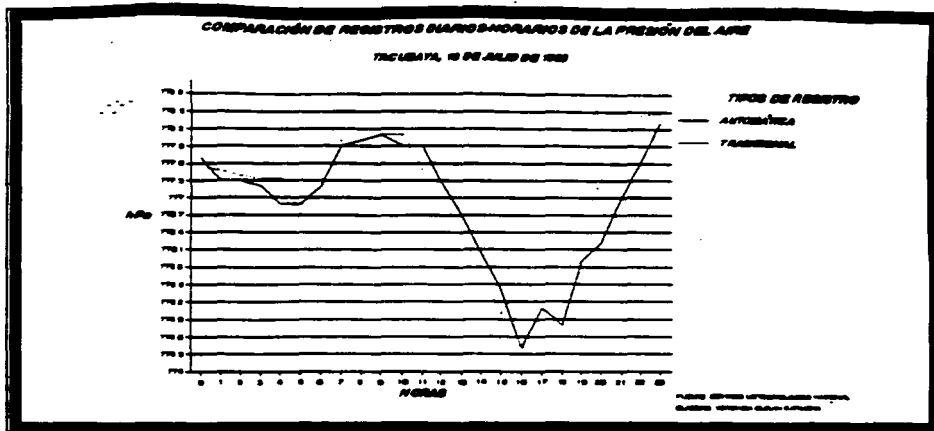


Gráfico no. 35

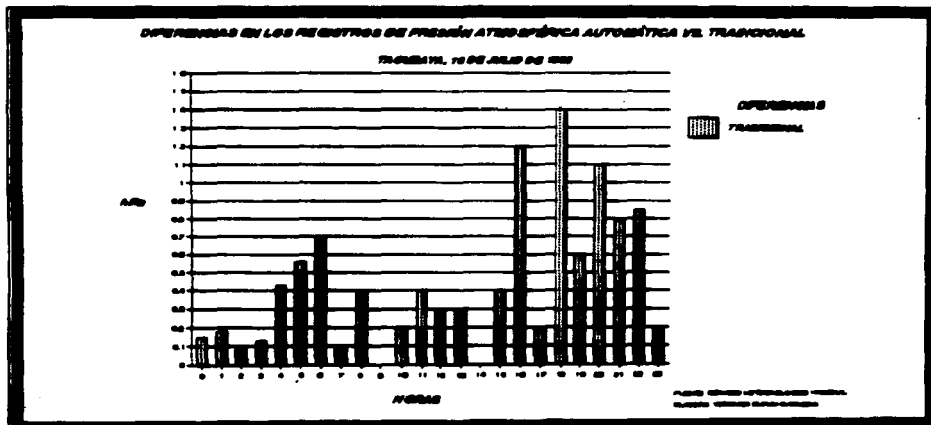


Gráfico no. 36

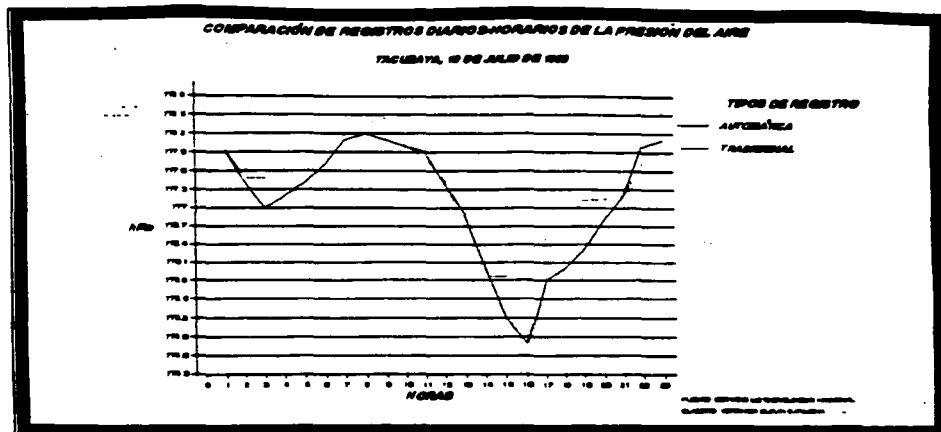


Gráfico no. 37

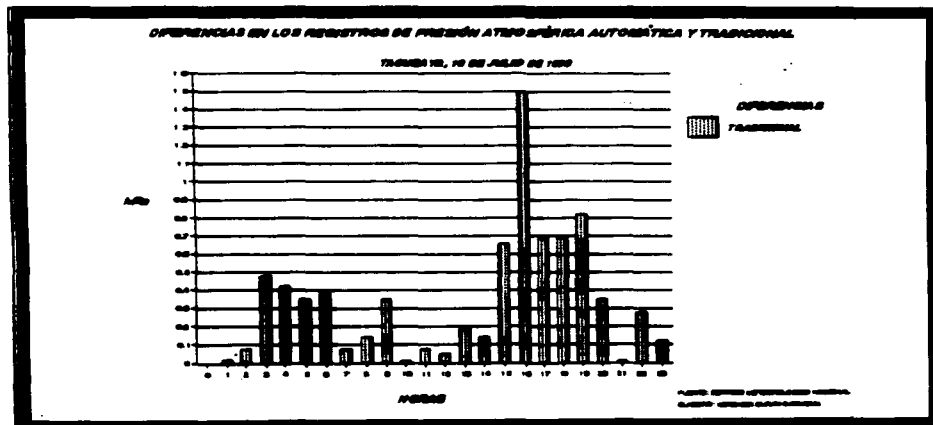


Gráfico no. 38

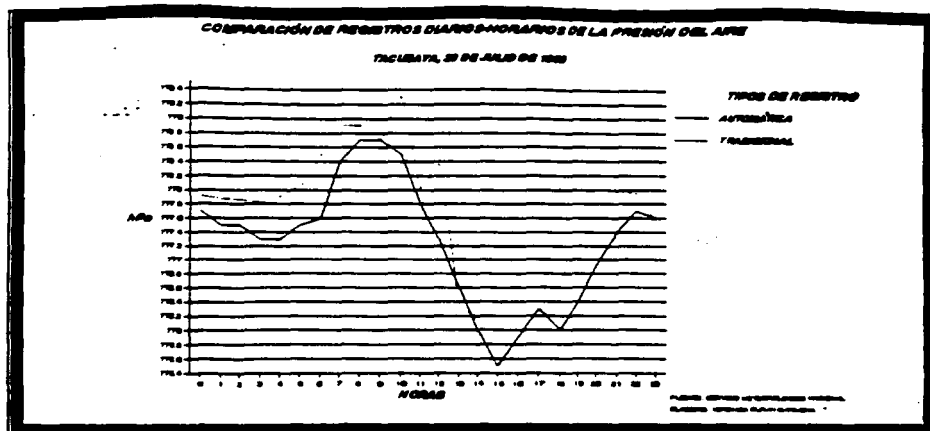


Gráfico No. 39

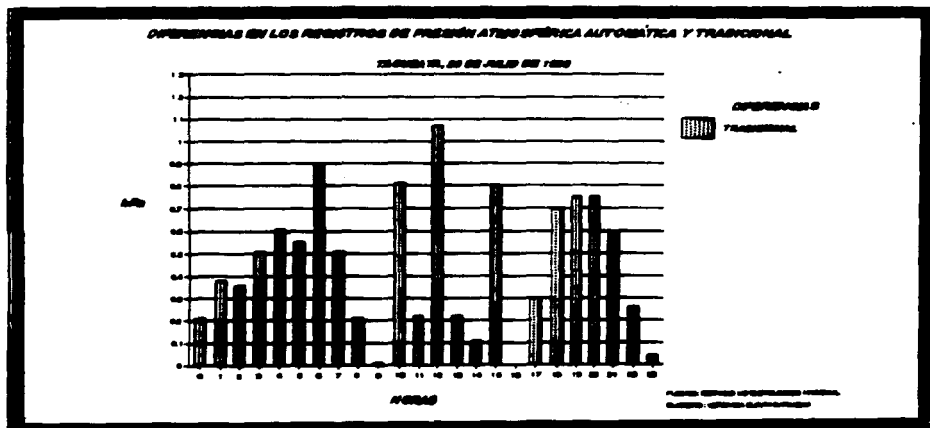


Gráfico No. 40

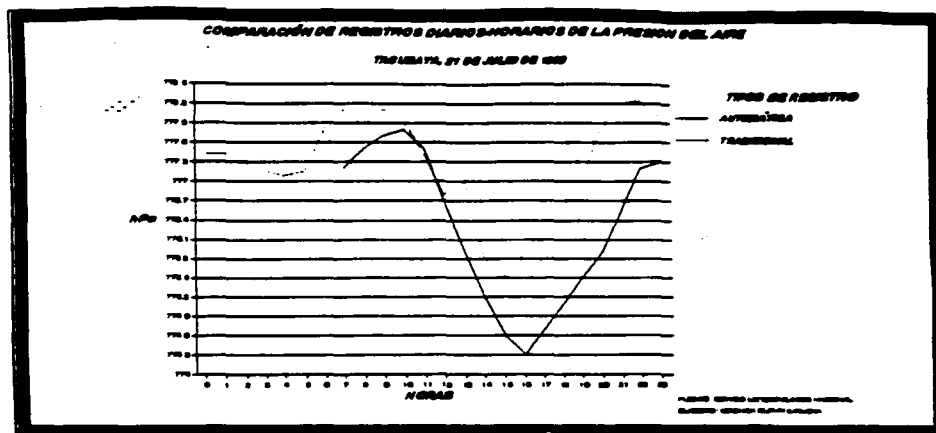


Gráfico no. 41

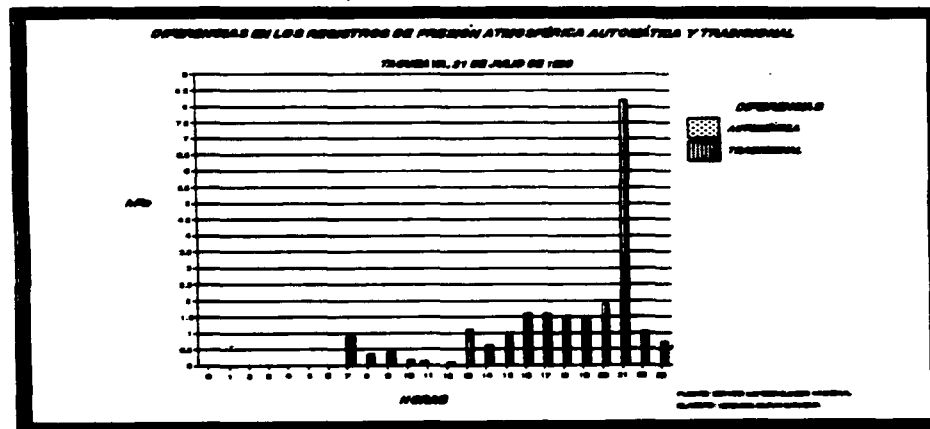


Gráfico no. 42

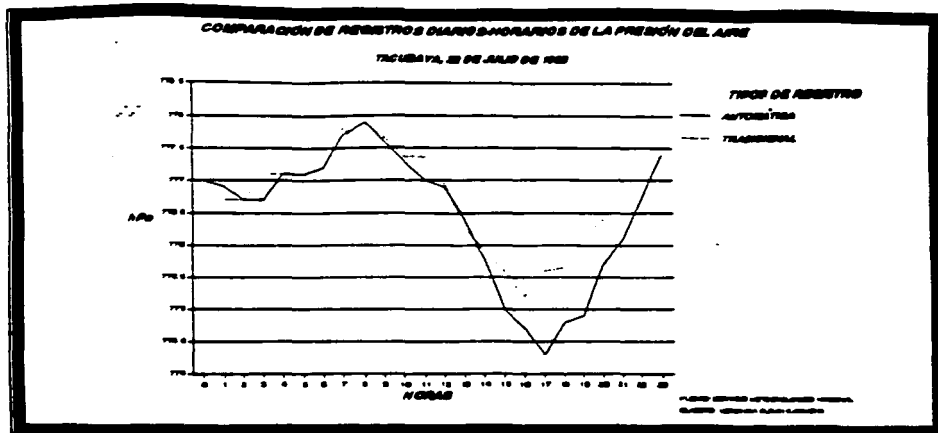


Gráfico no. 43

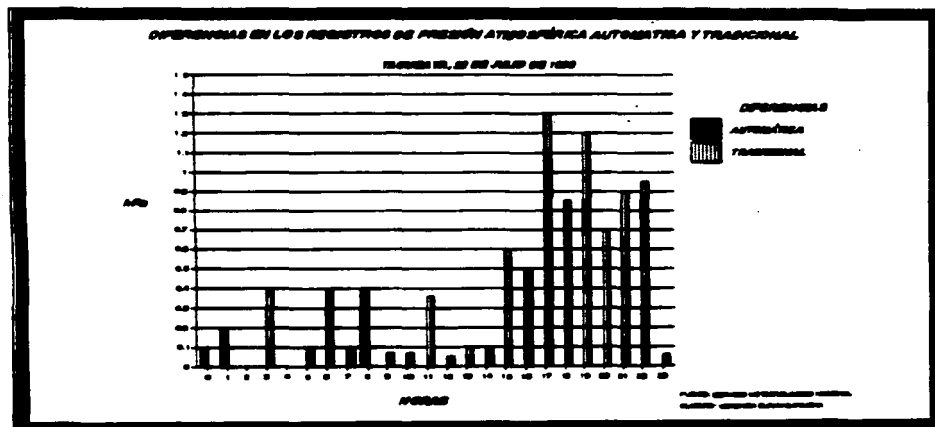


Gráfico no. 44

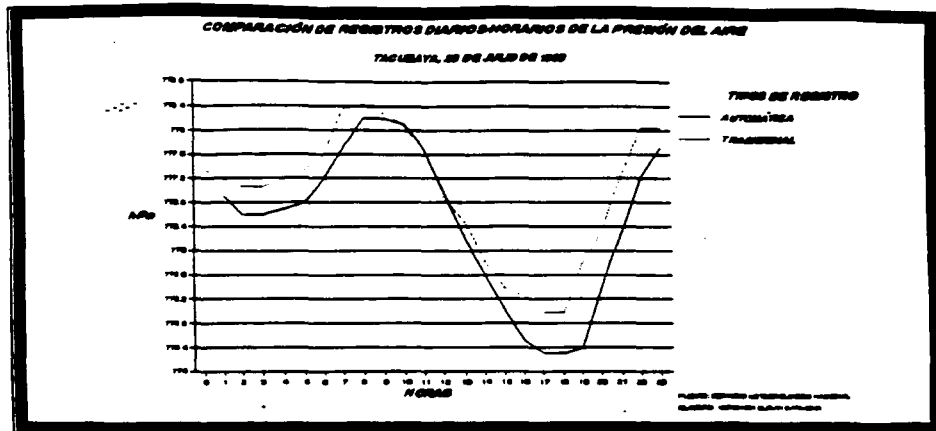


Gráfico no. 45

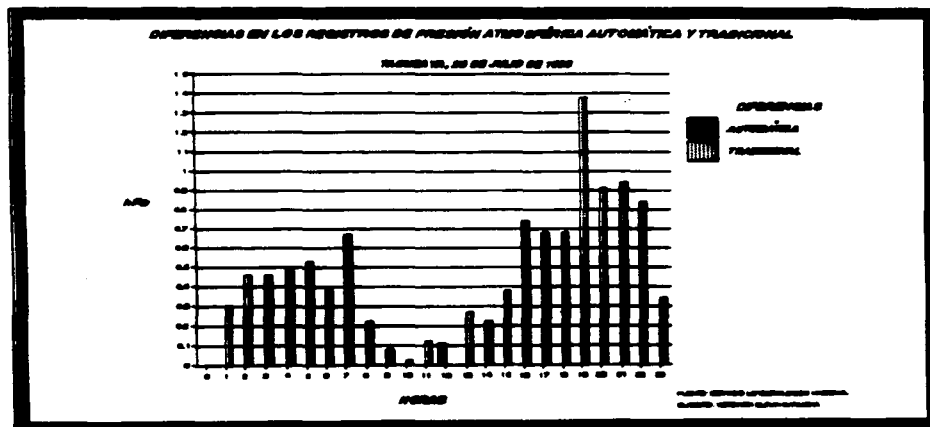


Gráfico no. 46

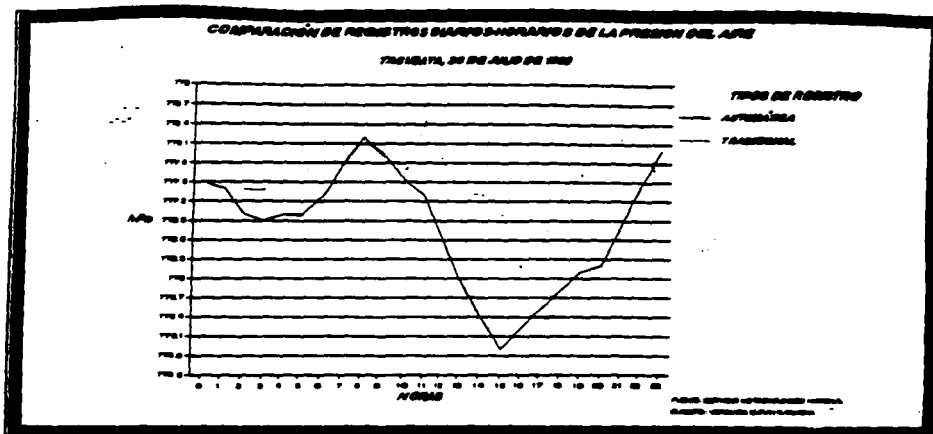


Gráfico no. 47

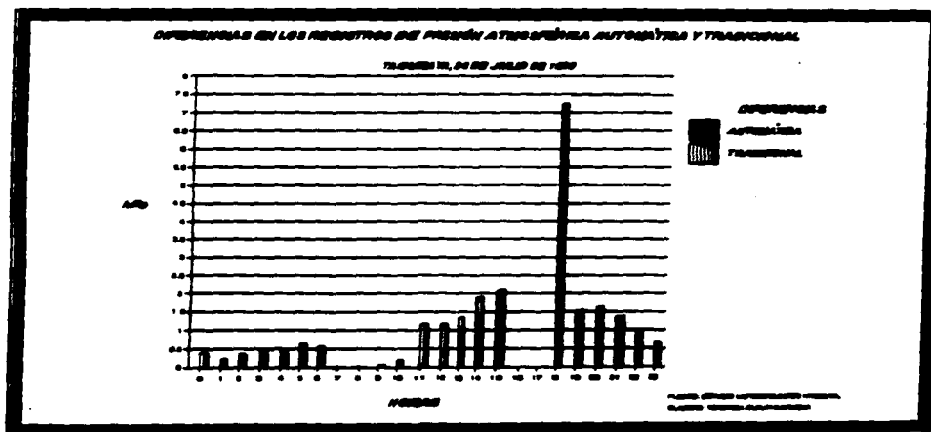


Gráfico no. 48

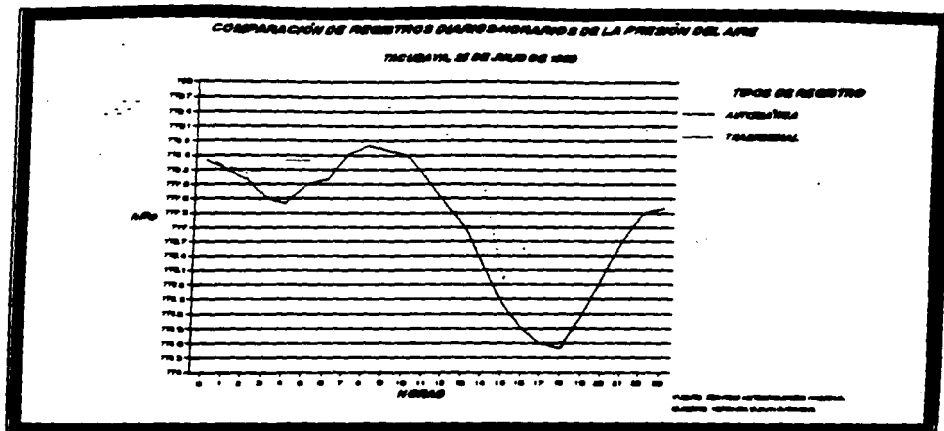


Gráfico no. 49

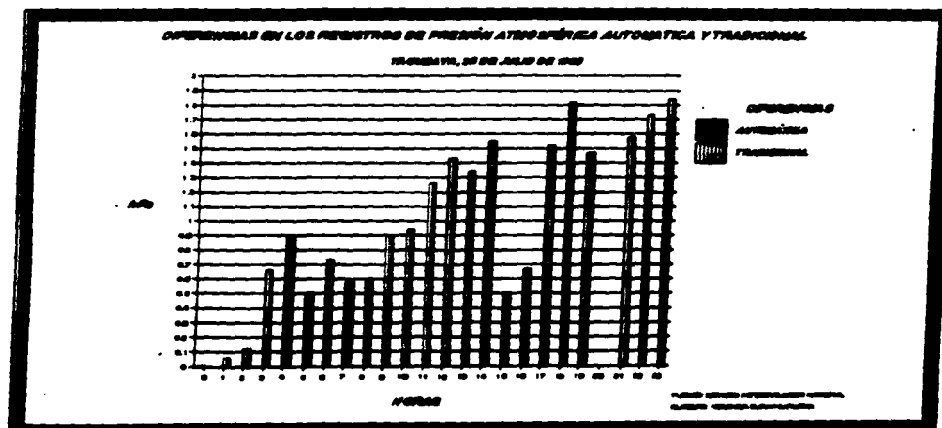


Gráfico no. 50

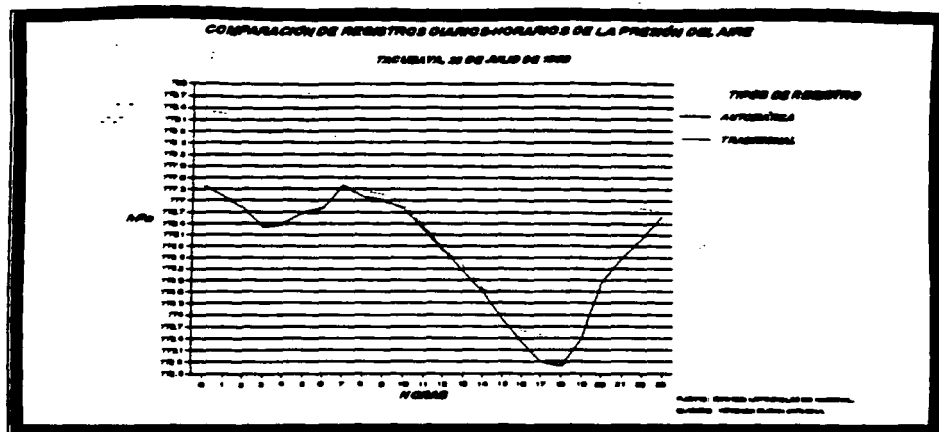


Gráfico no. 51

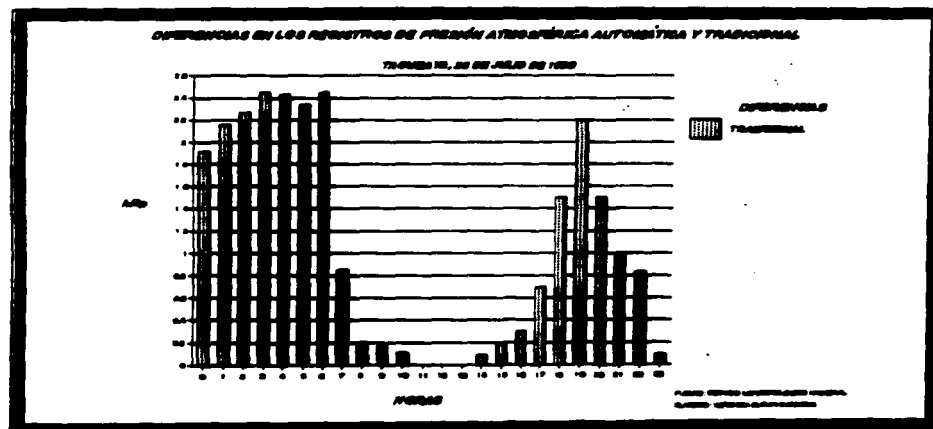


Gráfico no. 52

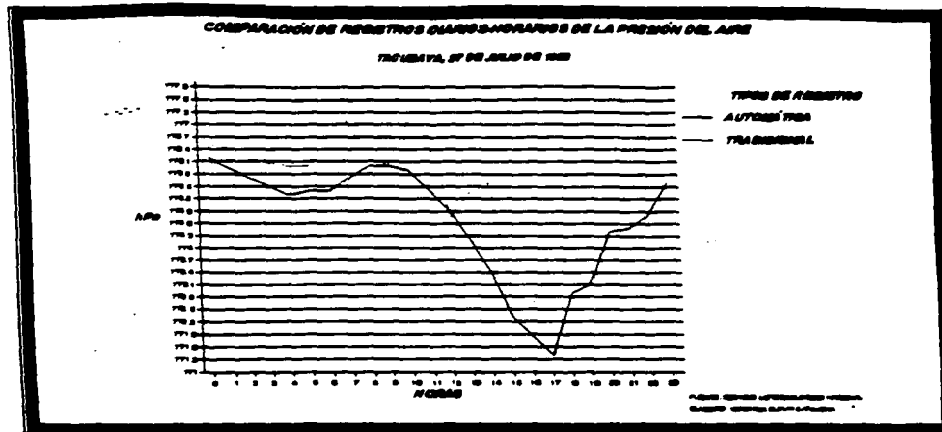


Gráfico no. 53

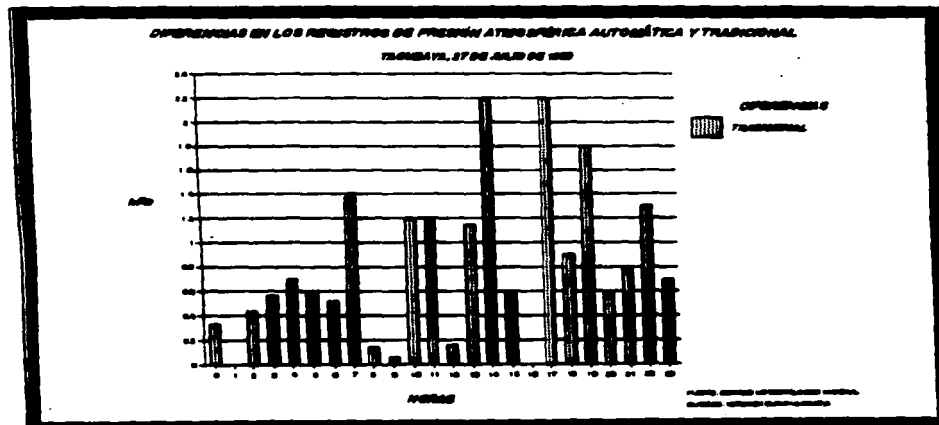


Gráfico no. 54

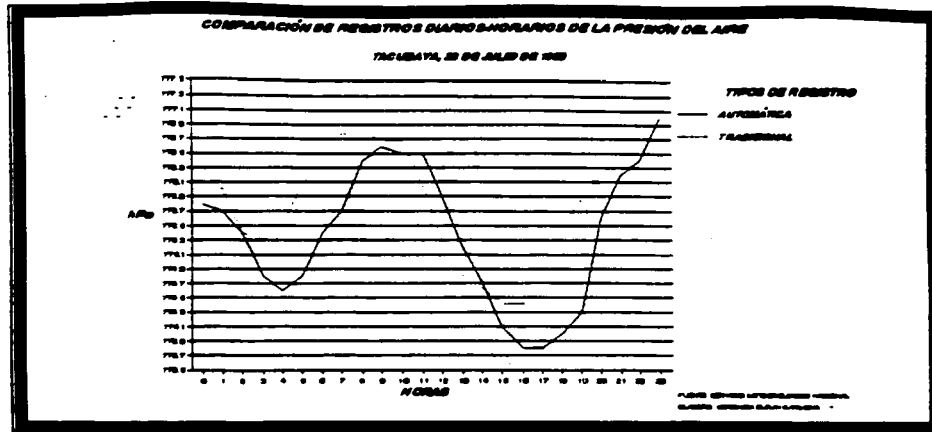


Gráfico no. 55

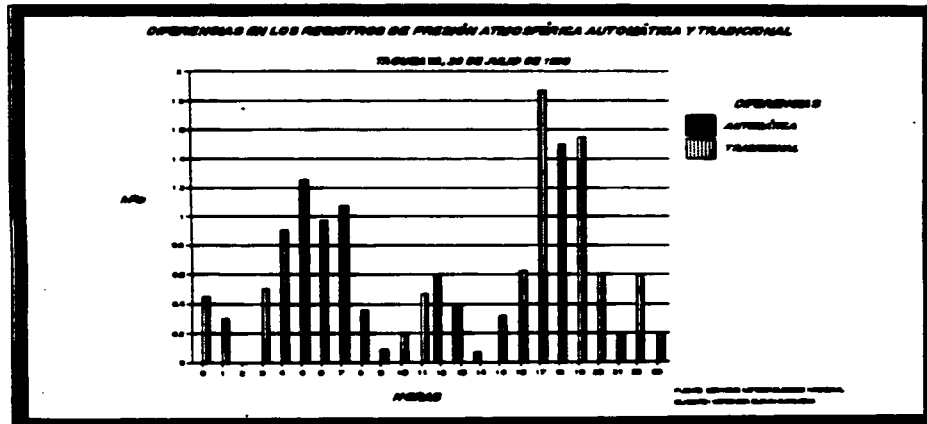


Gráfico no. 56

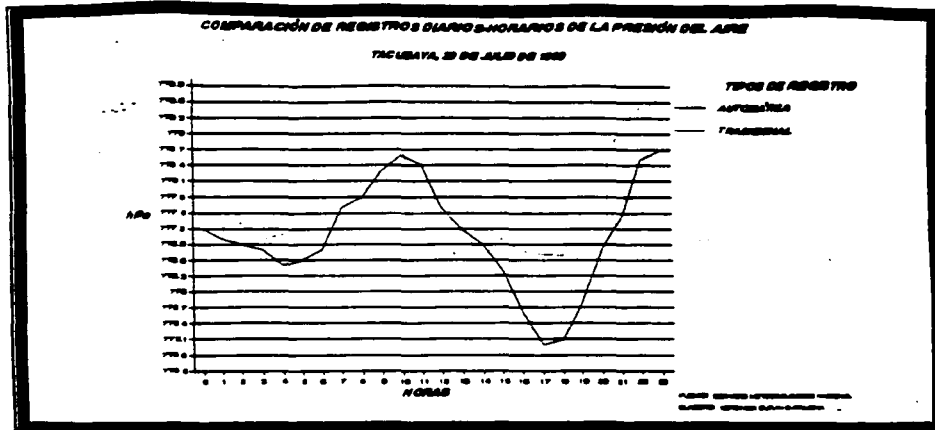


Gráfico no. 57

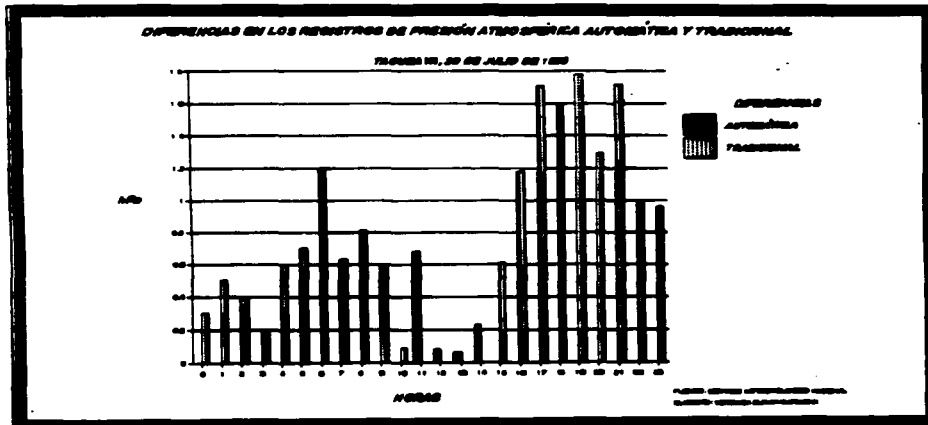


Gráfico no. 58

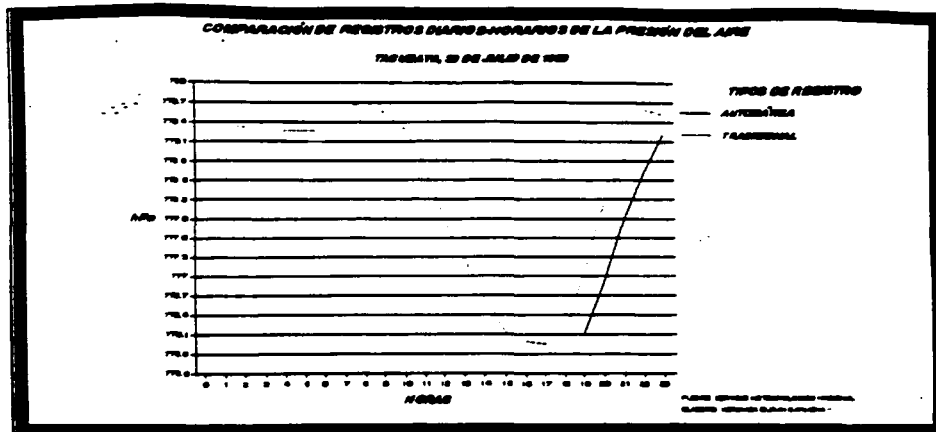


Gráfico no. 59

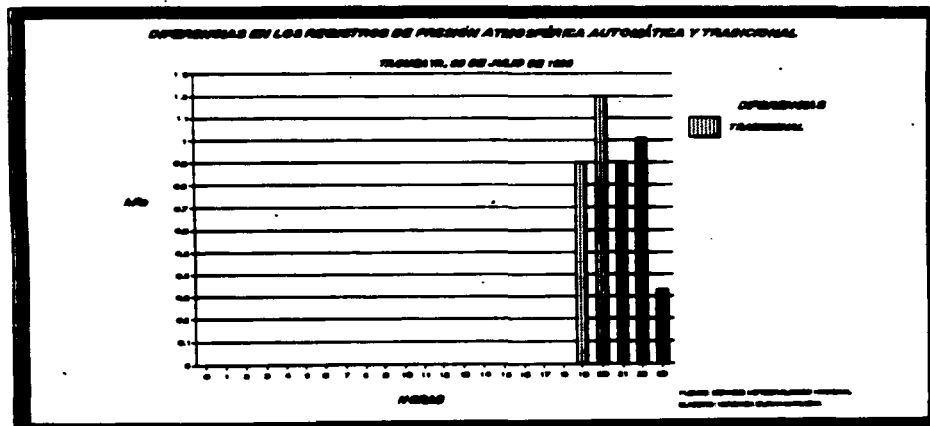


Gráfico no. 60

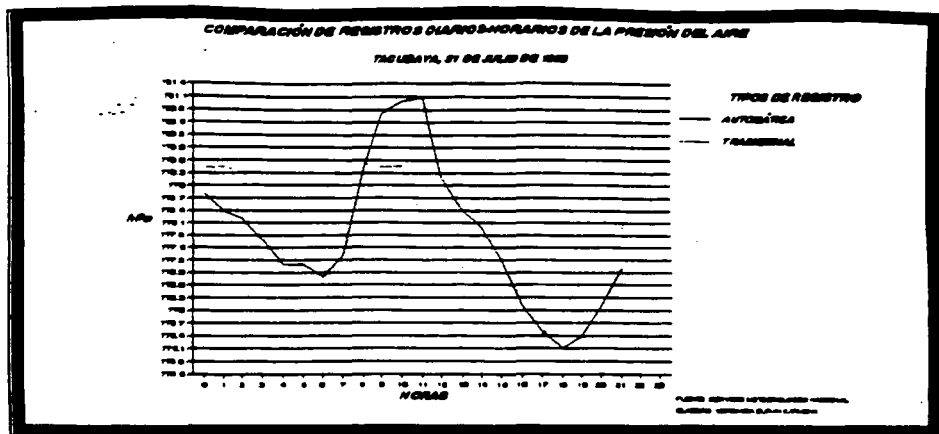


Gráfico no. 61

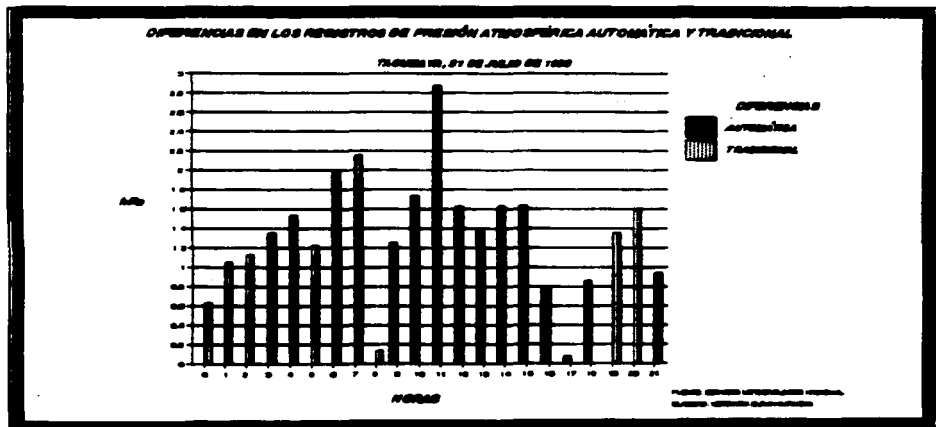


Gráfico no. 62

ÍNDICE DE MAPAS

Plano de la ciudad de Tacubaya, 1899.

Mapa topográfico.

Mapa geológico.

Mapa edafológico.

Mapa hidrológico.

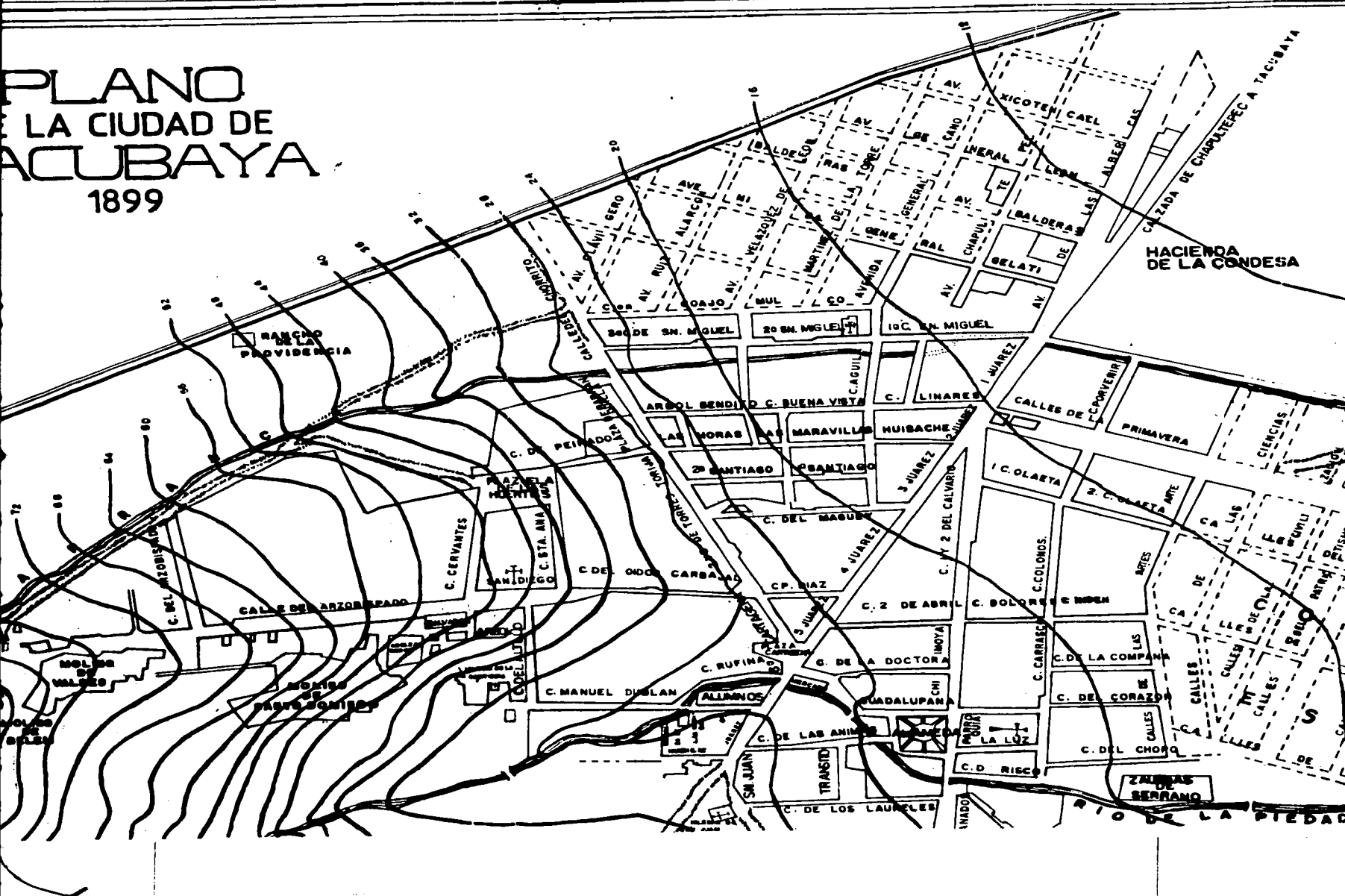
Mapa climático.

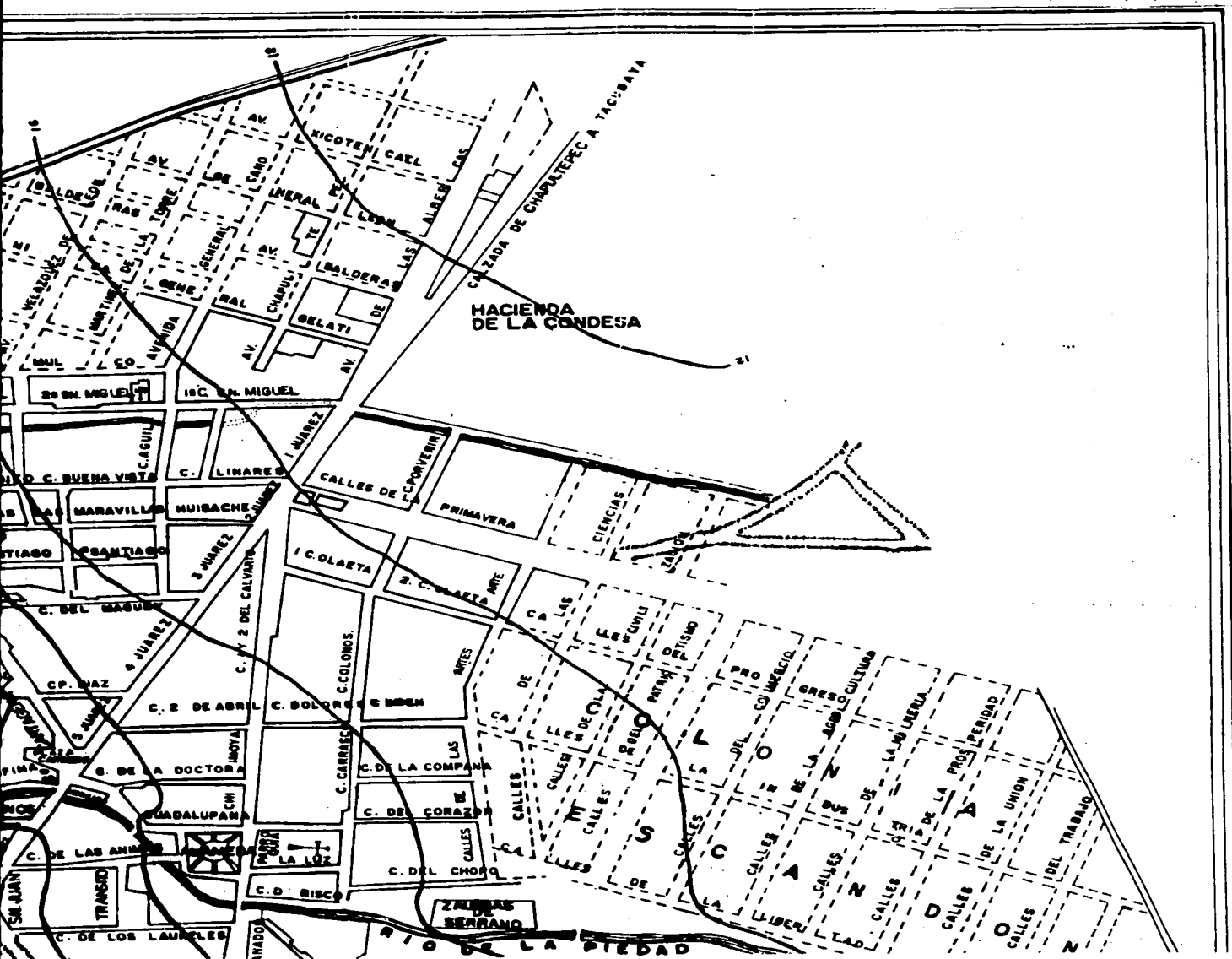
Mapa de uso de suelo.



**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

PLANO DE LA CIUDAD DE TACUBAYA 1899





HACIENDA DE LA CONDESA

RIO DE LA CIUDAD

15

21

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

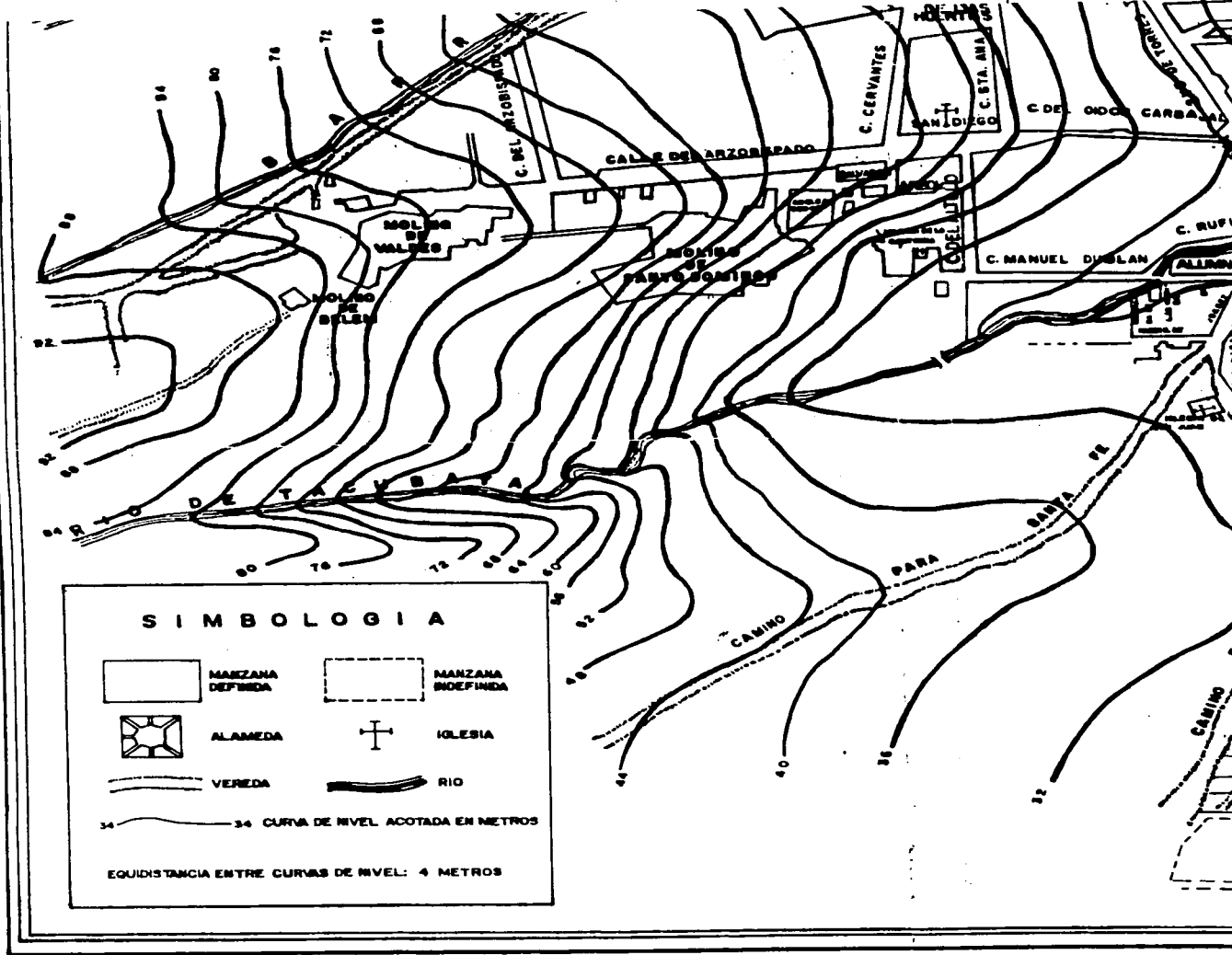
96

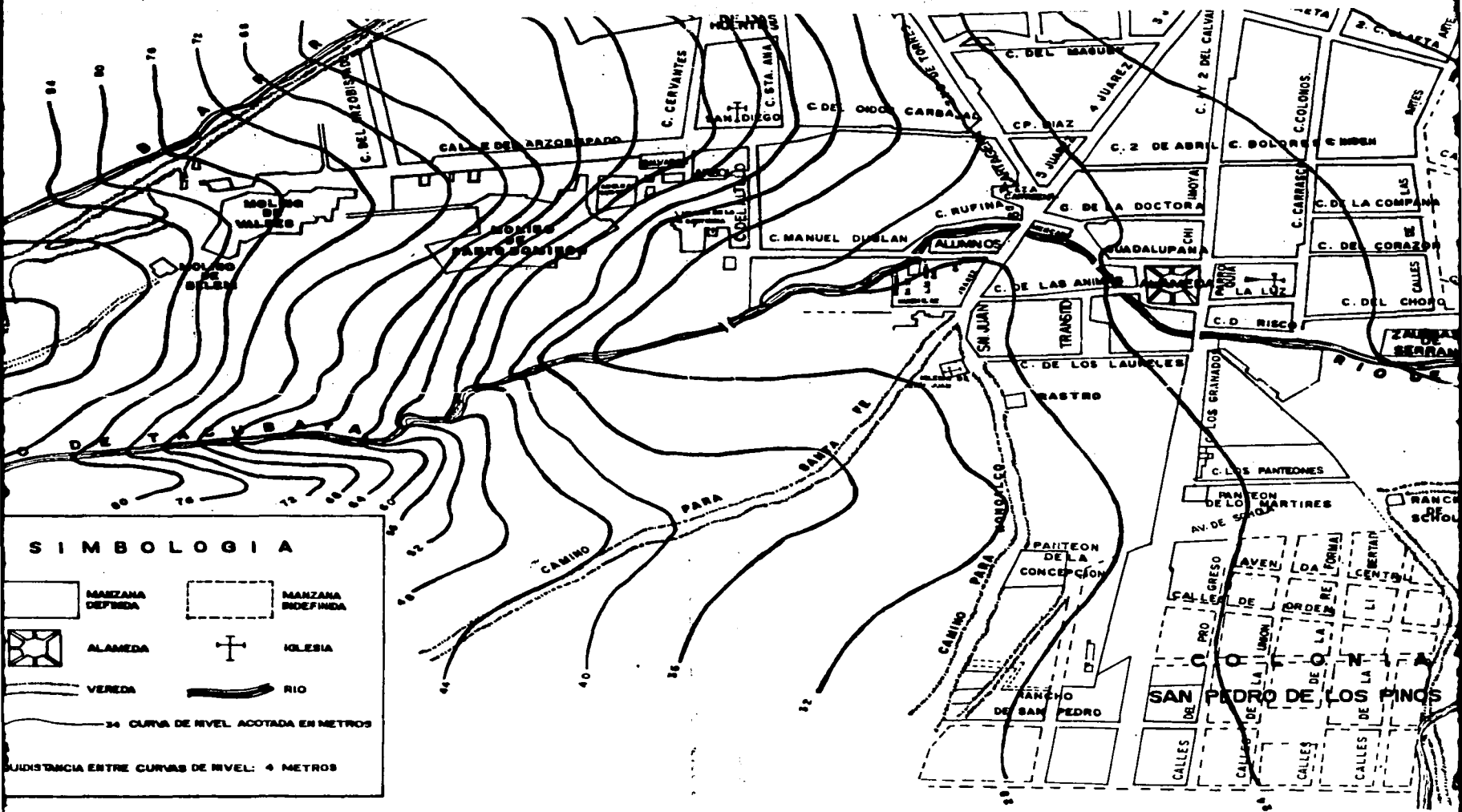
97

98








99

100









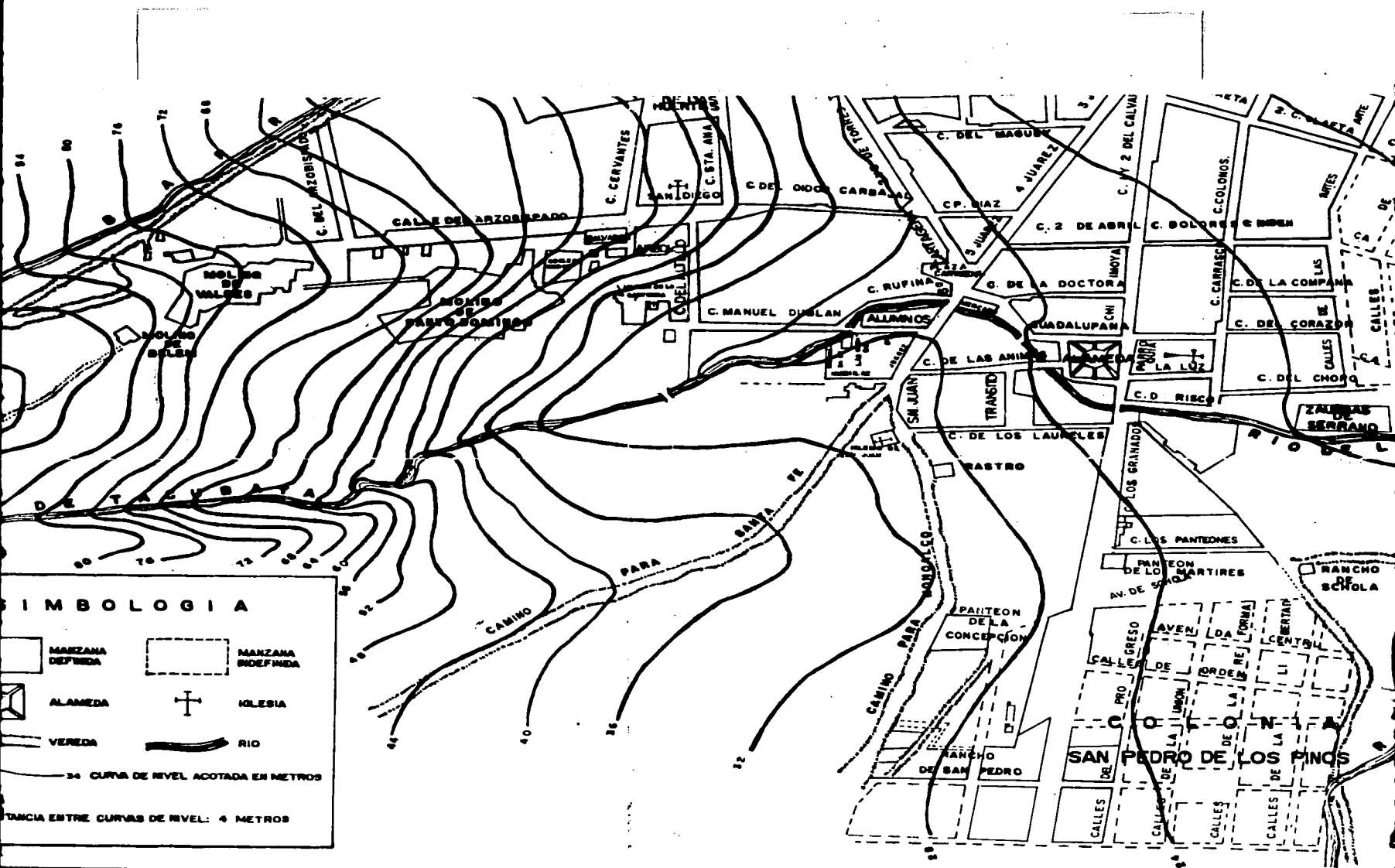


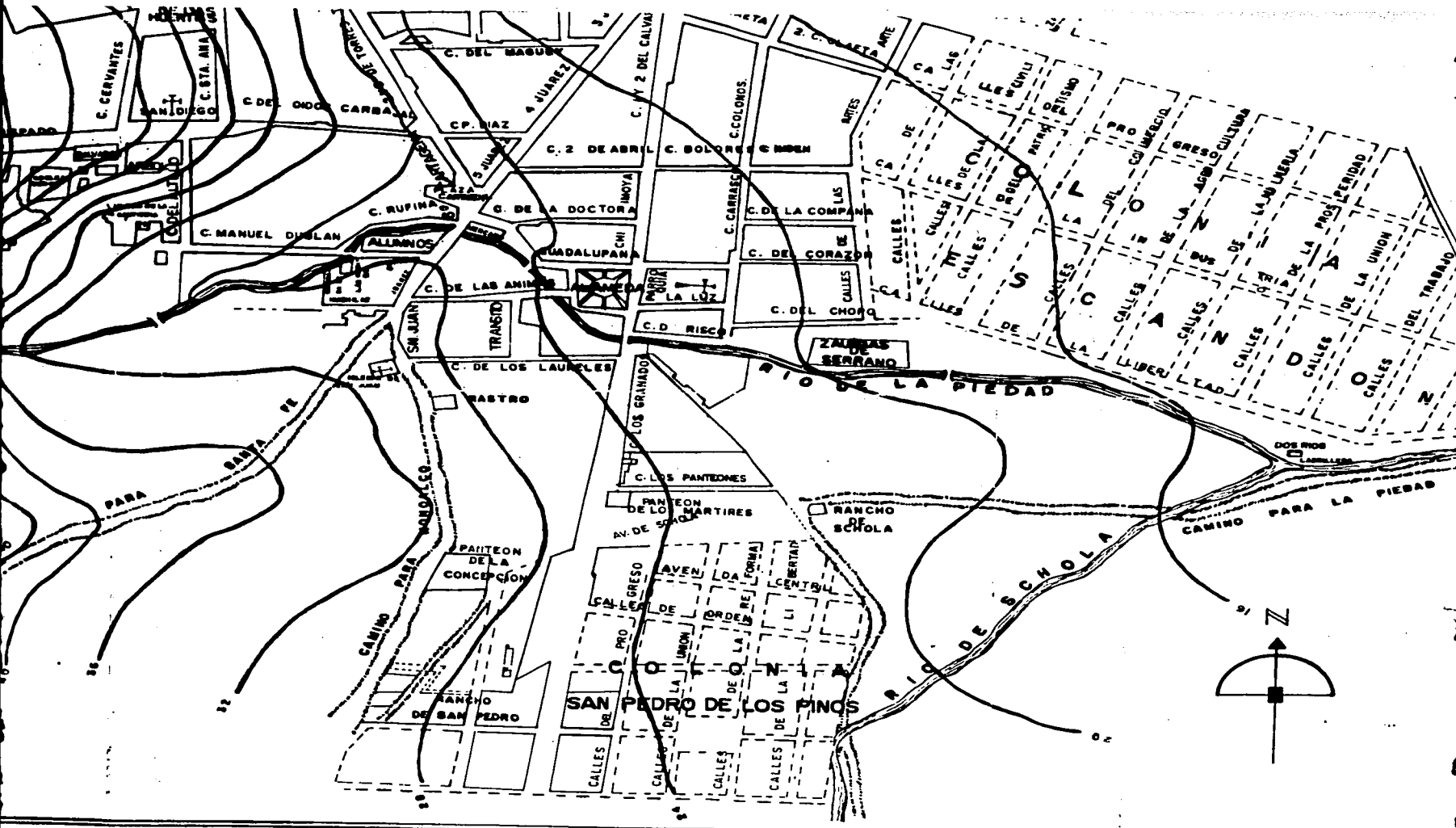
SIMBOLOGIA

- | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|  | MANZANA DEFINIDA |  | MANZANA INDEFINIDA |
|  | ALAMEDA |  | IGLESIA |
|  | VEREDA |  | RIO |
|  34 CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS | | | |
| DISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 4 METROS | | | |

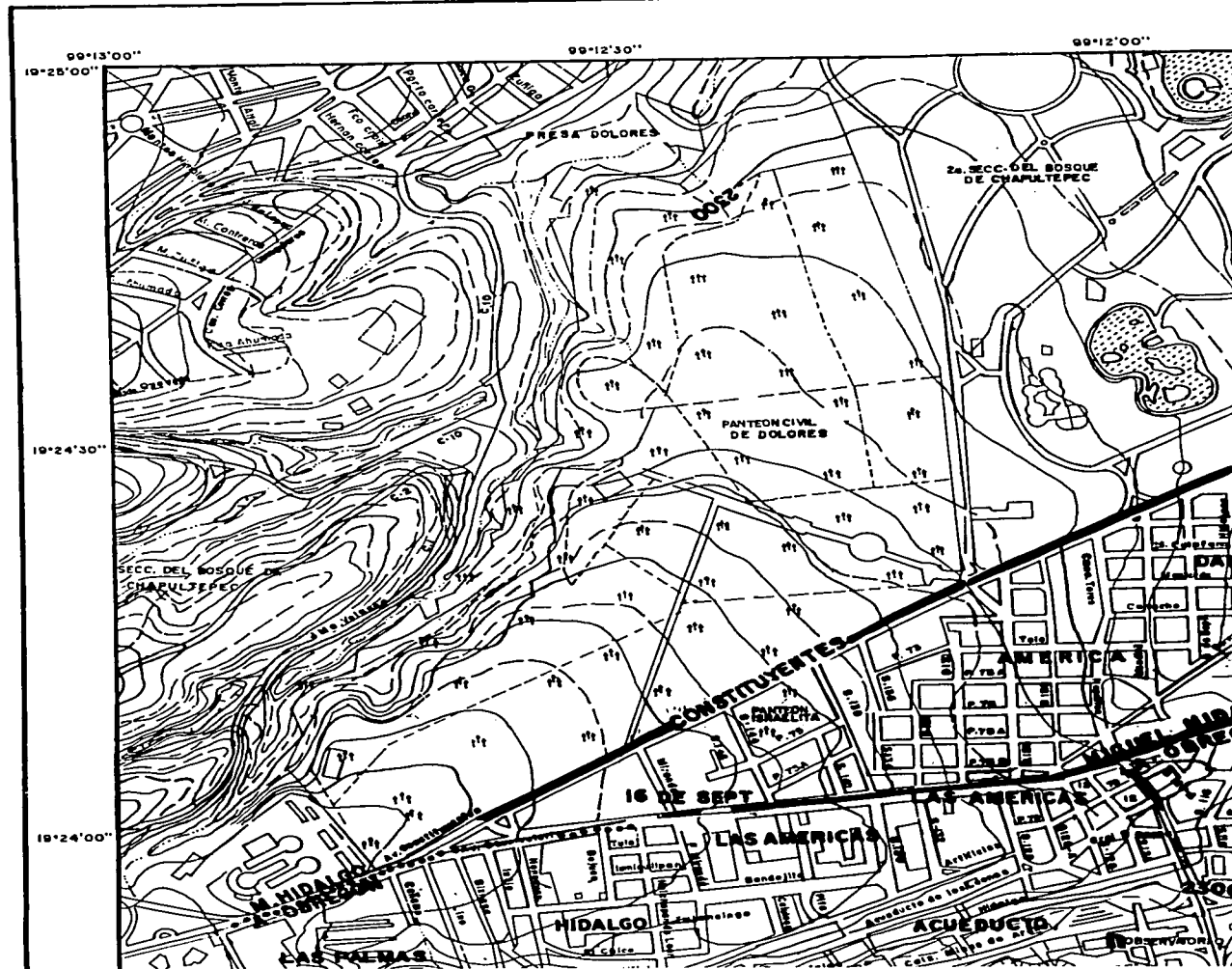
SIMBOLOGIA

- | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|  | MANZANA DEFINIDA |  | MANZANA INDEFINIDA |
|  | ALAMEDA |  | IGLESIA |
|  | VEREDA |  | RIO |
- 34 CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS
- DISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 4 METROS

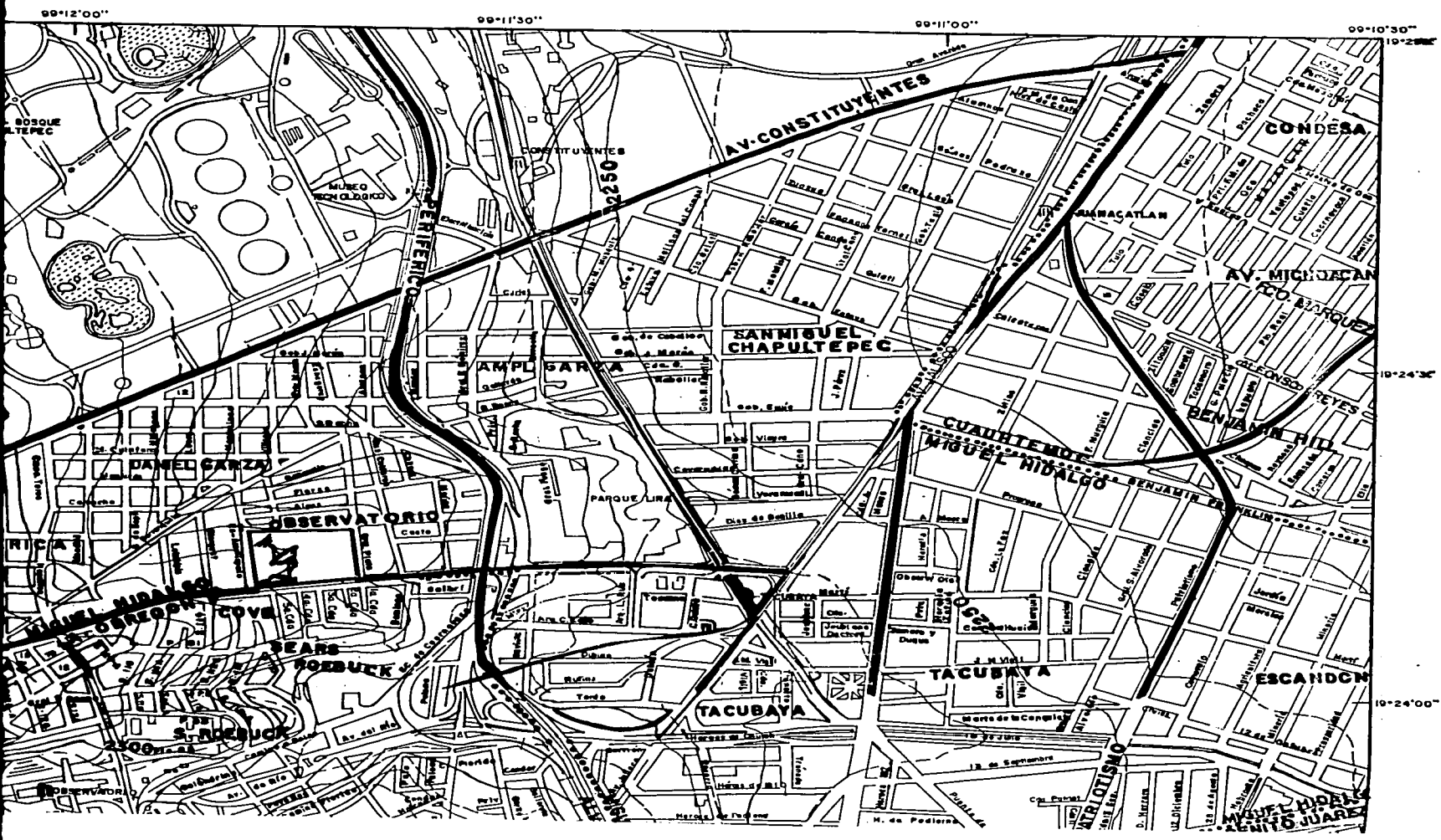




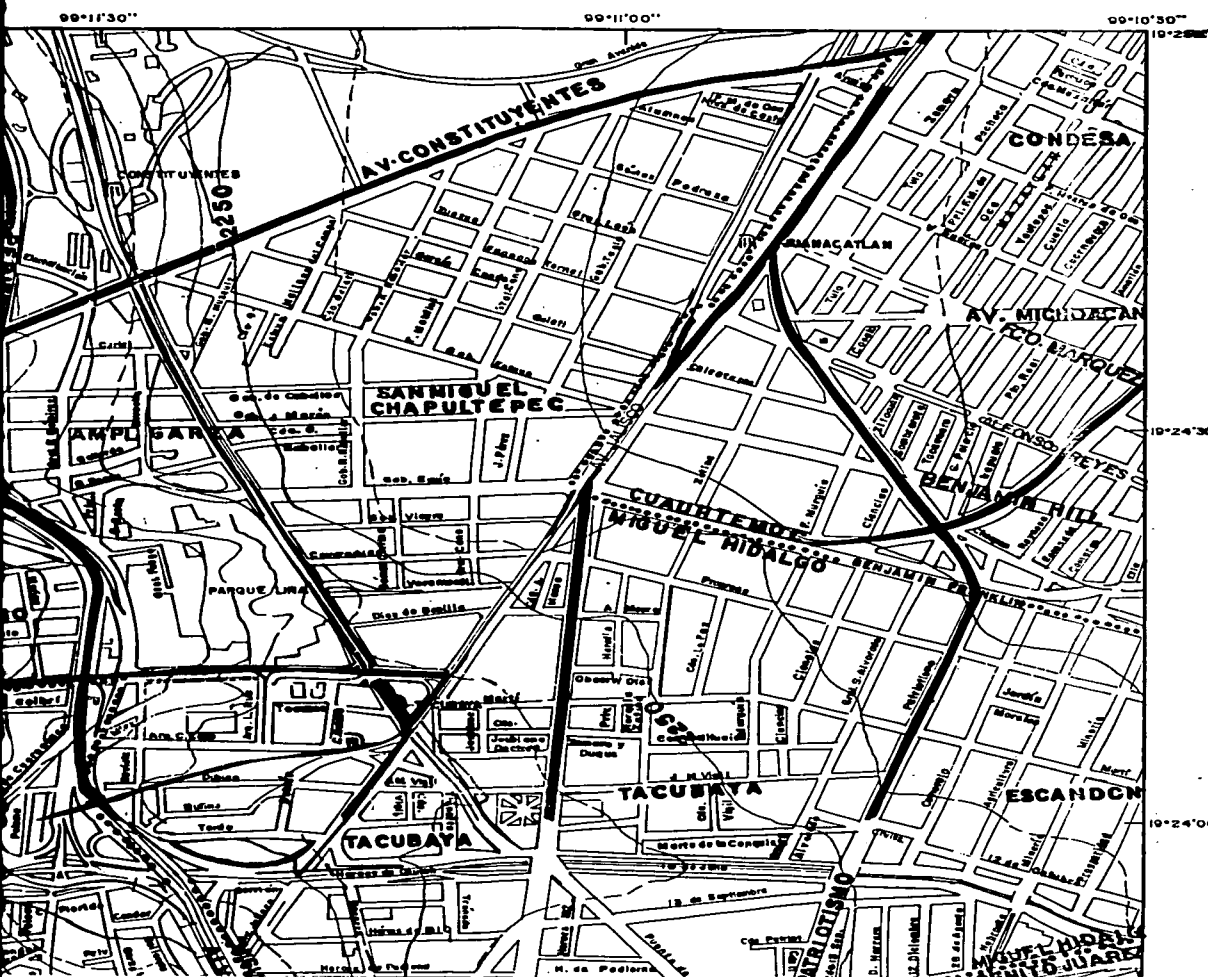
OBSERV



OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA



METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA



SIGNOS CONVENCIONALES

VIAS TERRESTRES

VIA RAPIDA, EJE VIAL	
VIA PRINCIPAL, TERRACERIA	
PASO PEATONAL, ESTACION DEL METRO	
HRECHA, VEREDA	
VIA DE FERROCARRIL, TUNEL	
PASO A DESNIVEL, PUENTE	

OTROS RASGOS CULTURALES

MANZANA DEFINIDA, INDEFINIDA	
CONSTRUCCION AISLADA, CEMENTERIO	
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	

LIMITES

DELEGACIONAL	
--------------	--

REPRESENTACION DEL RELIEVE

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS		2250
CURVA DE NIVEL ORDINARIA		
CURVA DE NIVEL AUXILIAR		
DEPRESIONES		

RASGOS HIDROGRAFICOS

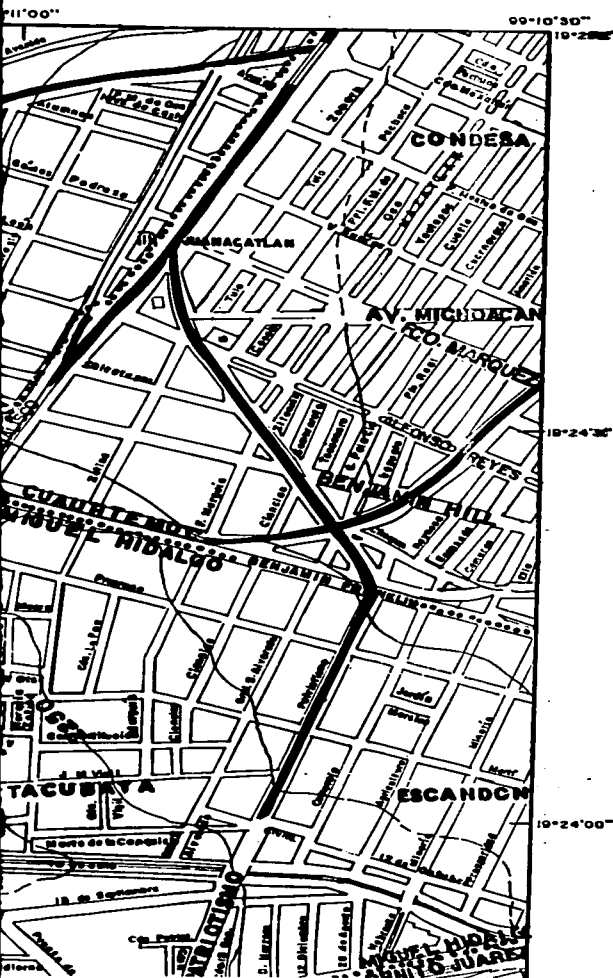
CUERPO DE AGUA, CANAL	
CORRIENTE PERENNE, INTERMITENTE	

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 10 METROS

ESCALA 1:10,000

0 100 200 300 400 500

DE TACUBAYA



SIGNOS CONVENCIONALES

VIAS TERRESTRES

VIA RAPIDA, EJE VIAL	
VIA PRINCIPAL, TERRACERIA	
PASO PEATONAL, ESTACION DEL METRO	
HRECHA, VEREDA	
VIA DE FERROCARRIL, TUNEL	
PASO A DESNIVEL, PUENTE	

OTROS RASGOS CULTURALES

MANZANA DEFINIDA, INDEFINIDA		
CONSTRUCCION AISLADA, CEMENTERIO		
OBSERVATORIO METEOROLOGICO		

LIMITES

DELEGACIONAL	
--------------	--

REPRESENTACION DEL RELIEVE

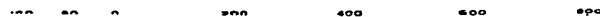
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS		2250
CURVA DE NIVEL ORDINARIA		
CURVA DE NIVEL AUXILIAR		
DEPRESIONES		

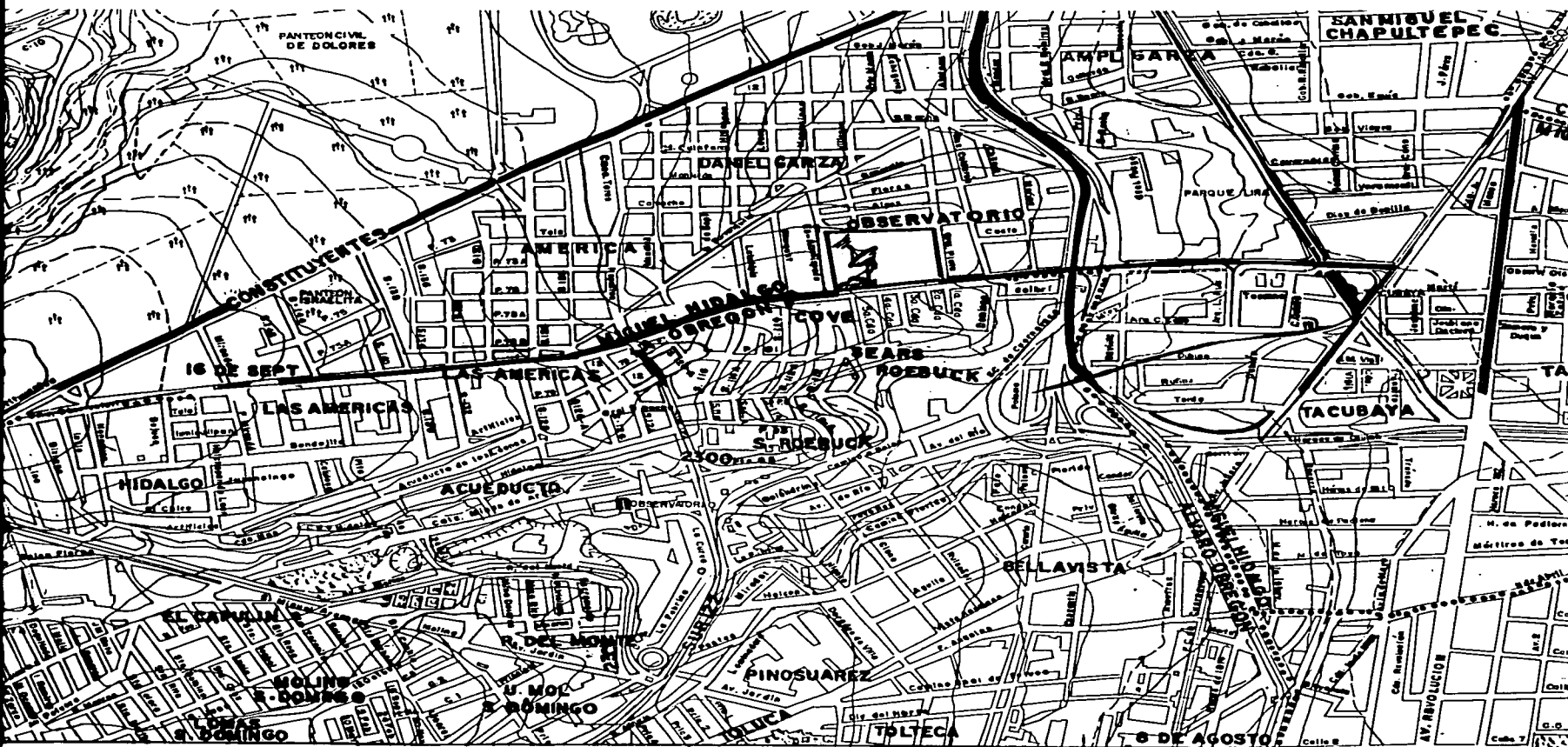
RASGOS HIDROGRAFICOS

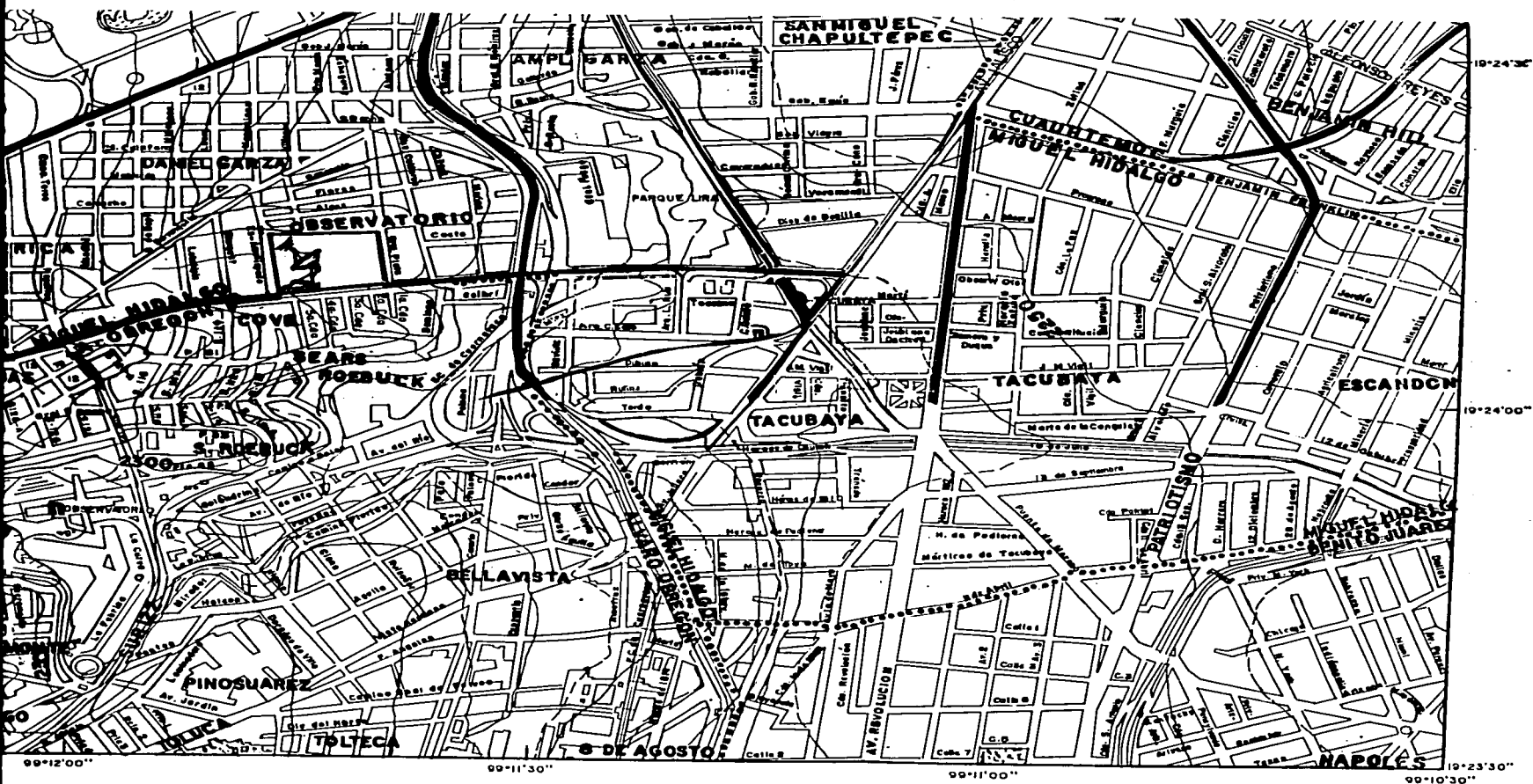
CUERPO DE AGUA, CANAL	
CORRIENTE PERENNE, INTERMITENTE	

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 10 METROS

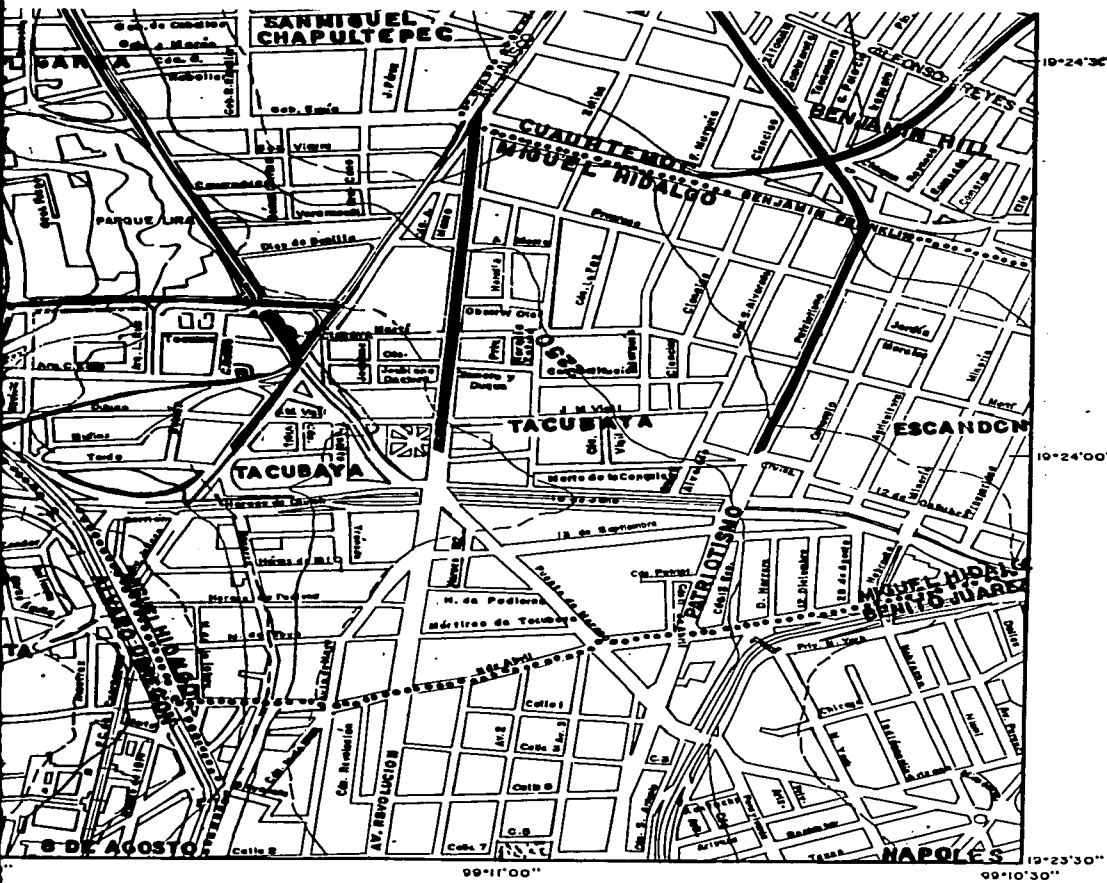
ESCALA 1:10,000







Formó: Verónica Durán Carmona



OBSERVATORIO METEOROLÓGICO 

LÍMITES

DELEGACIONAL 

REPRESENTACION DEL RELIEVE

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS  2250

CURVA DE NIVEL ORDINARIA 

CURVA DE NIVEL AUXILIAR 

DEPRESIONES 

RASGOS HIDROGRAFICOS

CUERPO DE AGUA, CANAL 

CORRIENTE PERENNE, INTERMITENTE 

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 10 METROS

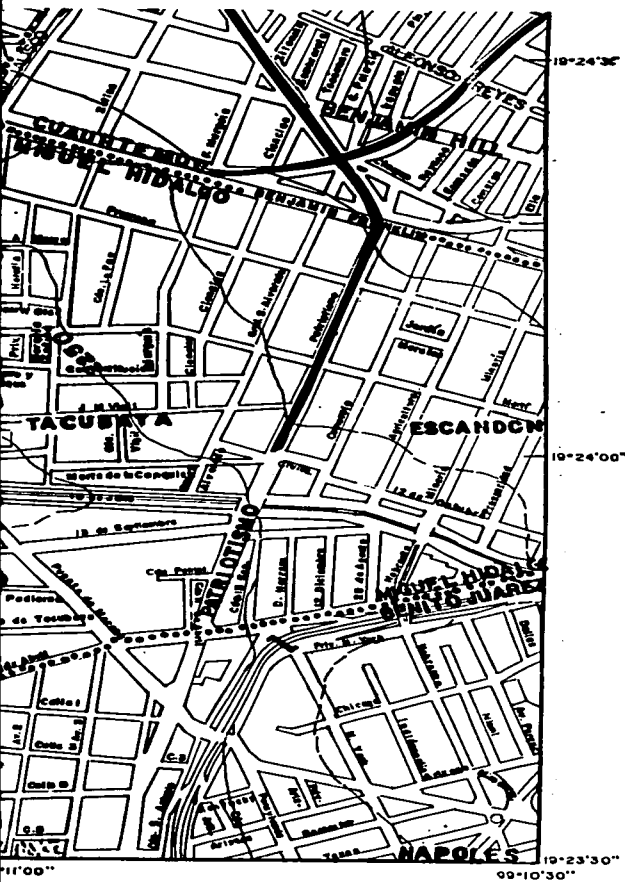
ESCALA 1:10,000



FUENTE: DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

CARTA TOPOGRAFICA

Formó: Verónica Durán Carmona



OBSERVATORIO METEOROLOGICO _____



LIMITES

DELEGACIONAL _____

REPRESENTACION DEL RELIEVE

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS _____ 2250 _____

CURVA DE NIVEL ORDINARIA _____

CURVA DE NIVEL AUXILIAR _____

DEPRESIONES _____



RASGOS HIDROGRAFICOS

CUERPO DE AGUA, CANAL _____



CORRIENTE PERENNE, INTERMITENTE _____

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 10 METROS

ESCALA 1:10,000

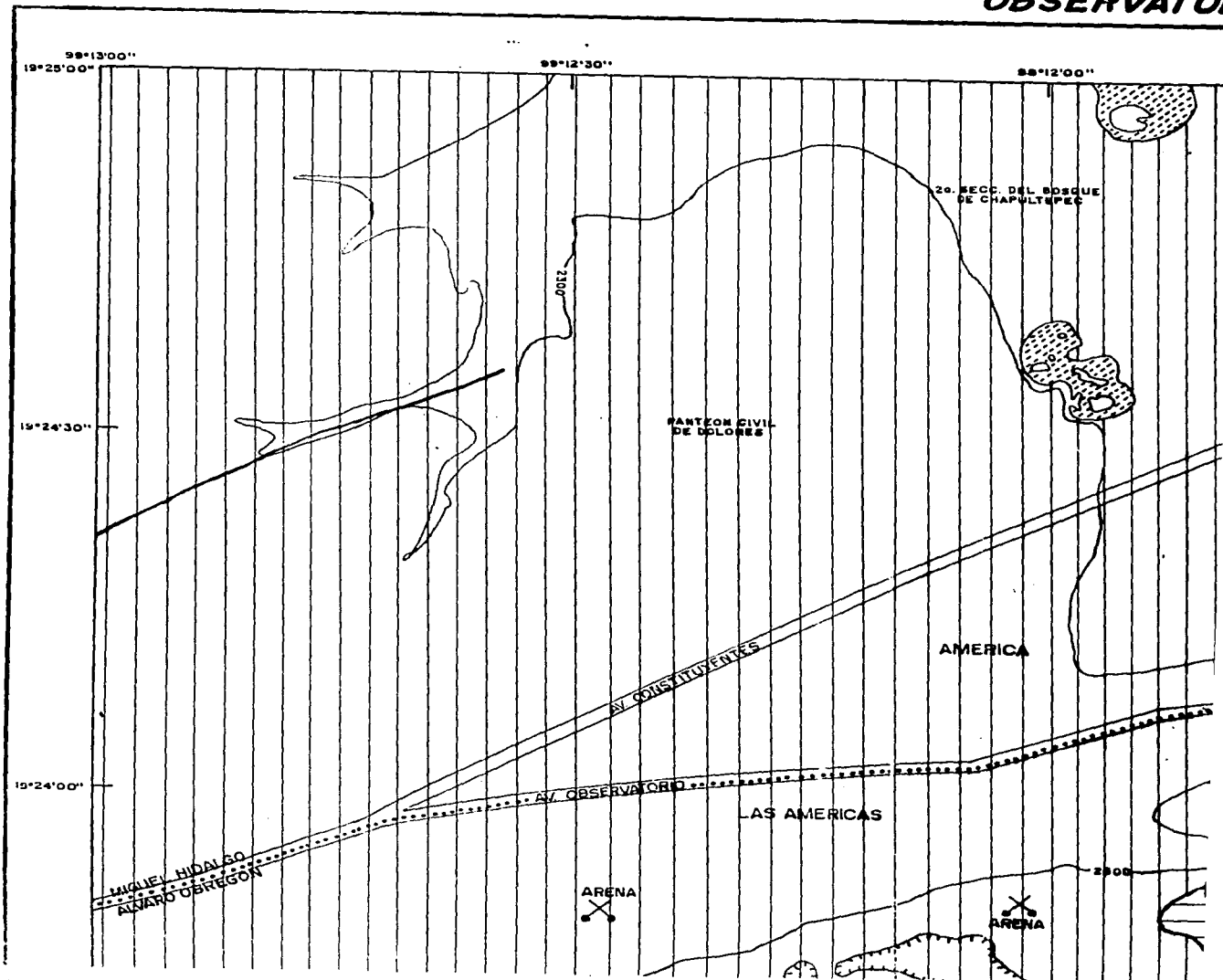


FUENTE: DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

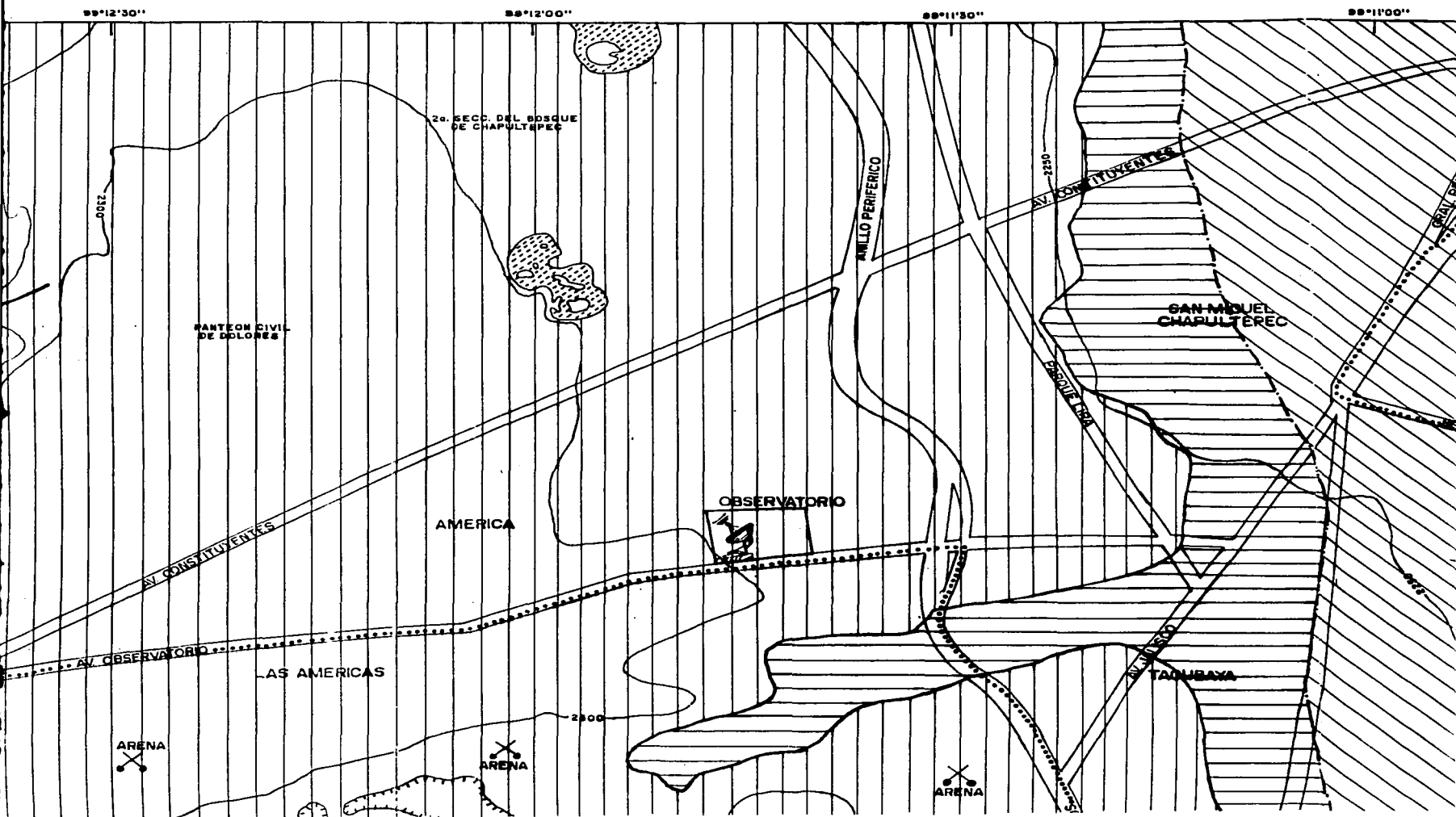
CARTA TOPOGRAFICA

Formó: Verónica Durán Carmona

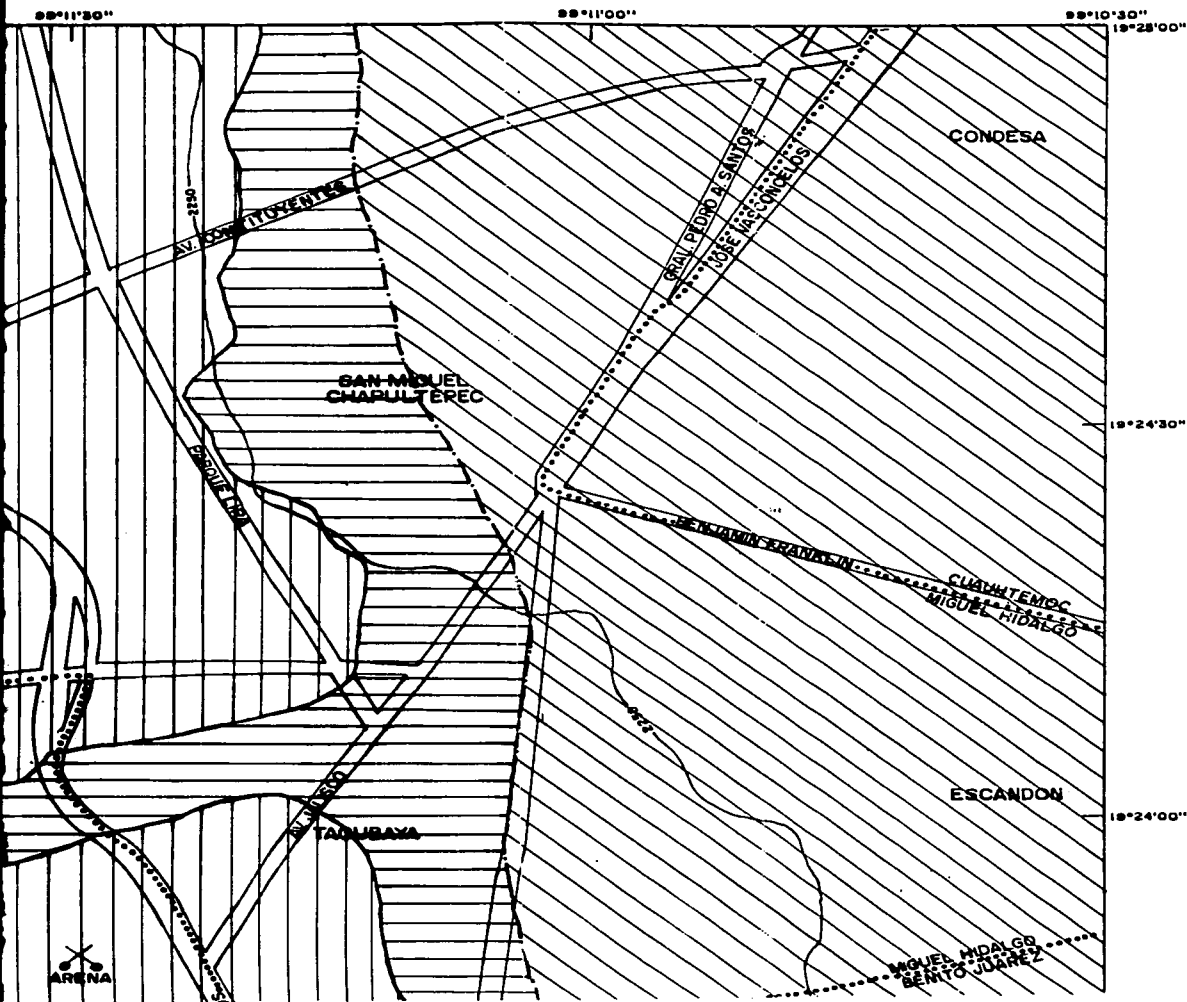
OBSERVATO



OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL DE TACU



ROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA



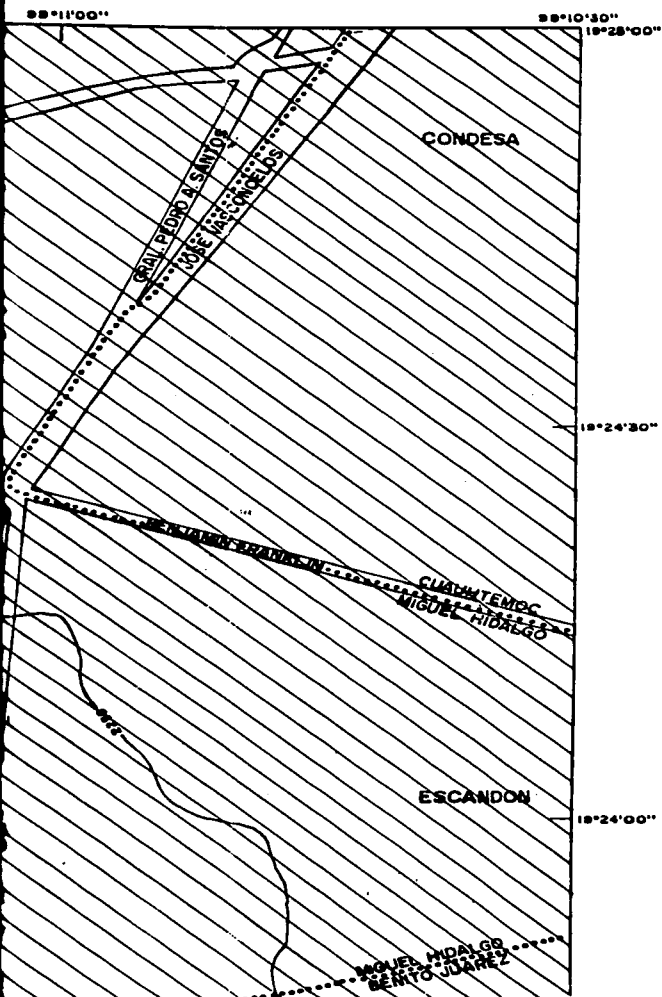
SIMBOLOGIA

ROCA IGNEA (TOBA)	
SUELO ALUVIAL	
SUELO LACUSTRE	
CONTACTO	
CONTACTO INFERIDO	
FRACTURA	
BANCO DE MATERIAL	
CUERPO DE AGUA	
DEPRESIONES	
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	
LIMITE DELEGACIONAL	

ESCALA 1:10,000



TACUBAYA

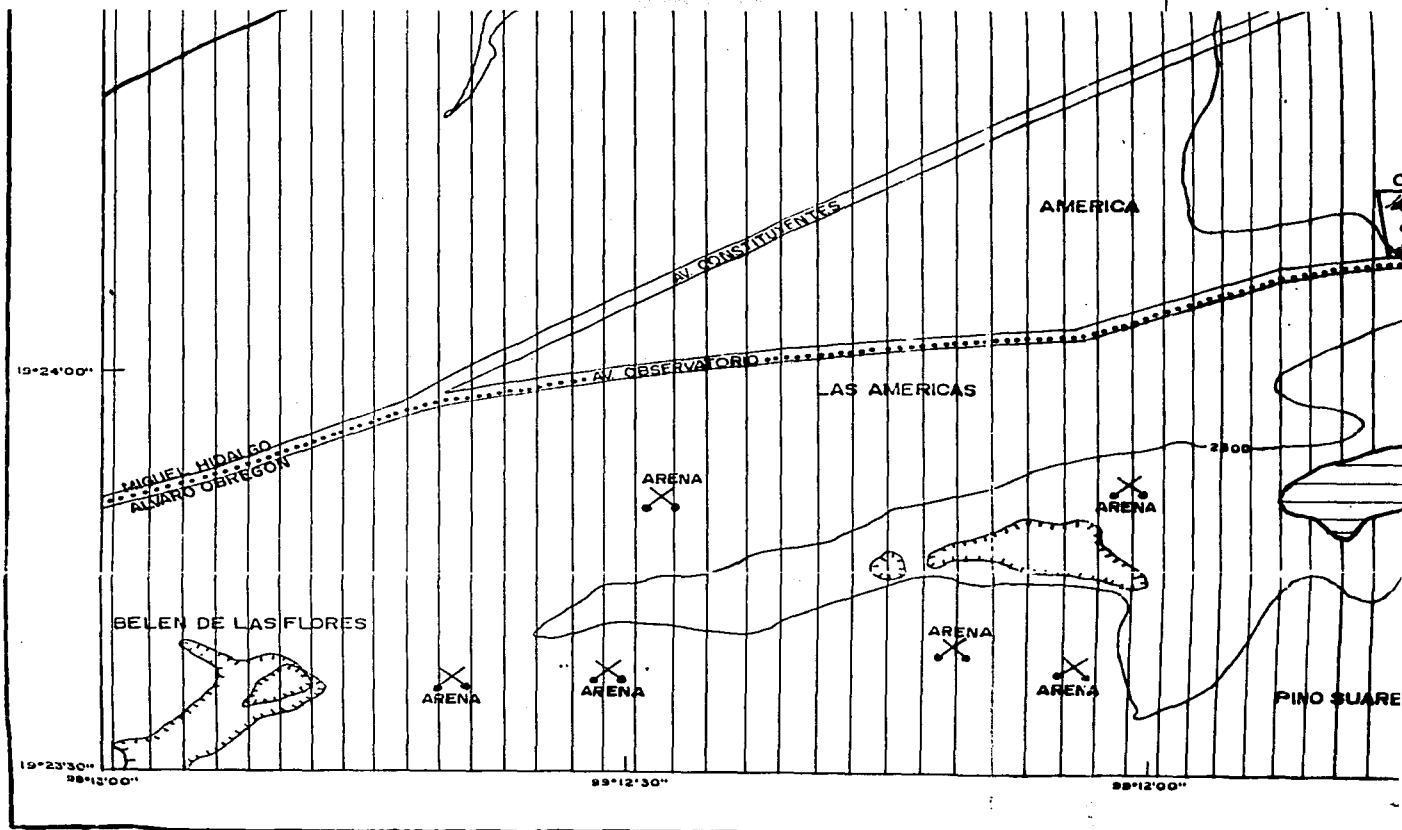


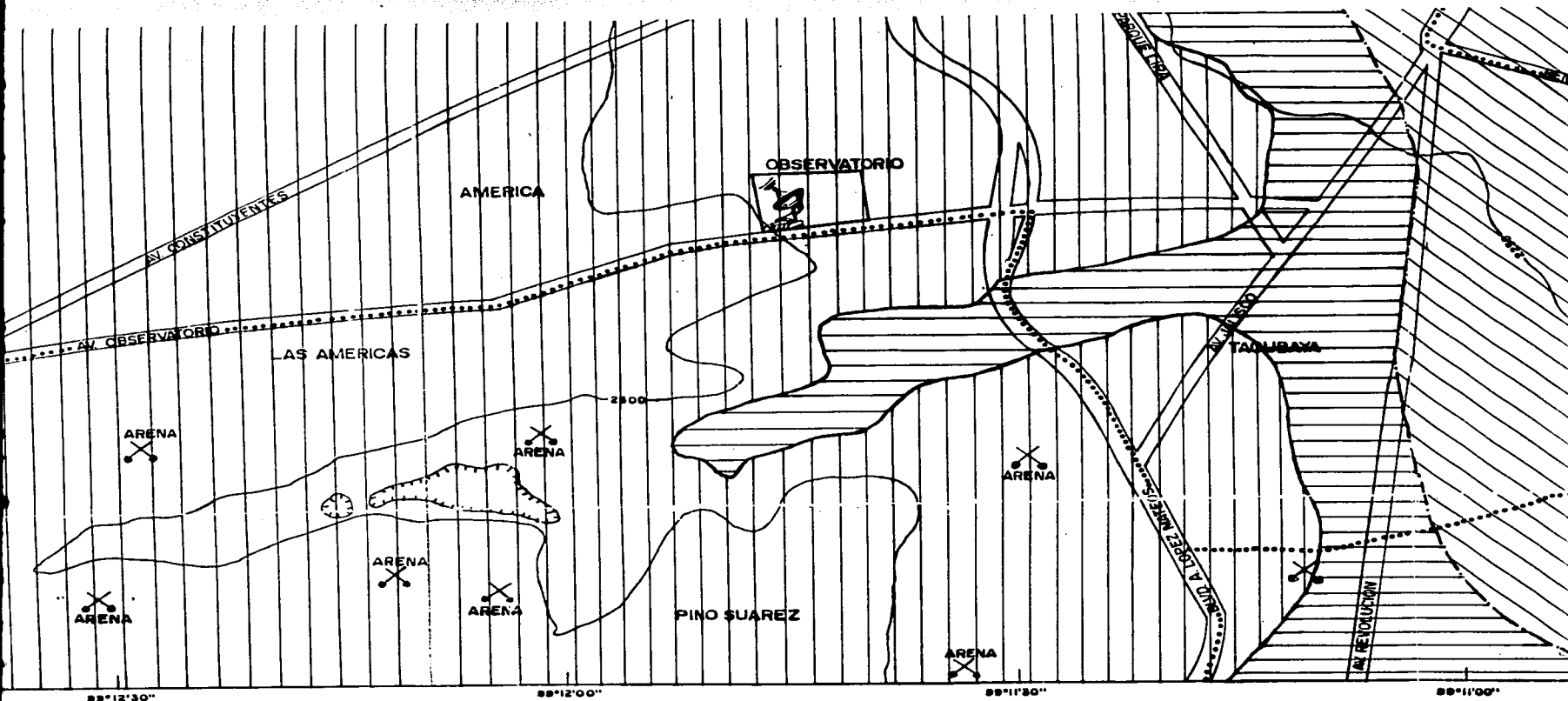
SIMBOLOGIA

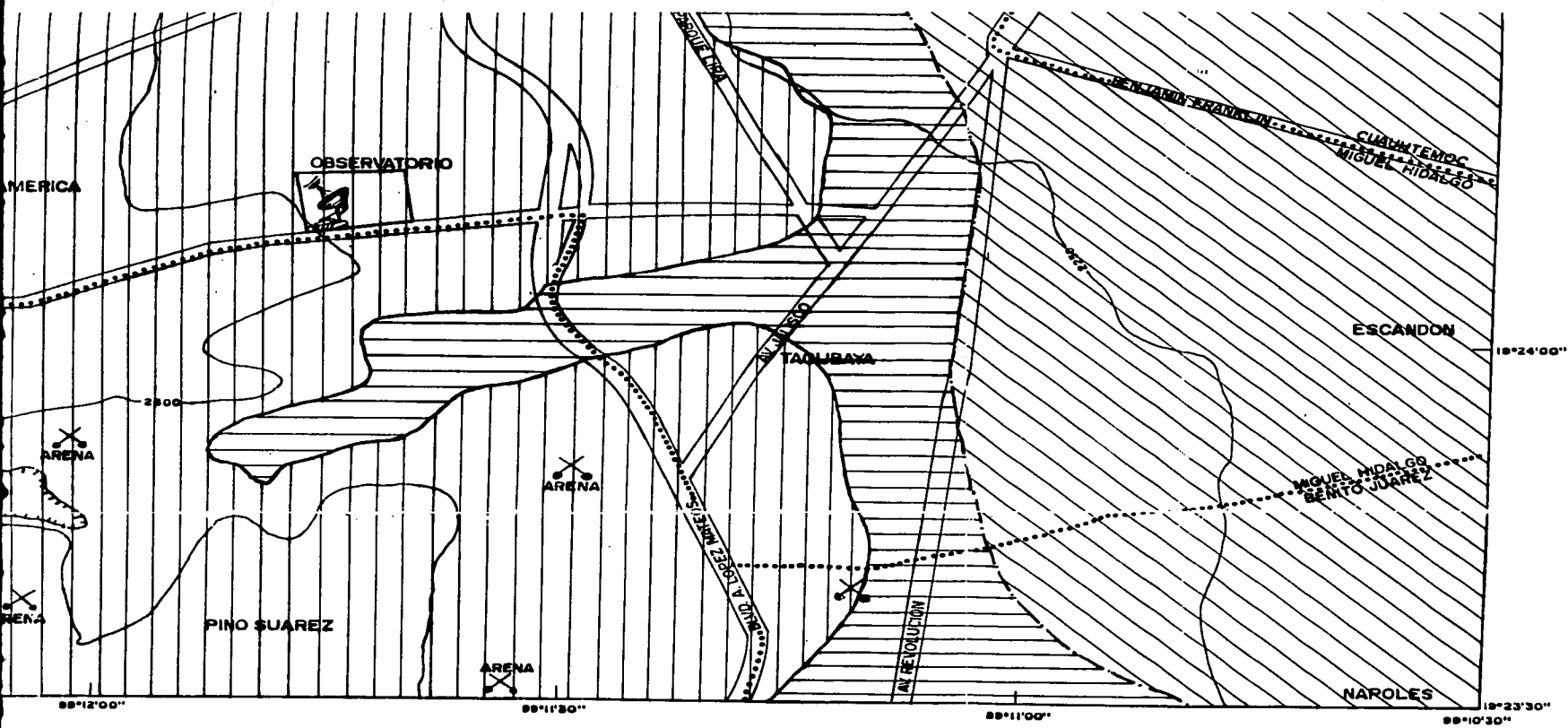
ROCA IGNEA (TOBA)	
SUELO ALUVIAL	
SUELO LACUSTRE	
CONTACTO	
CONTACTO INFERIDO	
FRACTURA	
BANCO DE MATERIAL	
CUERPO DE AGUA	
DEPRESIONES	
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	
LIMITE DELEGACIONAL	

ESCALA 1:10,000

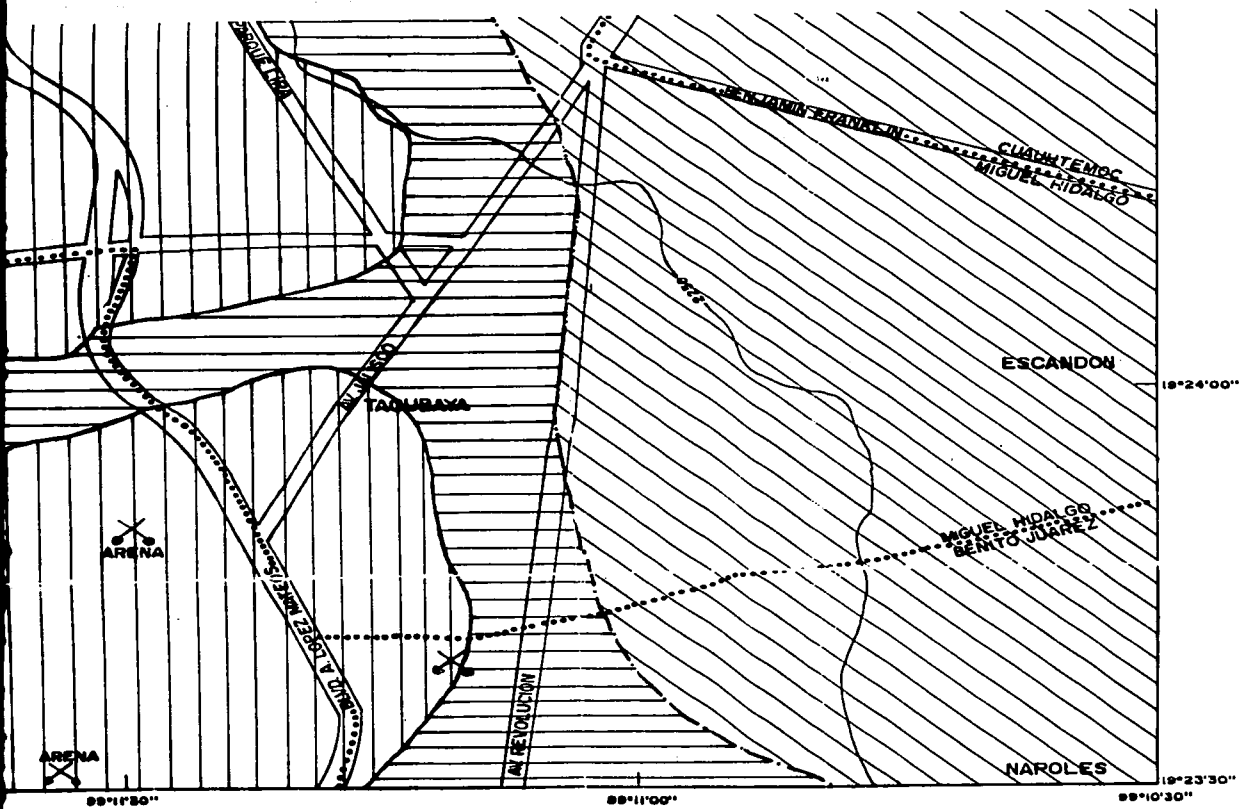








Formó: Verónica Durán Corman



ROCA IGNEA (TOBA)	_____
SUELO ALUVIAL	_____
SUELO LACUSTRE	_____
CONTACTO	_____
CONTACTO INFERIDO	_____
FRACTURA	_____
BANCO DE MATERIAL	_____
CUERPO DE AGUA	_____
DEPRESIONES	_____
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	_____
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	_____
LIMITE DELEGACIONAL	_____

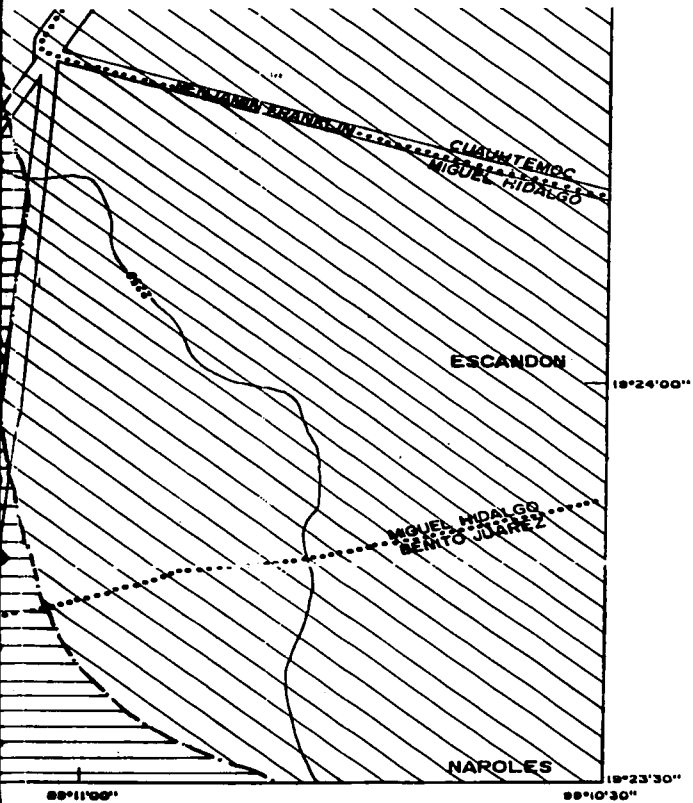
ESCALA 1:10,000



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFICA E INFORMATICA

CARTA GEOLOGICA

Formó: Verónica Durán Carmona



ROCA IGNEA (TOBA)	
SUELO ALUVIAL	
SUELO LACUSTRE	
CONTACTO	_____
CONTACTO INFERIDO	_____
FRACTURA	_____
BANCO DE MATERIAL	
CUERPO DE AGUA	
DEPRESIONES	
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	
LIMITE DELEGACIONAL

ESCALA 1:10,000

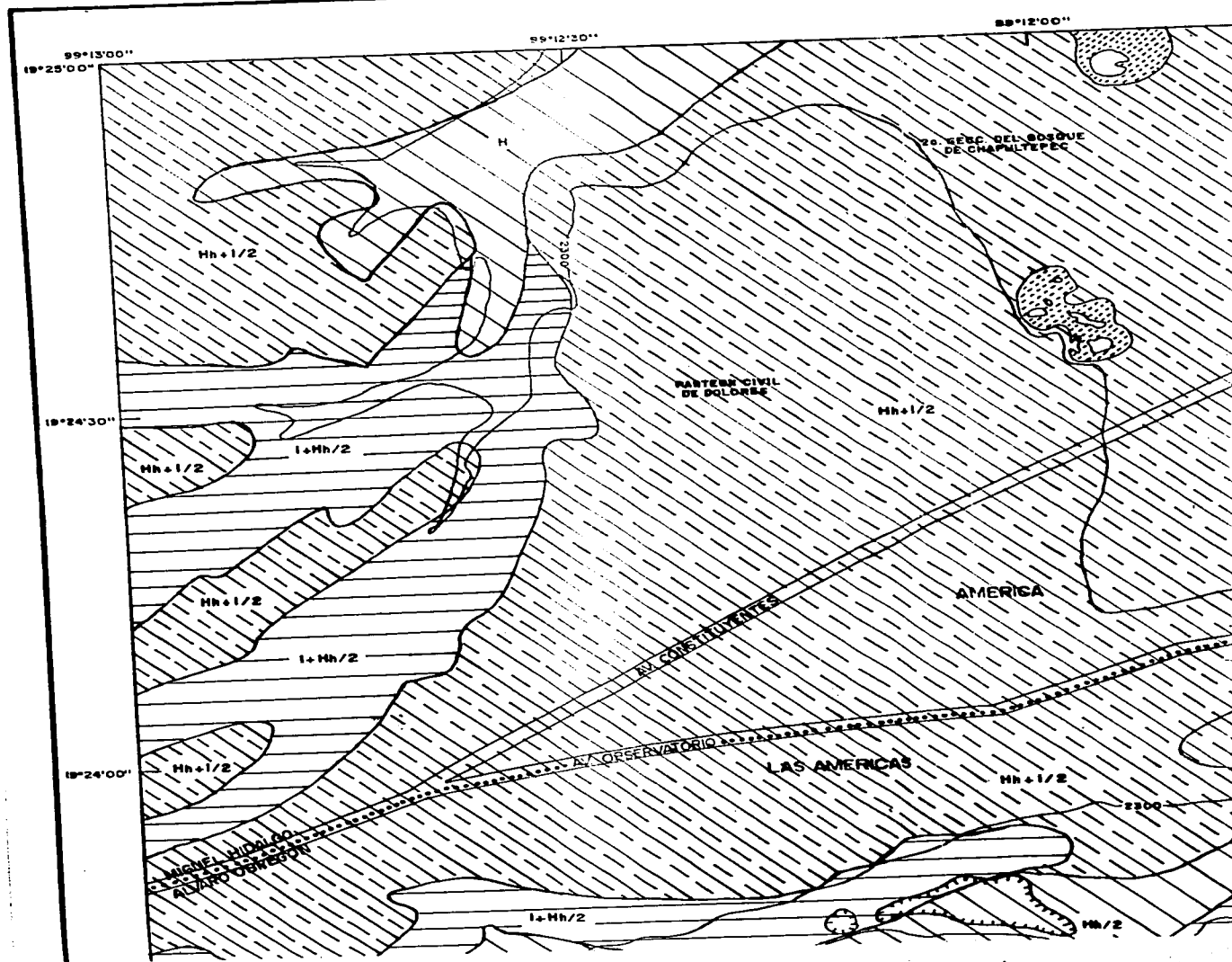


FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA

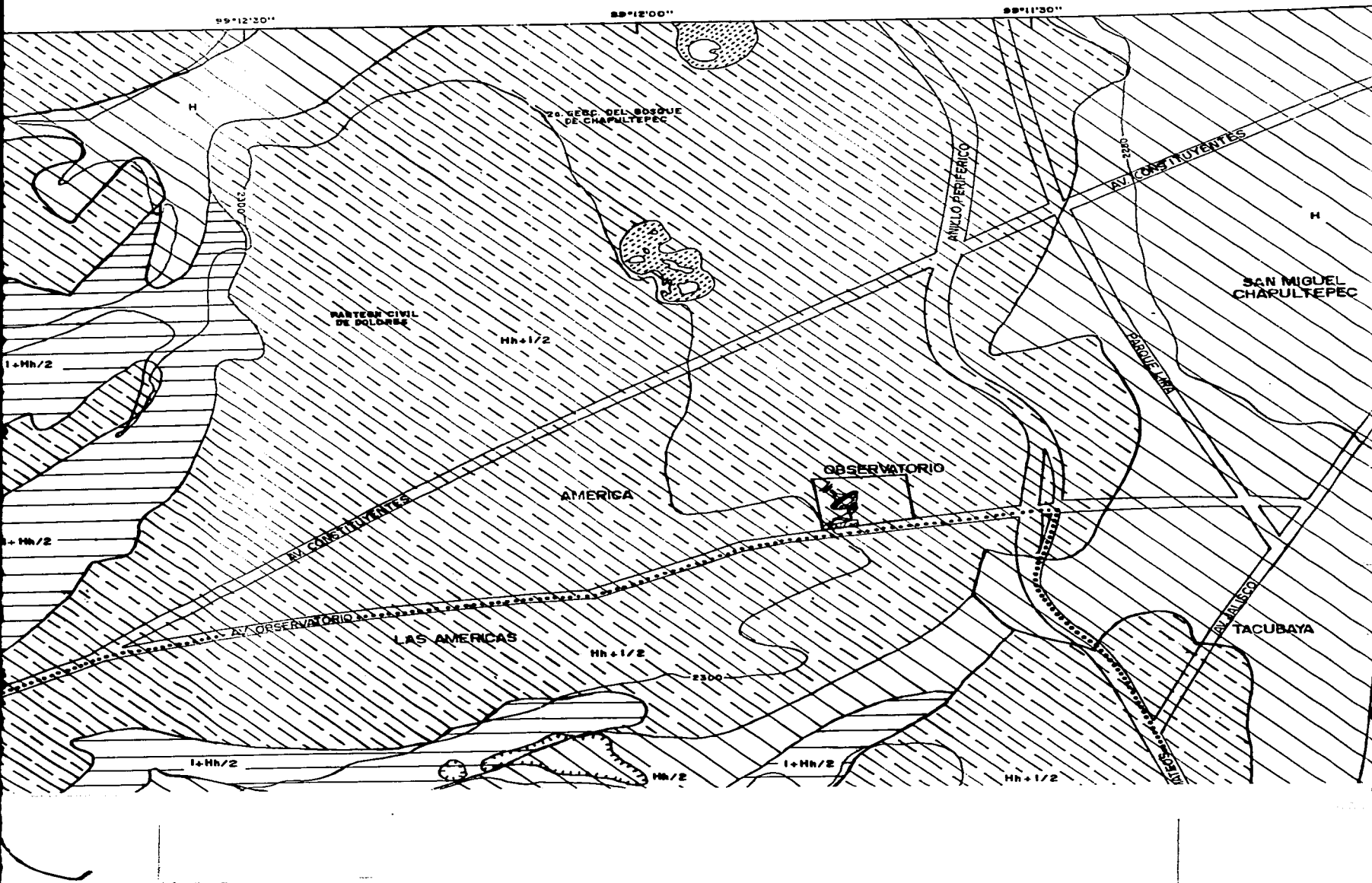
CARTA GEOLOGICA

Formó: Verónica Durán Carmona

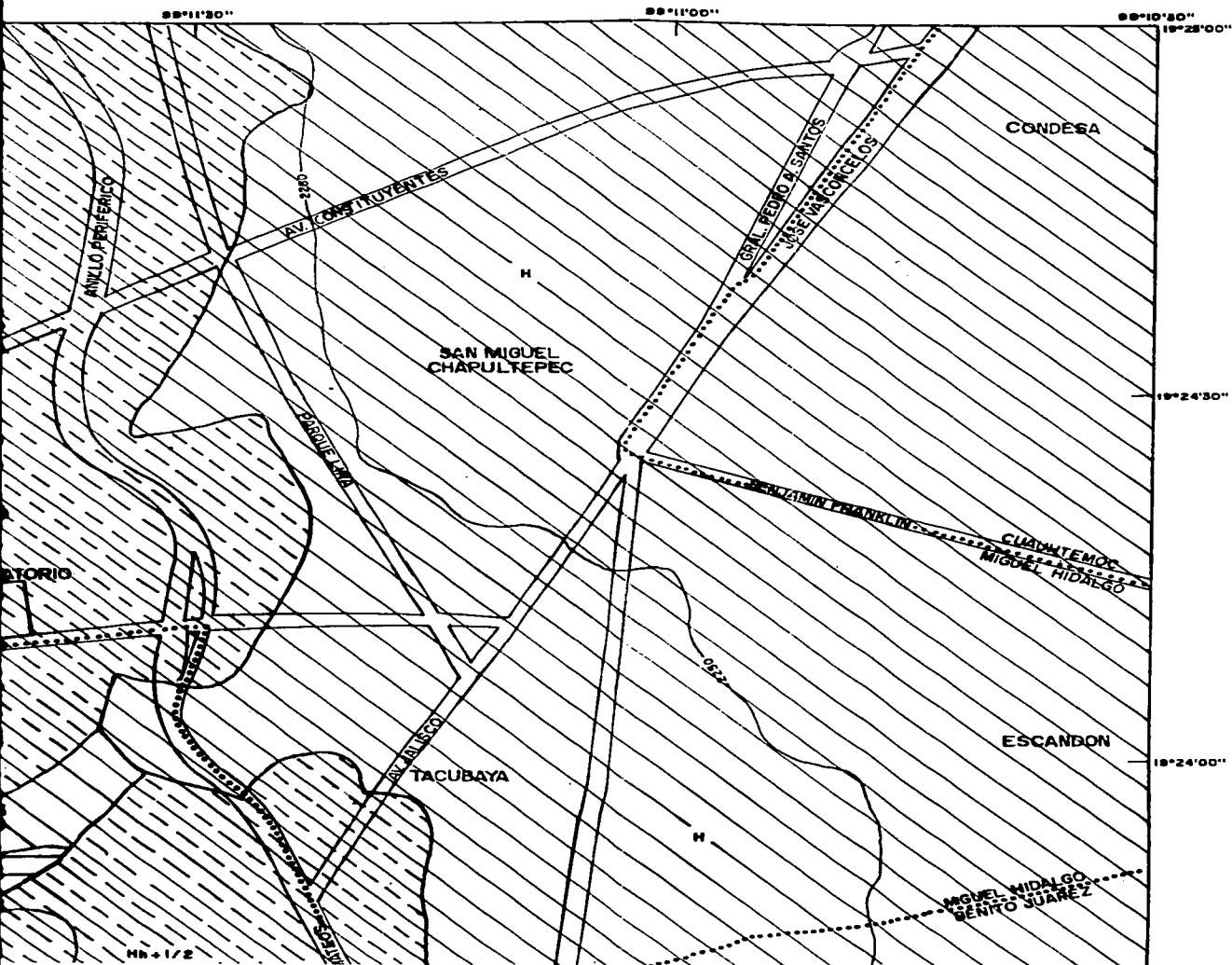
OBSERVATORIO



OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL



METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA

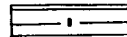


SIMBOLOGIA

UNIDADES DE SUELO

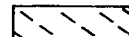


H
Hh
FEOZEN
HAPLICO



TEXTURA
2 MEDIA

FASE



DURICA (ENTRE 50 Y 100 cm. DE P...

Hh+1/2 Suelo Predominante + Suelo Secundario
Textural de la Unidad Cartografica

CUERPO DE AGUA

DEPRESIONES

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

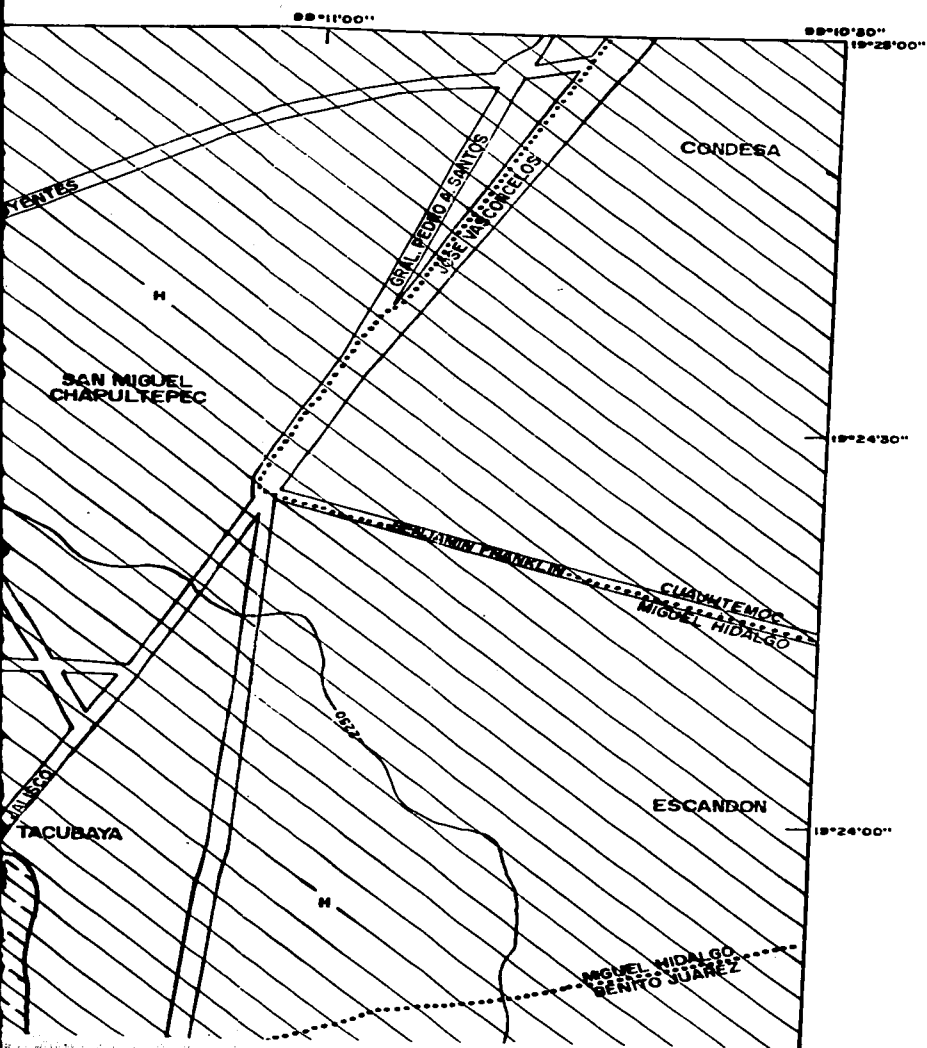
OBSERVATORIO METEOROLOGICO

LIMITE DELEGACIONAL

ESCALA 1:10,000

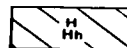


CENTRAL DE TACUBAYA

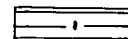


SIMBOLOGIA

UNIDADES DE SUELO



FEOZEN
HAPLICO

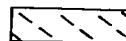


LITOSOL

TEXTURA

2 MEDIA

FASE



DURICA (ENTRE 80 Y 100 cm. DE PROFUNDIDAD)

Hh+1/2 Suelo Predominante + Suelo Secundario / Clase Textural de la Unidad Cartografica

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

2750

OBSERVATORIO METEOROLOGICO



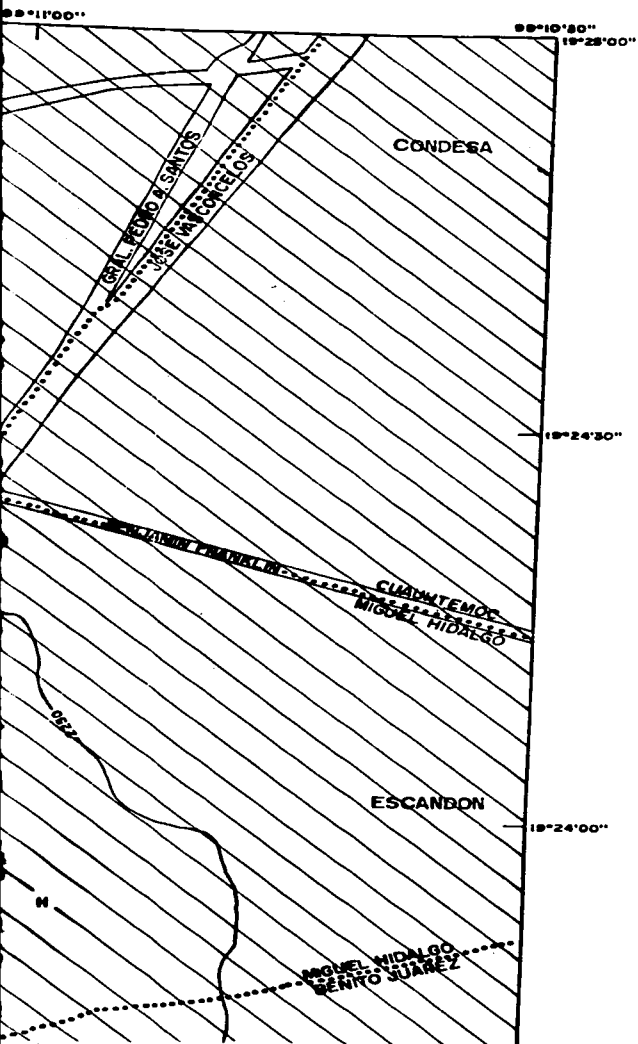
LIMITE DELEGACIONAL



ESCALA 1:10,000

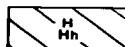


TACUBAYA

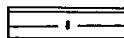


SIMBOLOGIA

UNIDADES DE SUELO



FEOZEN
HAPLICO

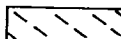


LITOSOL

TEXTURA

2 MEDIA

FASE



DURICA (ENTRE 50 Y 100 cm. DE PROFUNDIDAD)

Hh+1/2 Suelo Predominante + Suelo Secundario / Clase
Textural de la Unidad Cartografica

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

2250

OBSERVATORIO METEOROLOGICO



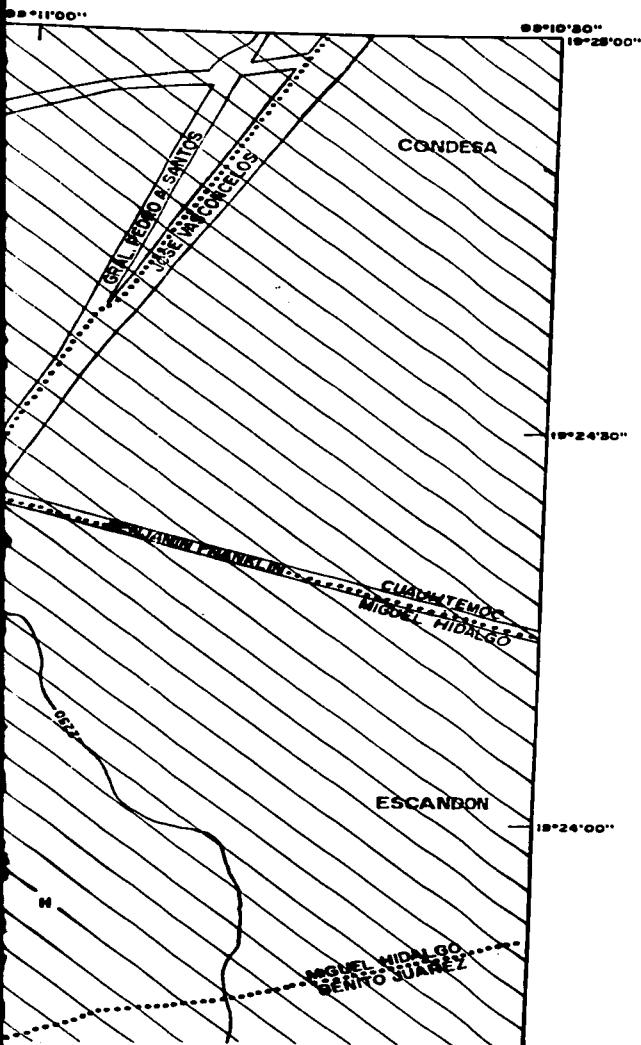
LIMITE DELEGACIONAL



ESCALA 1:10,000

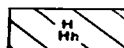


TACUBAYA

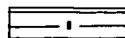


SIMBOLOGIA

UNIDADES DE SUELO



FEOZEN
HÁPLICO

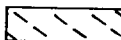


LITOSOL

TEXTURA

2 MEDIA

FASE



DURICA (ENTRE 50 Y 100 cm. DE PROFUNDIDAD)

Mh+1/2 Suelo Predominante + Suelo Secundario / Clase Textural de la Unidad Cartográfica

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

250

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO

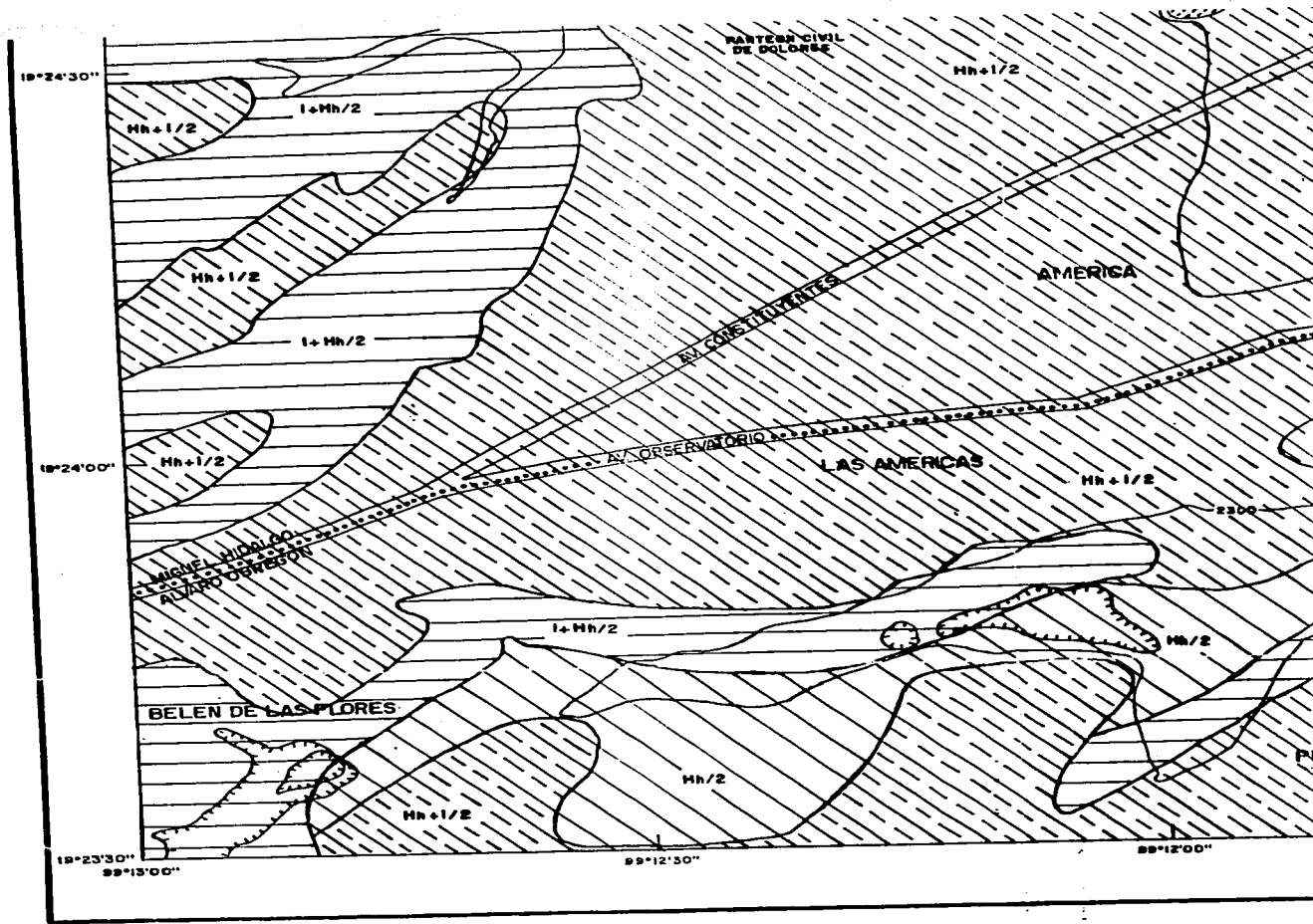


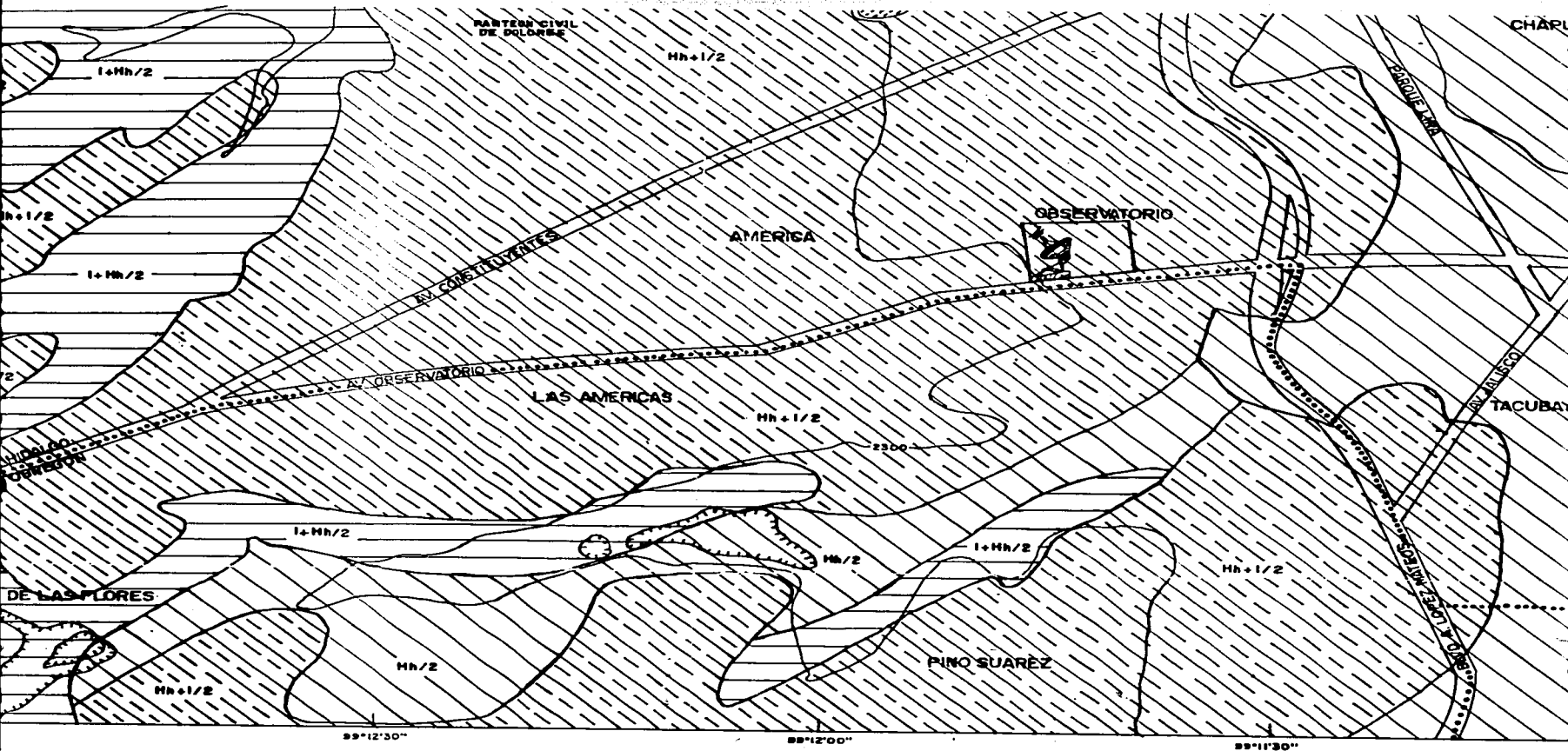
LÍMITE DELEGACIONAL

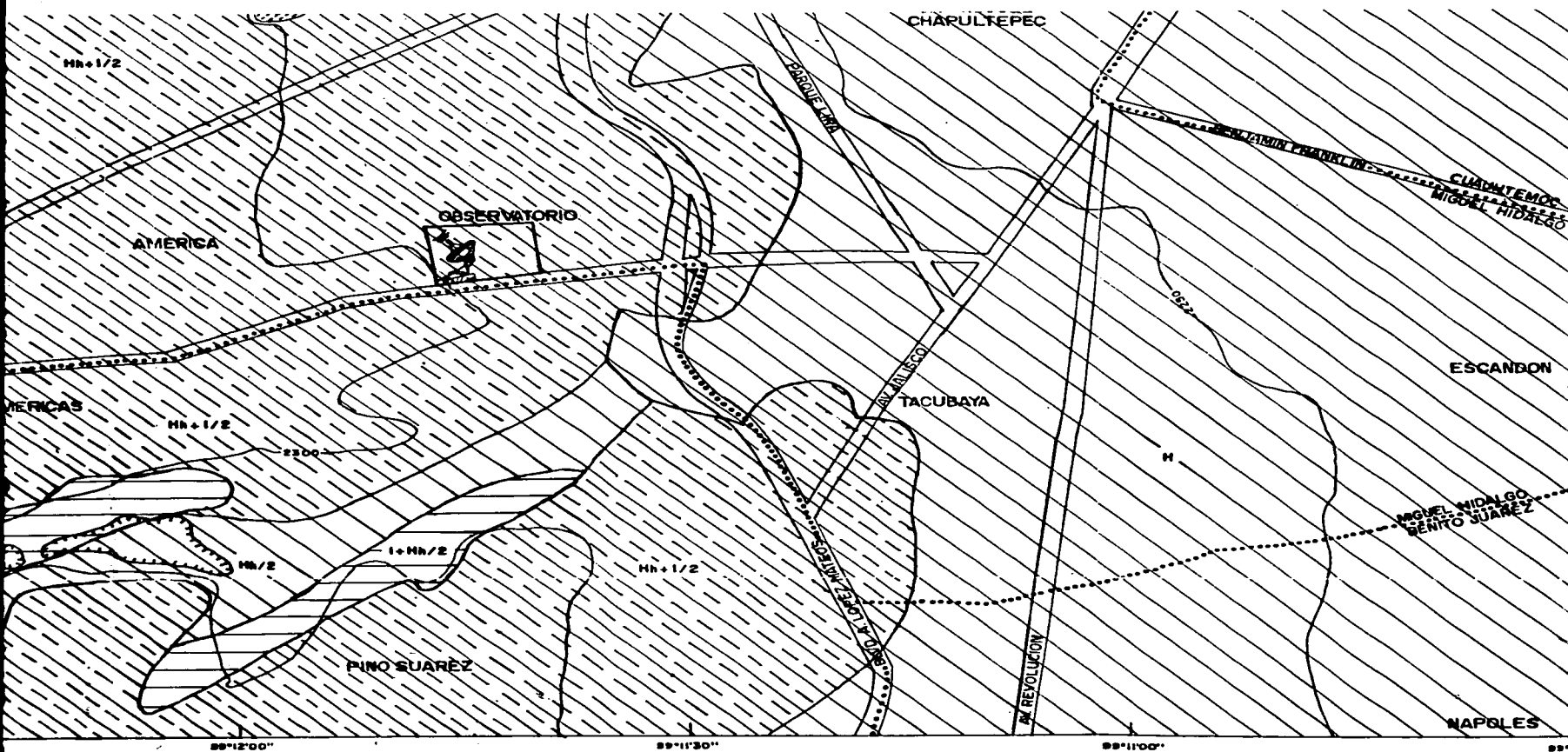


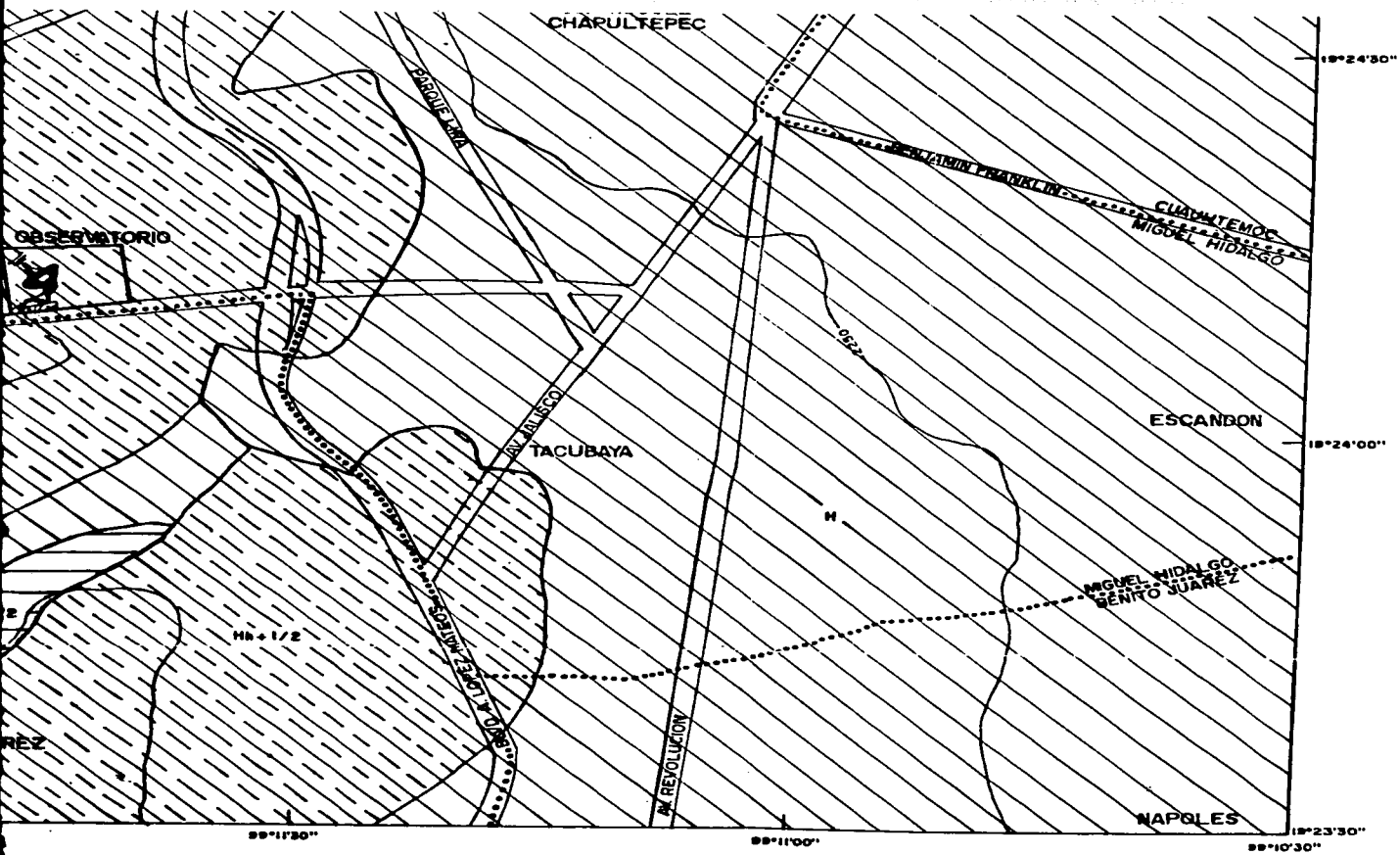
ESCALA 1:10,000











2 MEDIA

FASE



Mh+1/2 Suelo Predominante + Su
Textural de la Unidad C

CUERPO DE AGUA

DEPRESIONES

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO

LIMITE DELEGACIONAL

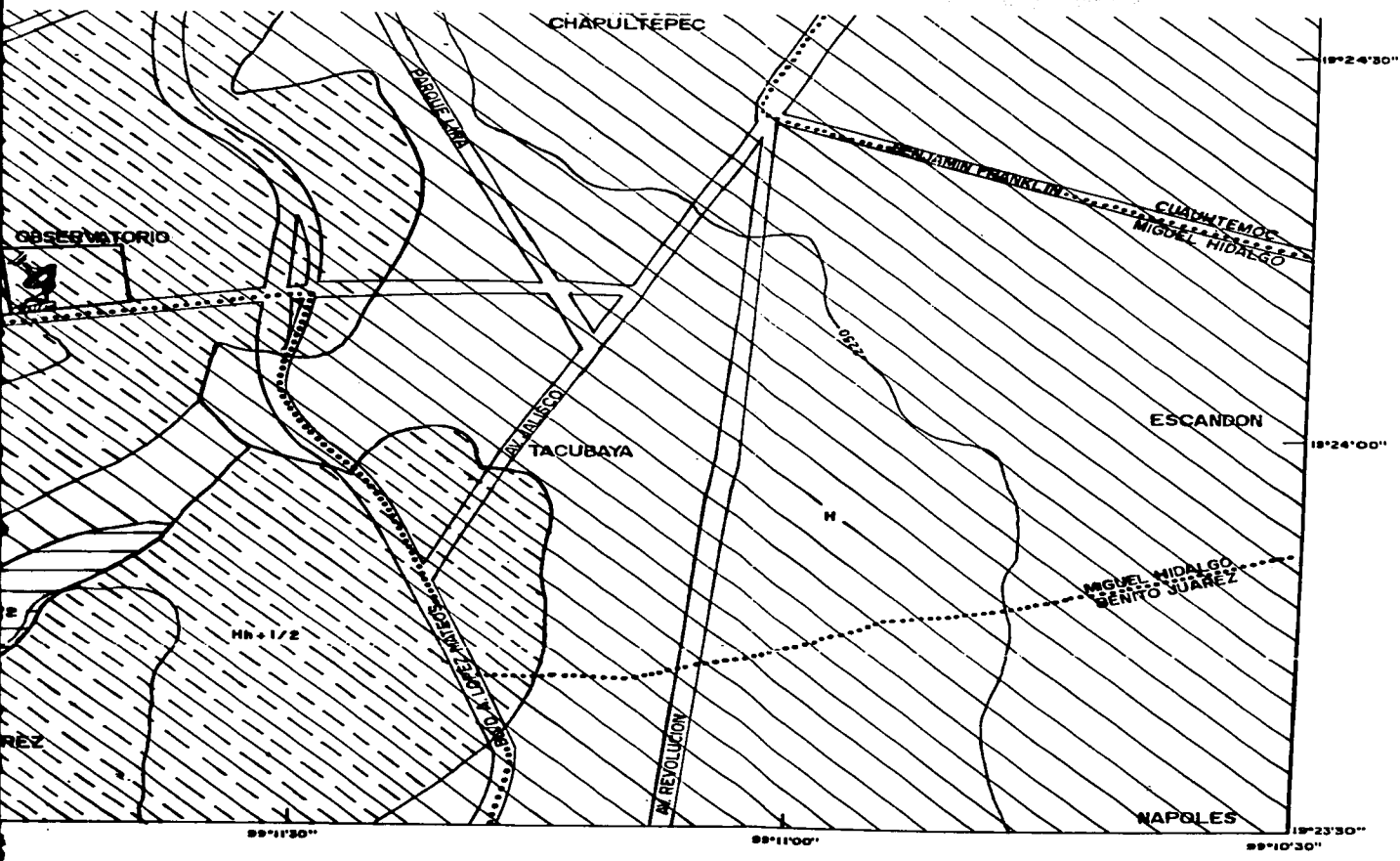
ESCALA 1:1



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL
DE GEOGRAFÍA E INFORMATICA

CARTÀ EDAFOL

Formó: Verónica Durán Carmona



2 MEDIA

FASE

 DURICA (ENTRE 50 Y 100)

Hh + 1/2 Suelo Predominante + Su
Textural de la Unidad C

CUERPO DE AGUA

DEPRESIONES

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO

LÍMITE DELEGACIONAL

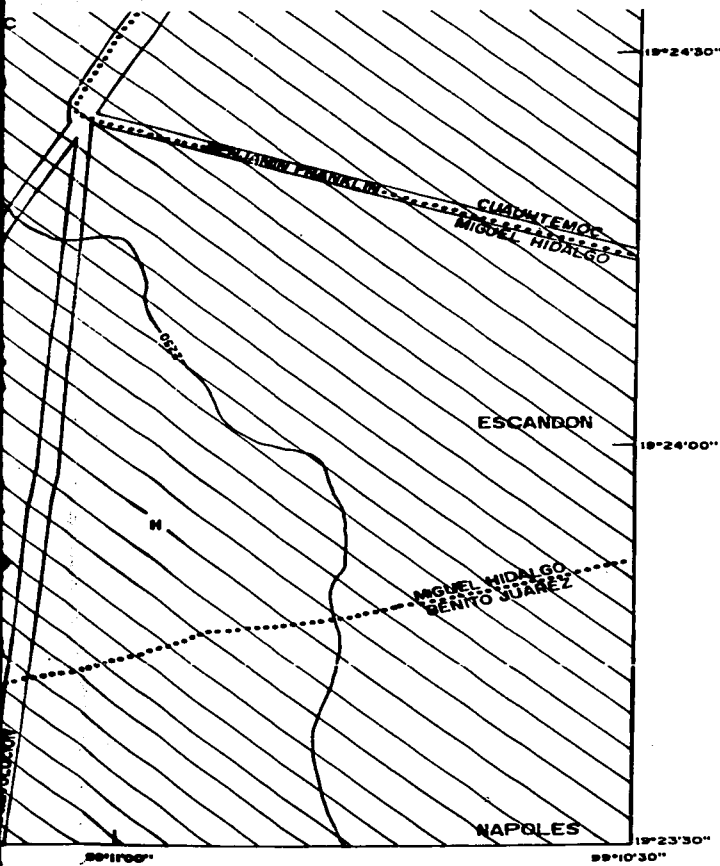
ESCALA 1:100000



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA E INFORMACIÓN

CARTA EDAFOLOGICA

Formó: Verónica Durán Carmona



2 MEDIA

FASE



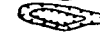
DURICA (ENTRE 80 Y 100 cm. DE PROFUNDIDAD)

Mh+1/2 Suelo Predominante + Suelo Secundario / Clase
Textural de la Unidad Cartografica

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE RIVEL ACOTADA EN METROS

2250

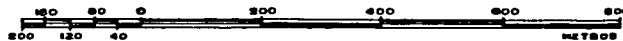
OBSERVATORIO METEOROLOGICO



LIMITE DELEGACIONAL



ESCALA 1:10,000

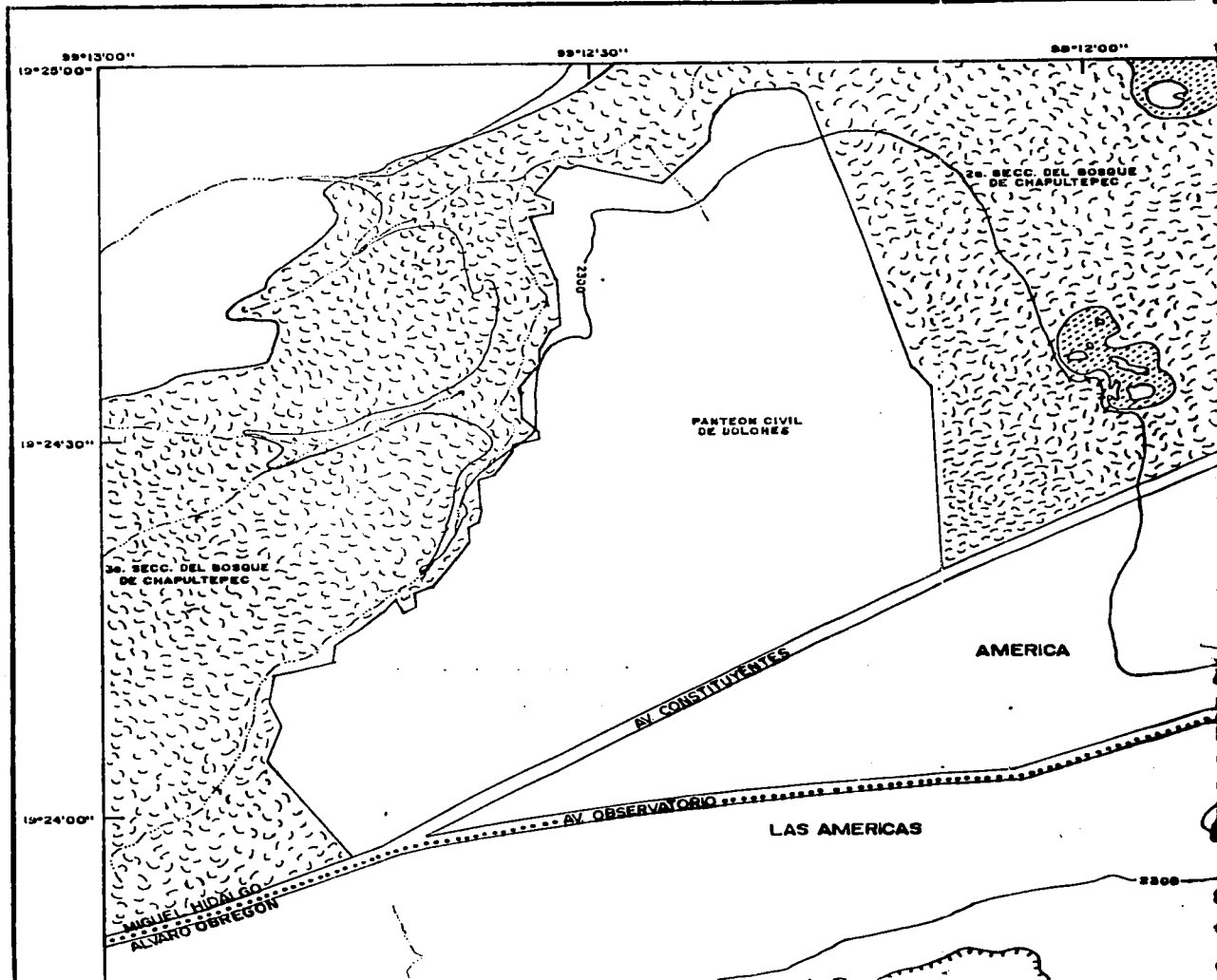


FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA

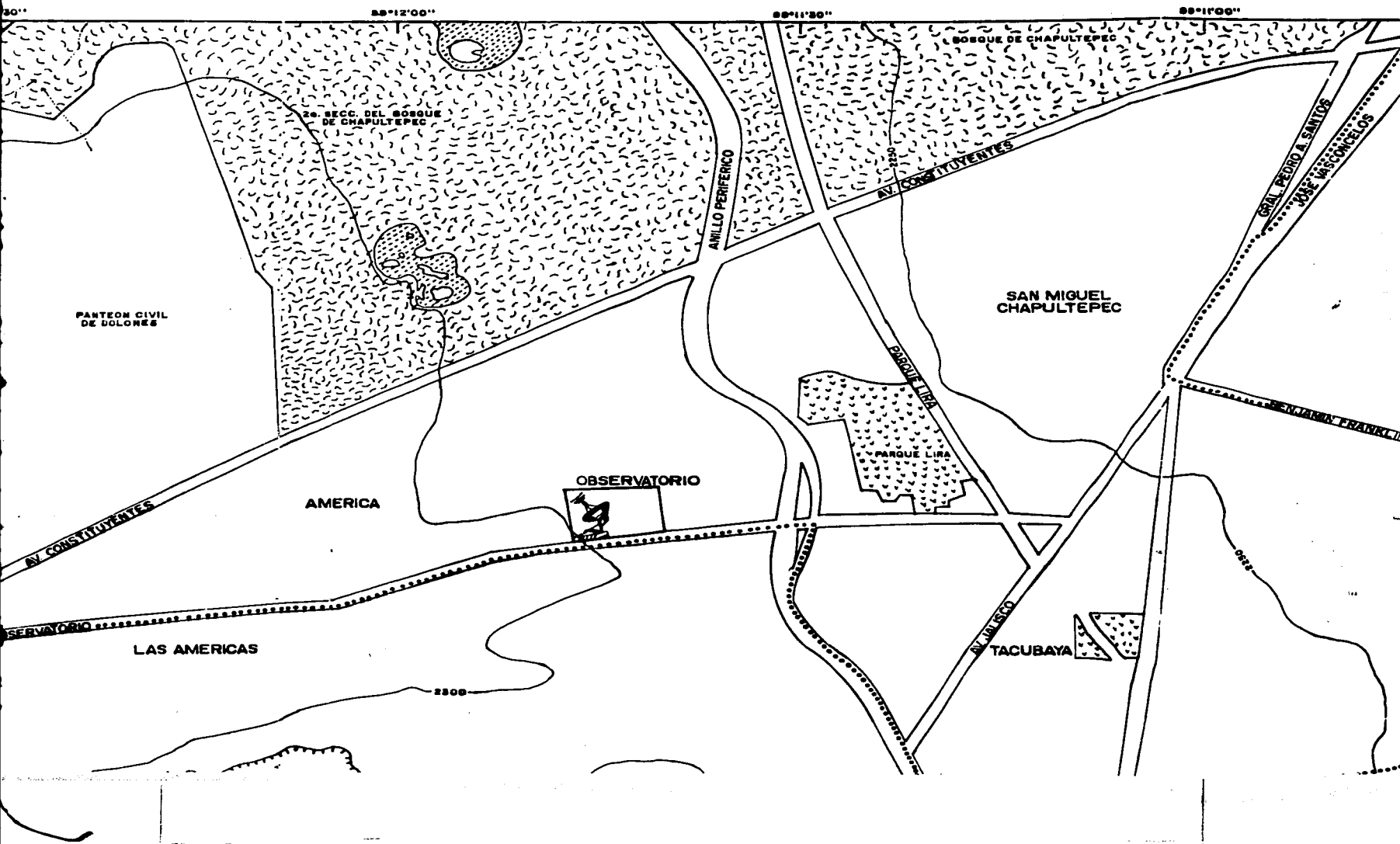
CARTA EDAFOLOGICA

Formó: Verónica Durán Carmona

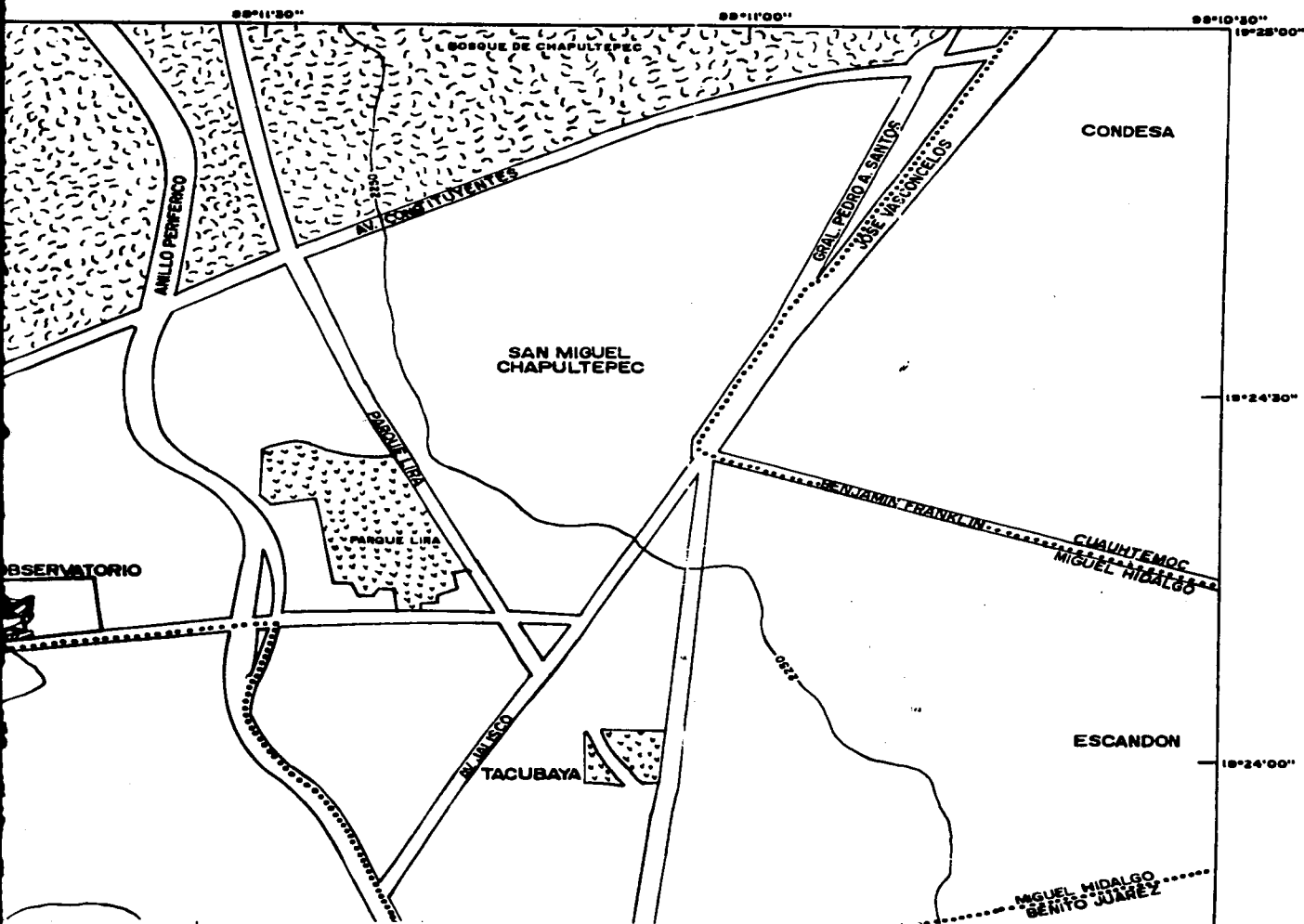
OBSERVAT



OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA



MAPA METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA



SIMBOLOS

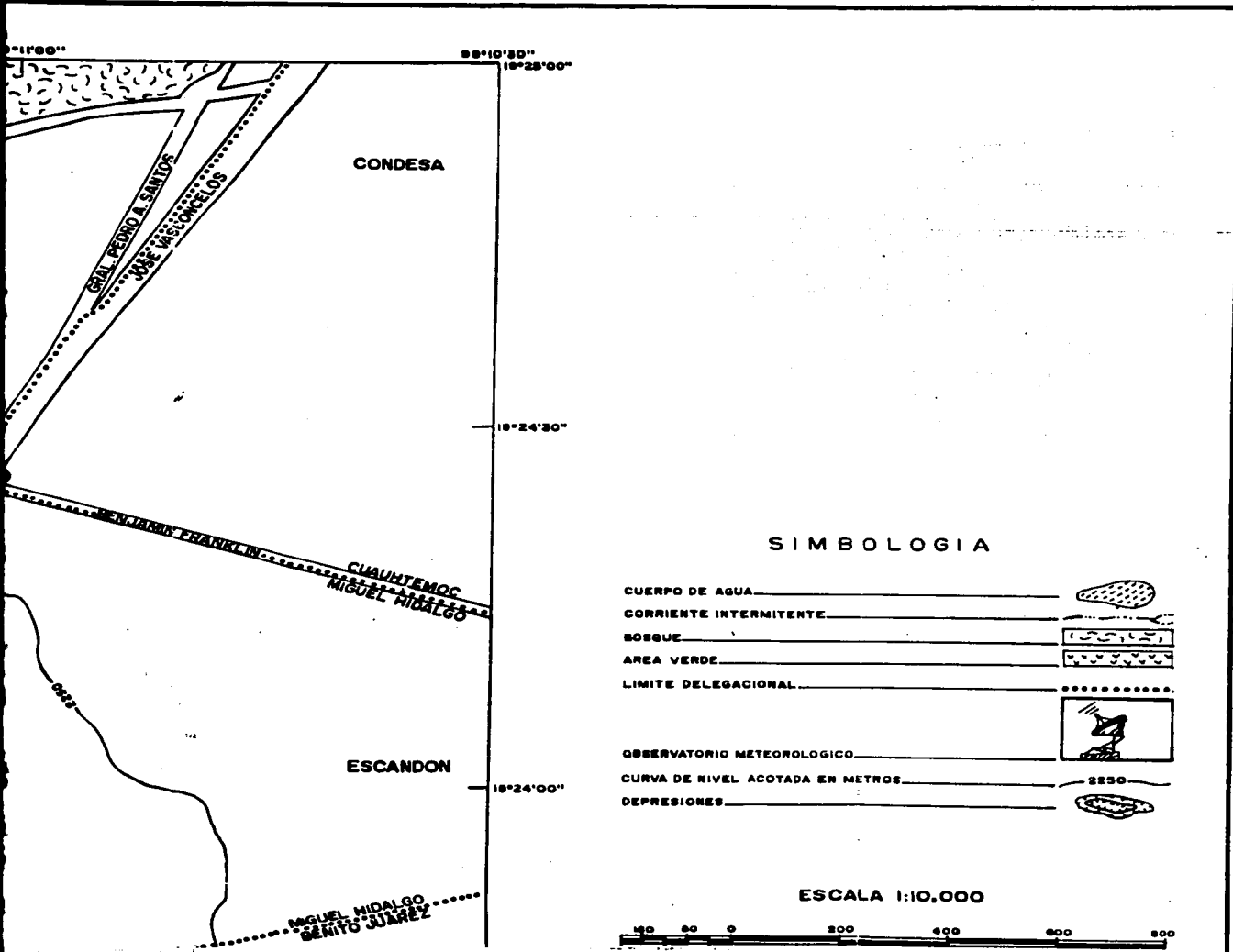
- CUERPO DE AGUA _____
- CORRIENTE INTERMITENTE _____
- BOSQUE _____
- AREA VERDE _____
- LIMITE DELEGACIONAL _____

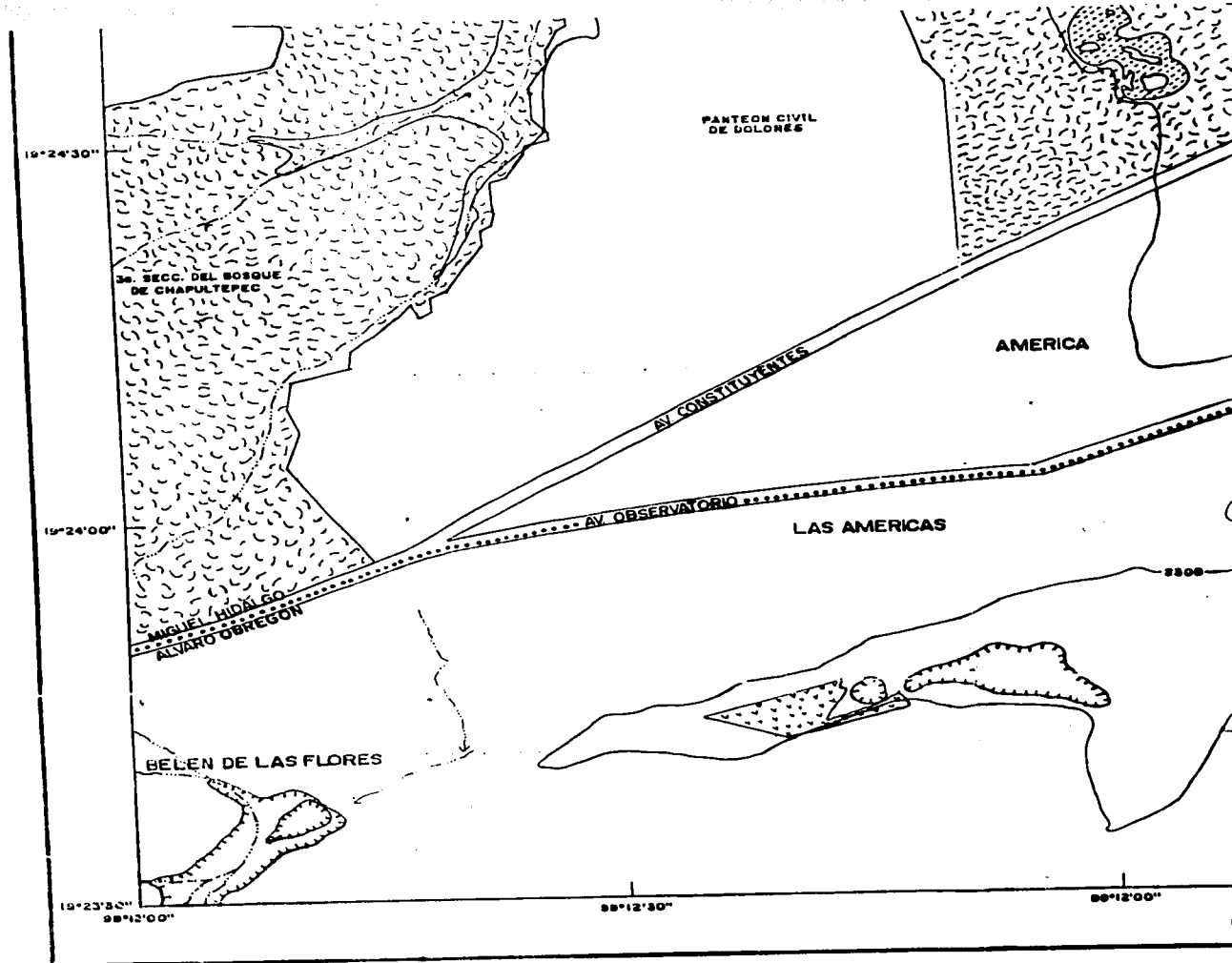
- OBSERVATORIO METEOROLOGICO _____
- CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS _____
- DEPRESIONES _____

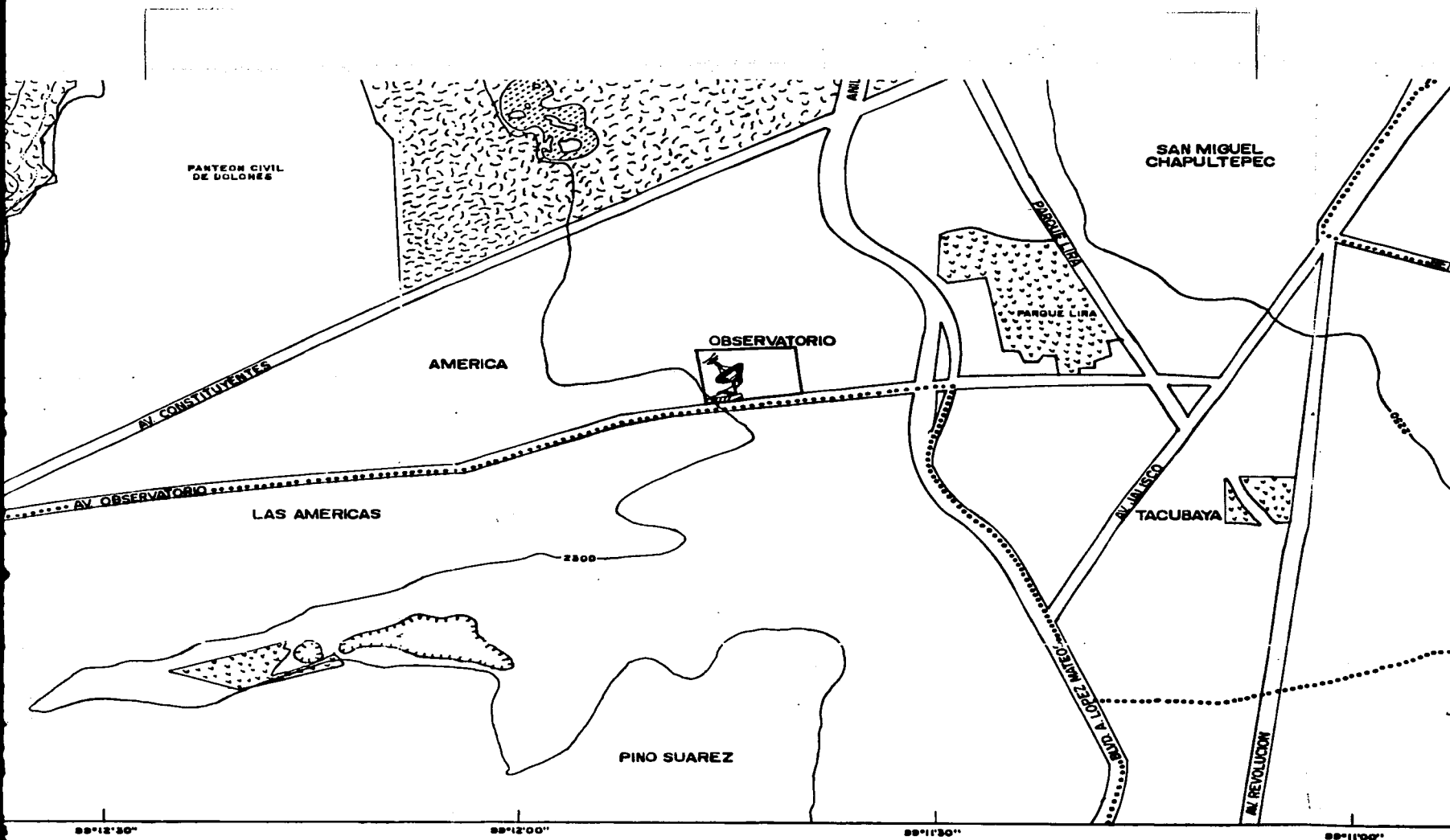
ESCALA 1:10,000

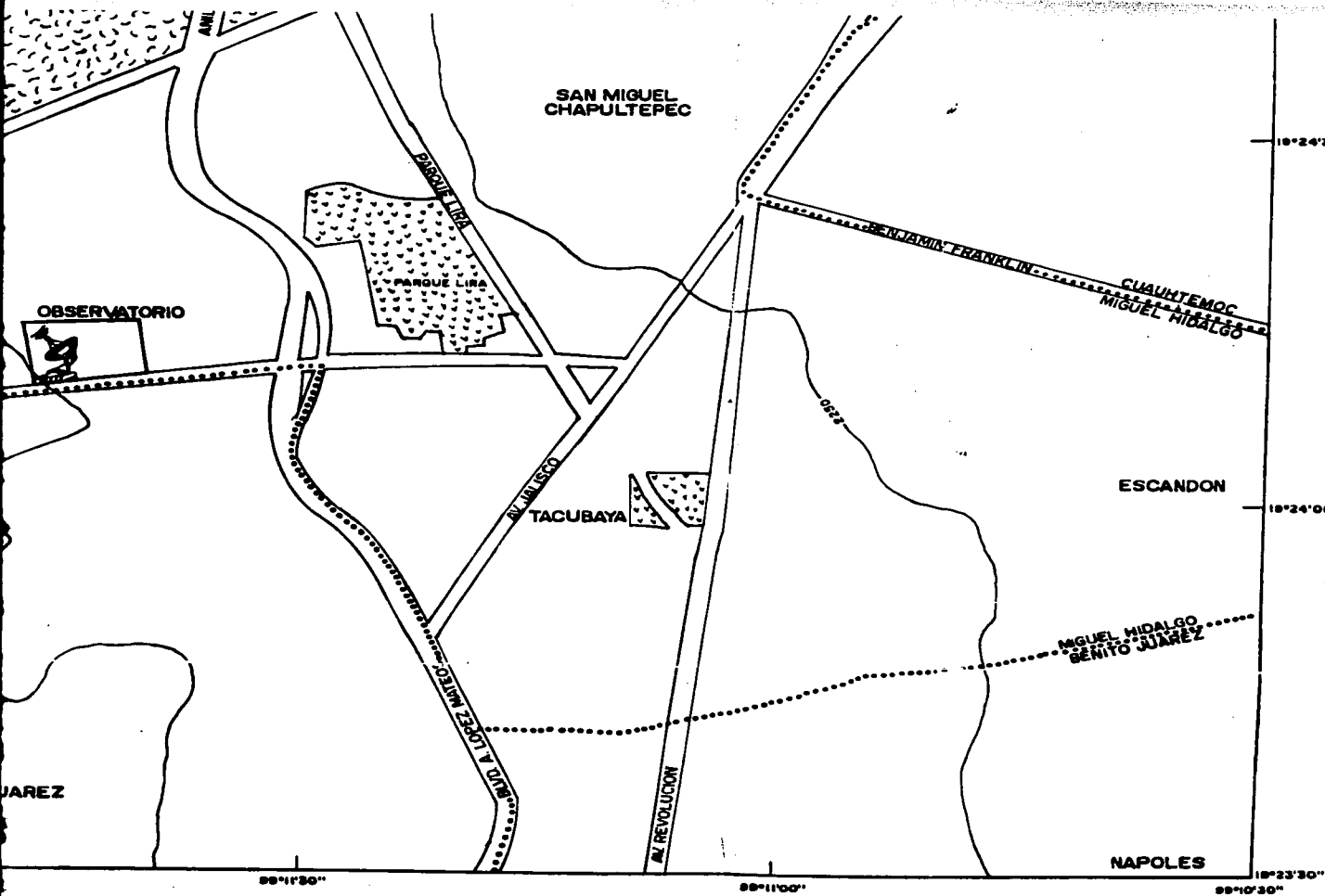


TACUBAYA









SIMBOLO

CUERPO DE AGUA _____
 CORRIENTE INTERMITENTE _____
 BOSQUE _____
 AREA VERDE _____
 LIMITE DELEGACIONAL _____

OBSERVATORIO METEOROLOGICO _____
 CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS _____
 DEPRESIONES _____

ESCALA



FUENTE: DEPARTAMENTO

CARTA HIDRO

Formó: Verónica Durán Carmona

SAN MIGUEL
HAPULTEPEC

SUBAYA

AN REVOLUCION

0022

ESCANDON

MIGUEL HIDALGO
SÉNITO JUÁREZ

NAPOLES

18°24'30"









18°24'00"

18°23'30"

89°11'00"

89°10'30"

SIMBOLOGIA

CUERPO DE AGUA	
CORRIENTE INTERMITENTE	
BOSQUE	
AREA VERDE	
LIMITE DELEGACIONAL	
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	
DEPRESIONES	

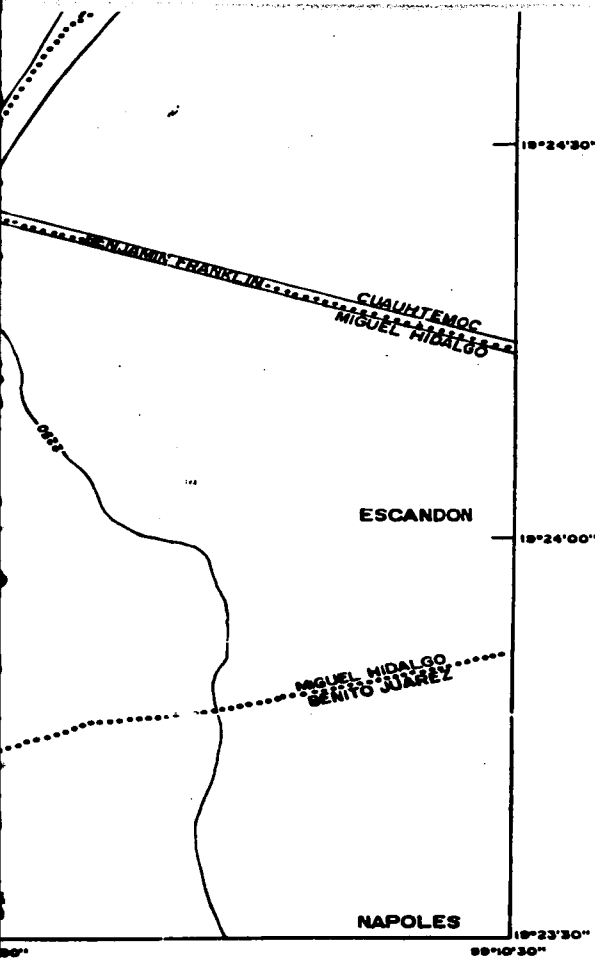
ESCALA 1:10,000



FUENTE: DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

CARTA HIDROLOGICA

Formó: Verónica Durán Cormanó



SIMBOLOGIA

CUERPO DE AGUA	
CORRIENTE INTERMITENTE	
BOSQUE	
AREA VERDE	
LIMITE DELEGACIONAL	
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	2250
DEPRESIONES	

ESCALA 1:10,000

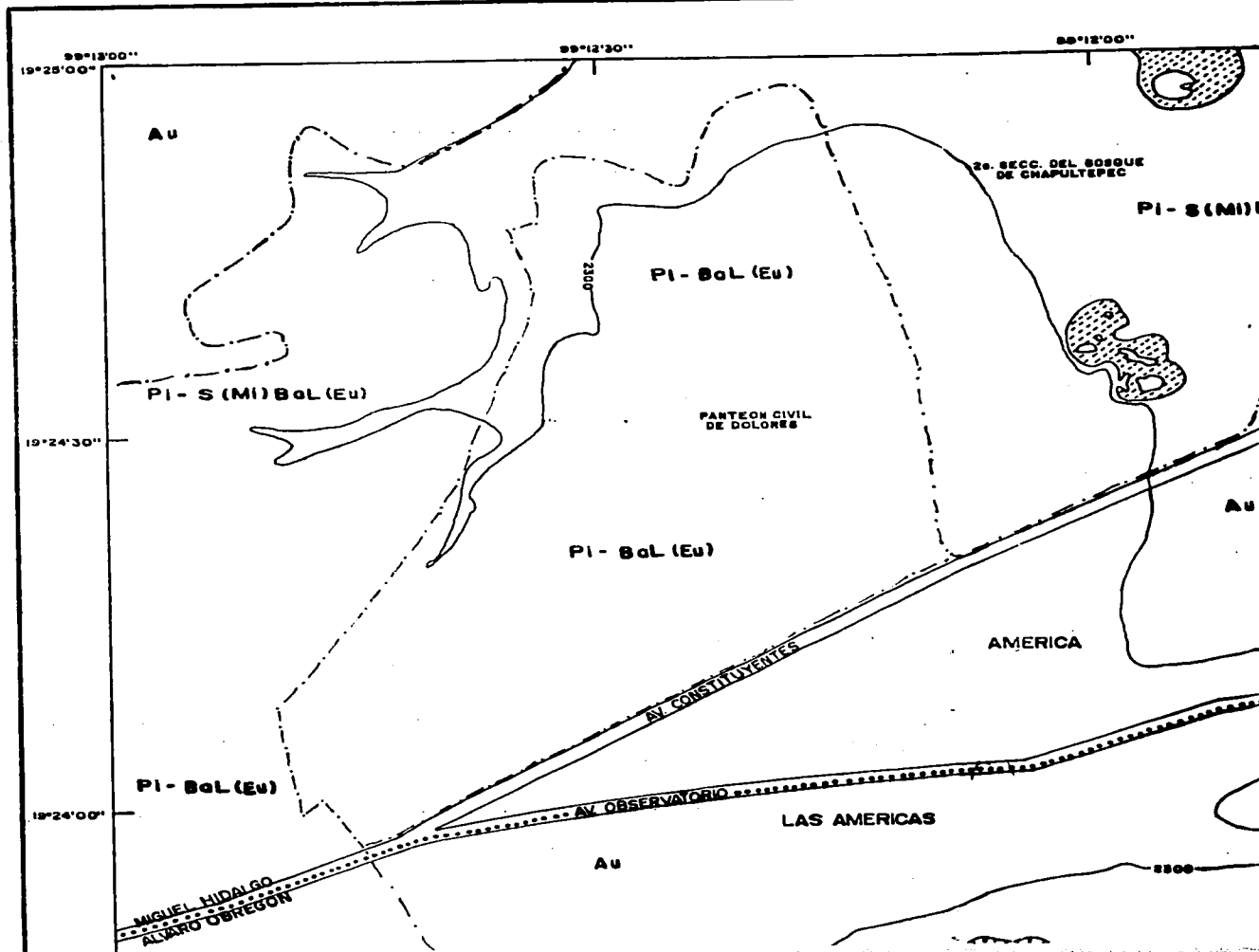


FUENTE: DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

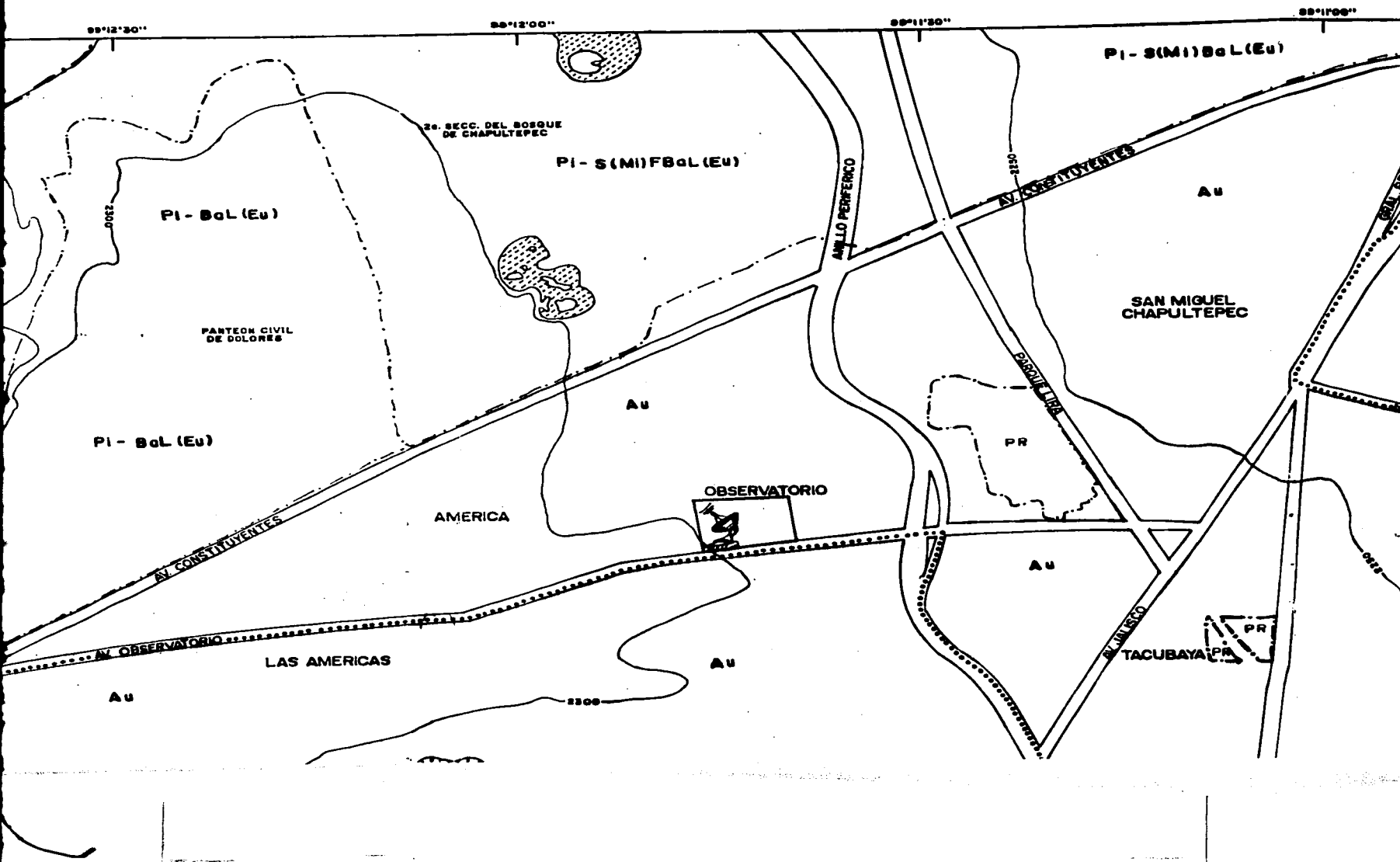
CARTA HIDROLOGICA

Formó: Verónica Durán Carmona

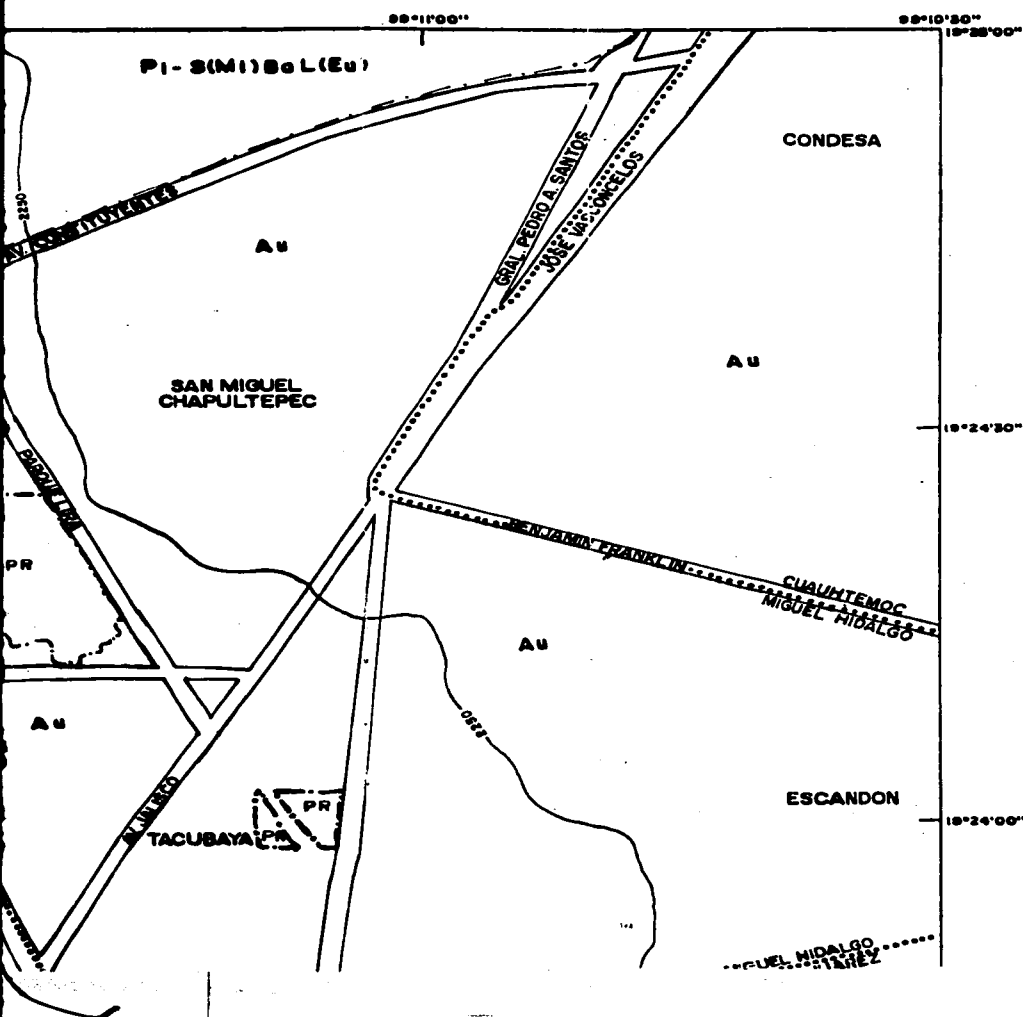
OBSERVATO



OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYTA



CO CENTRAL DE TACUBAYA

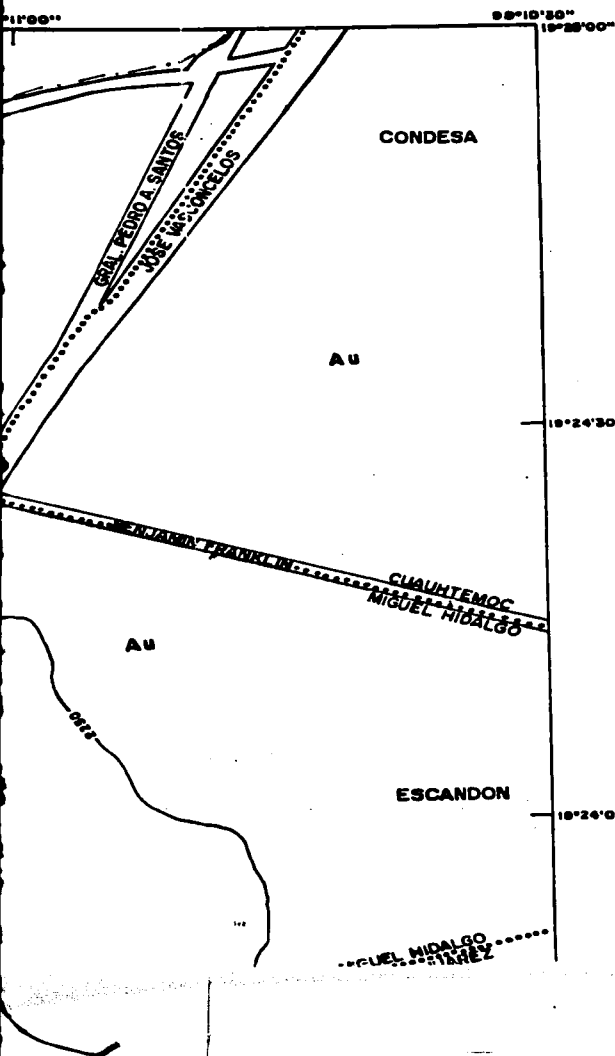


SIMBOLOGIA





USO PECUARIO	
Pi	PASTIZAL INDUCIDO
USO FORESTAL	
FBa	BOSQUE ARTIFICIAL
(Eu)	EUCALIPTO
(Mi)	ASOCIACIONES ESPECIALES DE VEGETACION
En	DESPROVISTO DE VEGETACION
AU	AREA ORGANIZADA
PR	PARGUE RECREATIVO
S	VEGETACION SECUNDARIA
L	LATIFOLIADAS
F	FUERTE
ZONA DE CONTACTO	_____
CUERPO DE AGUA	_____
DEPRESIONES	_____
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	_____ 2250
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	_____
LIMITE DELEGACIONAL	_____

ESCALA 1:10,000

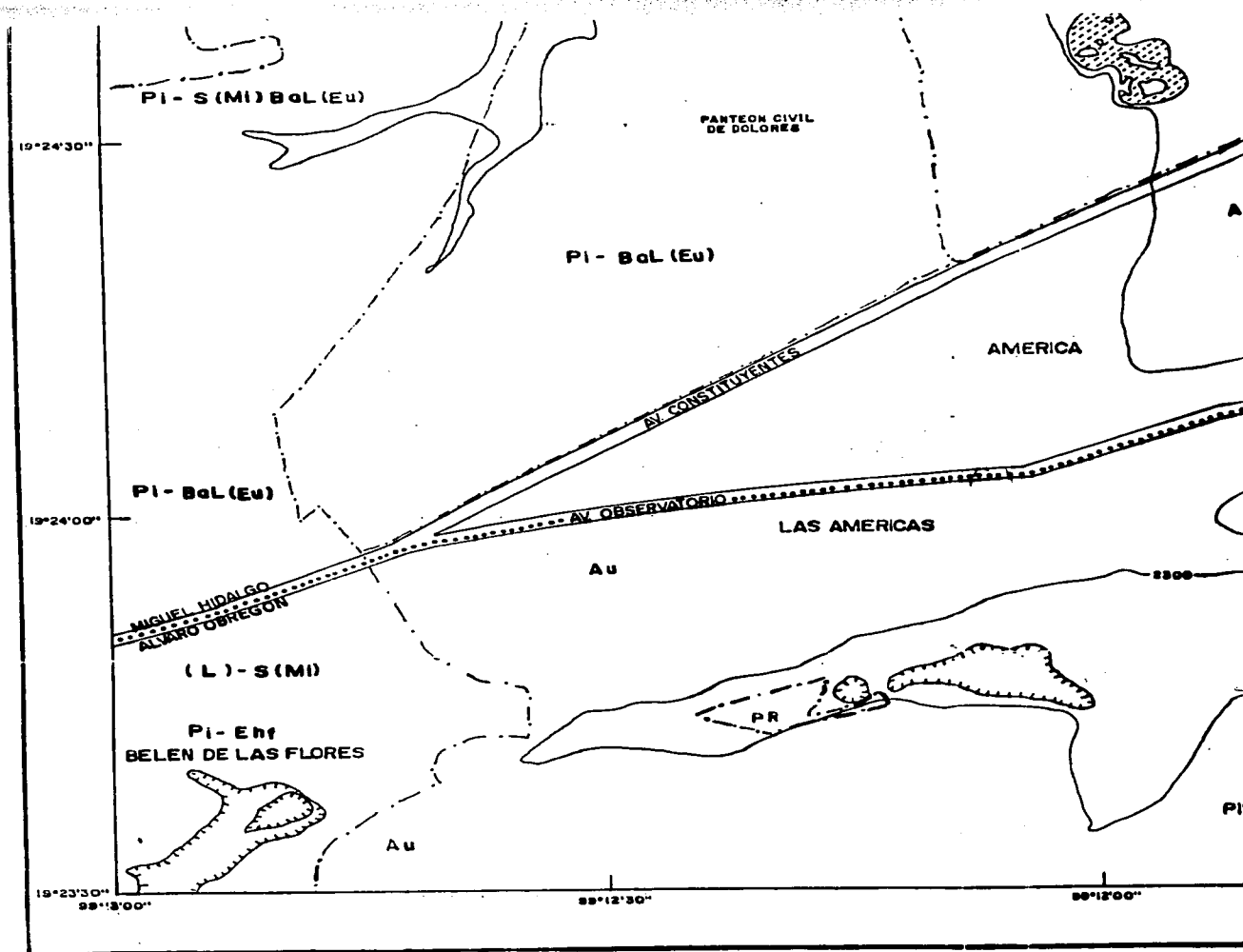
TACUBAYA

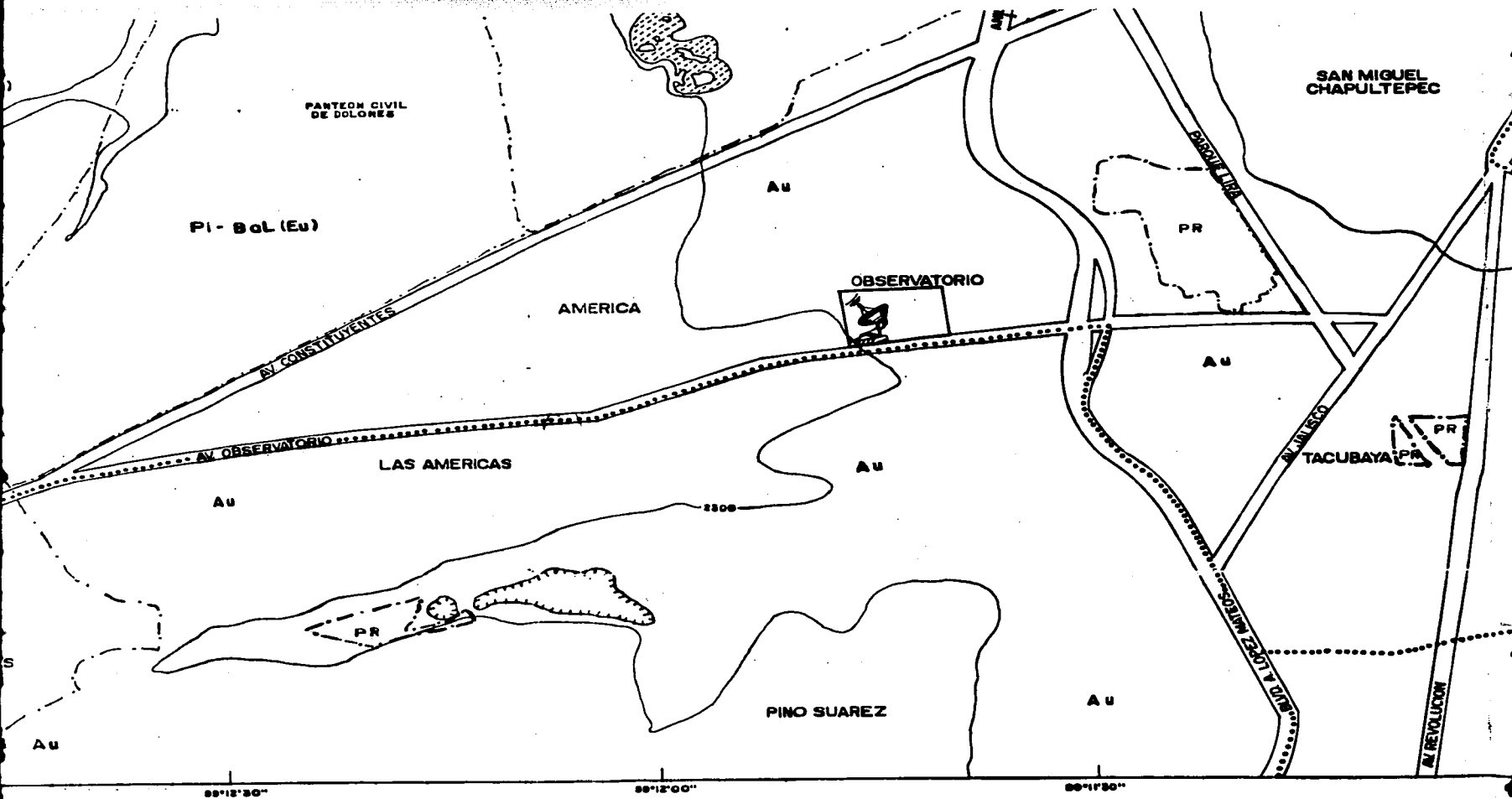


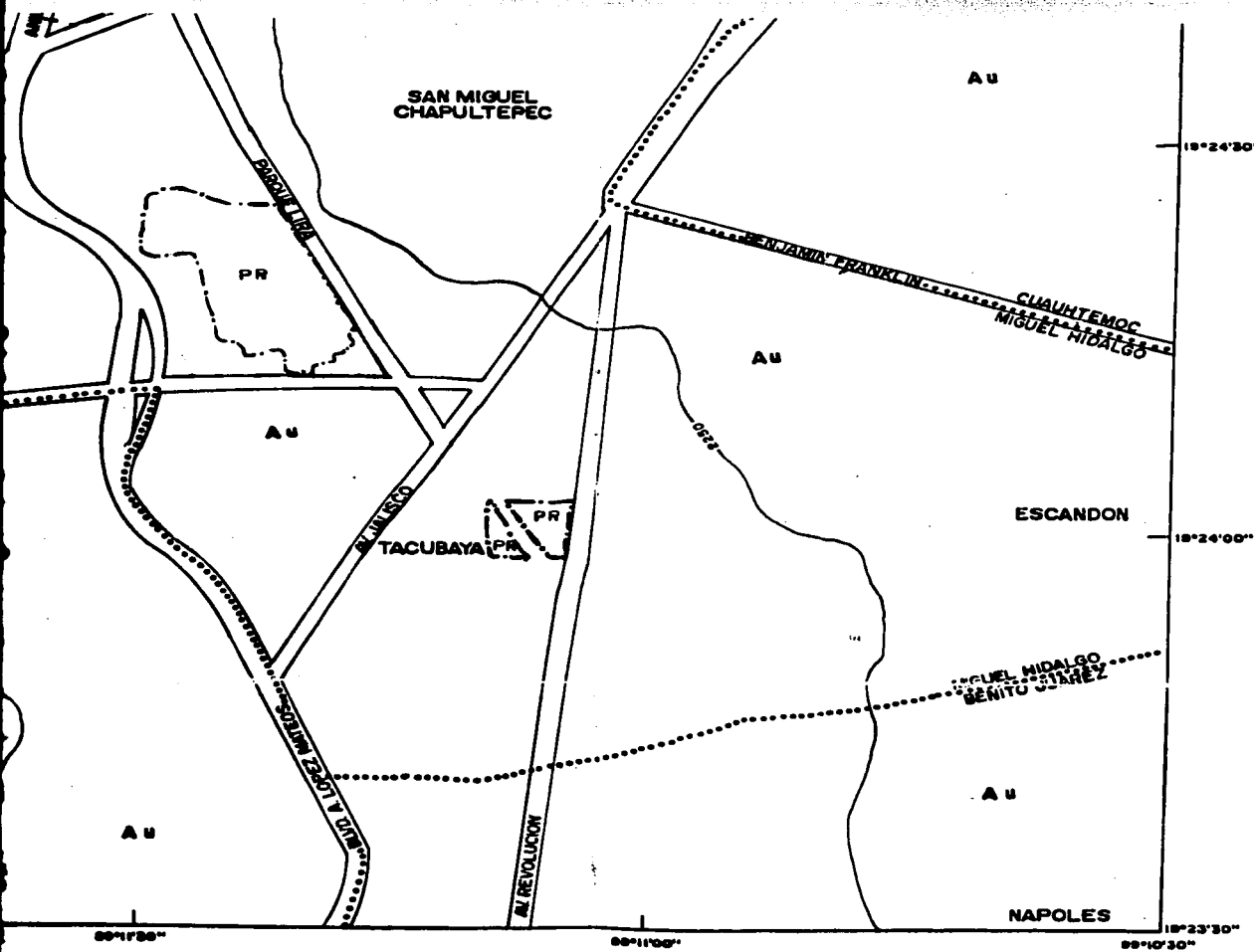
SIMBOLOGIA

USO PECUARIO	
Pi	PASTIZAL INDUCIDO
USO FORESTAL	
FBa	BOSQUE ARTIFICIAL
	S VEGETACION SECUNDARIA
	L LATIFOLIADAS
(Eu)	EUCALIPTO
ASOCIACIONES ESPECIALES DE VEGETACION	
(Mi)	MATORRAL IBERNE
DESPROVISTO DE VEGETACION	
Er	EROSION HIDRICA
	f FUERTE
AU	AREA URBANIZADA
PR	PARQUE RECREATIVO
ZONA DE CONTACTO _____	
CUERPO DE AGUA	_____ 
DEPRESIONES	_____ 
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	_____ 
OBSERVATORIO METEOROLOGICO	_____ 
LIMITE DELEGACIONAL	_____

ESCALA 1:10,000







- (Eu)** EUCALIPTO
- (M)** ASOCIACIONES ESPECIALES DE VEGETACION NATURAL INTERNE
- EN** DESPROVISTO DE VEGETACION EROSION HIDRICA
- AU** AREA URBANIZADA

ZONA DE CONTACTO _____

CUERPO DE AGUA _____

DEPRESIONES _____

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS _____

OBSERVATORIO METEOROLOGICO _____

LIMITE DELEGACIONAL _____

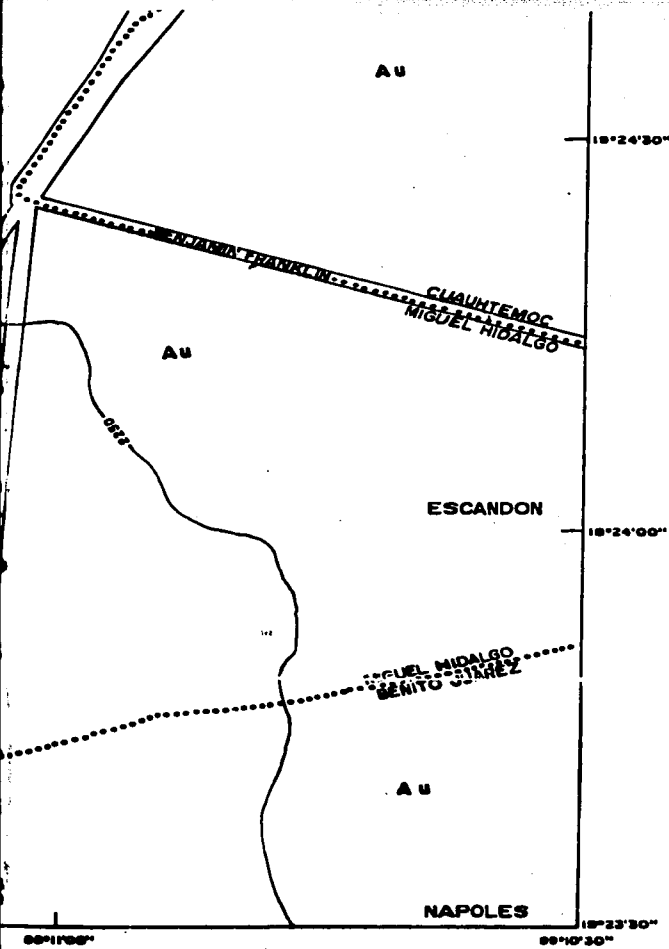
ESCALA 1:10,000



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA

CARTA DE USO DEL SUELO

Formó: Verónica Durán Carmona



Formó: Verónica Durán Carmona

(Eu)

EUCALIPTO

L LATIFOLIADAS

(Mi)

ASOCIACIONES ESPECIALES DE VEGETACION
MATORRAL INERME

EN

DESPREVISTO DE VEGETACION
EROSION HIDRICA

F FUERTE

AU

AREA URBANIZADA PR PARQUE RECREATIVO

ZONA DE CONTACTO _____

CUERPO DE AGUA _____

DEPRESIONES _____

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS _____



2250

OBSERVATORIO METEOROLOGICO _____

LIMITE DELEGACIONAL _____

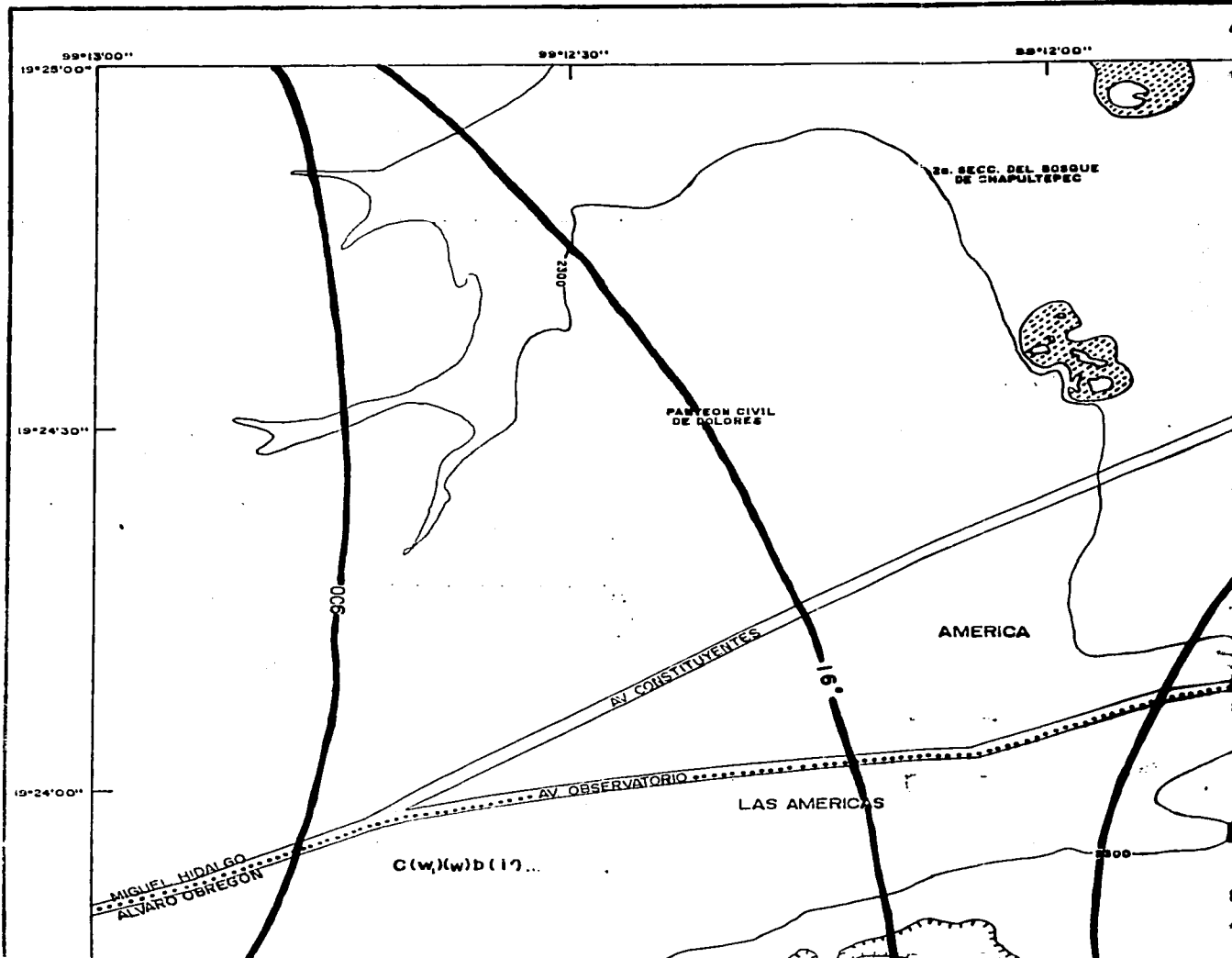
ESCALA 1:10,000



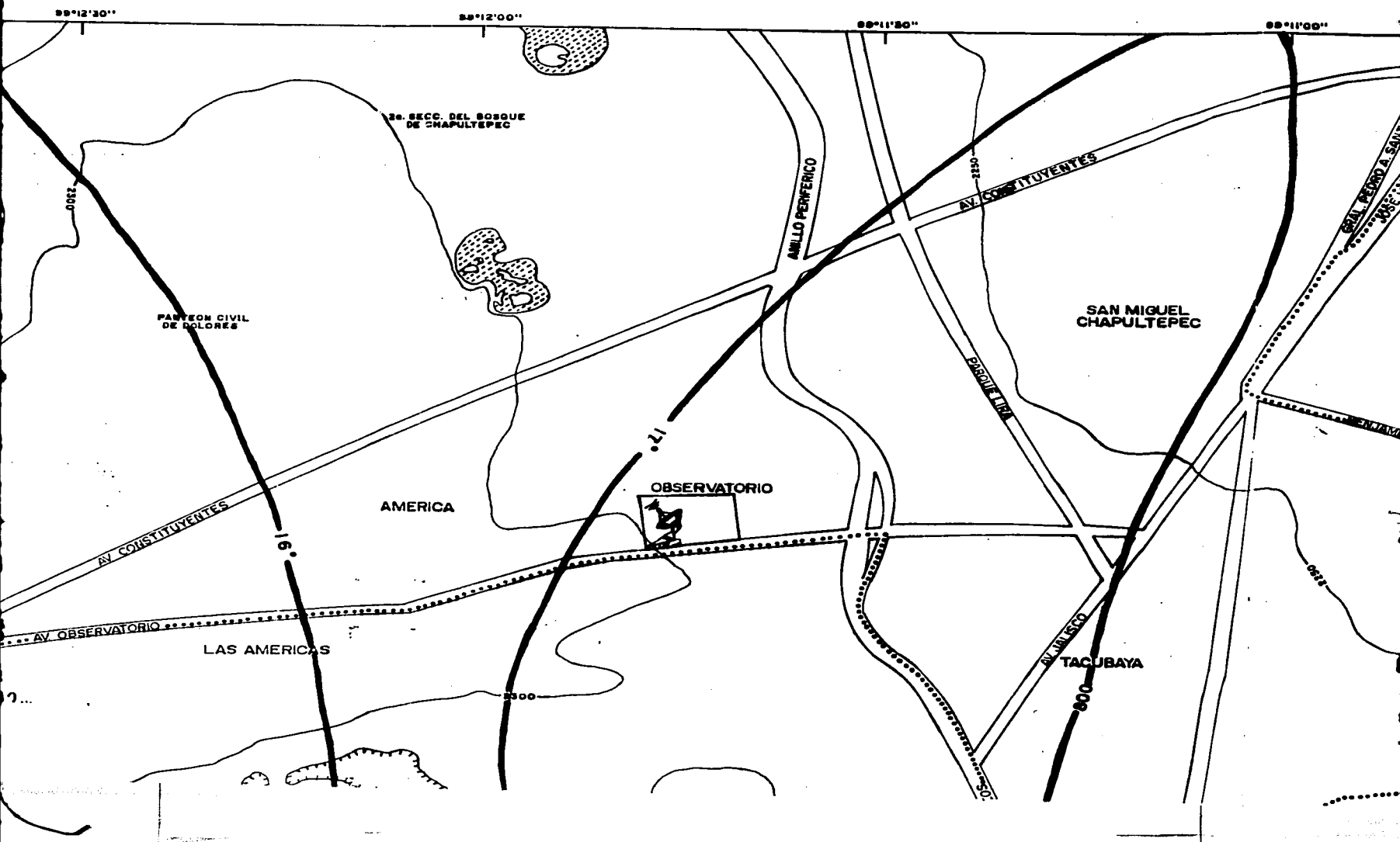
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA

CARTA DE USO DEL SUELO

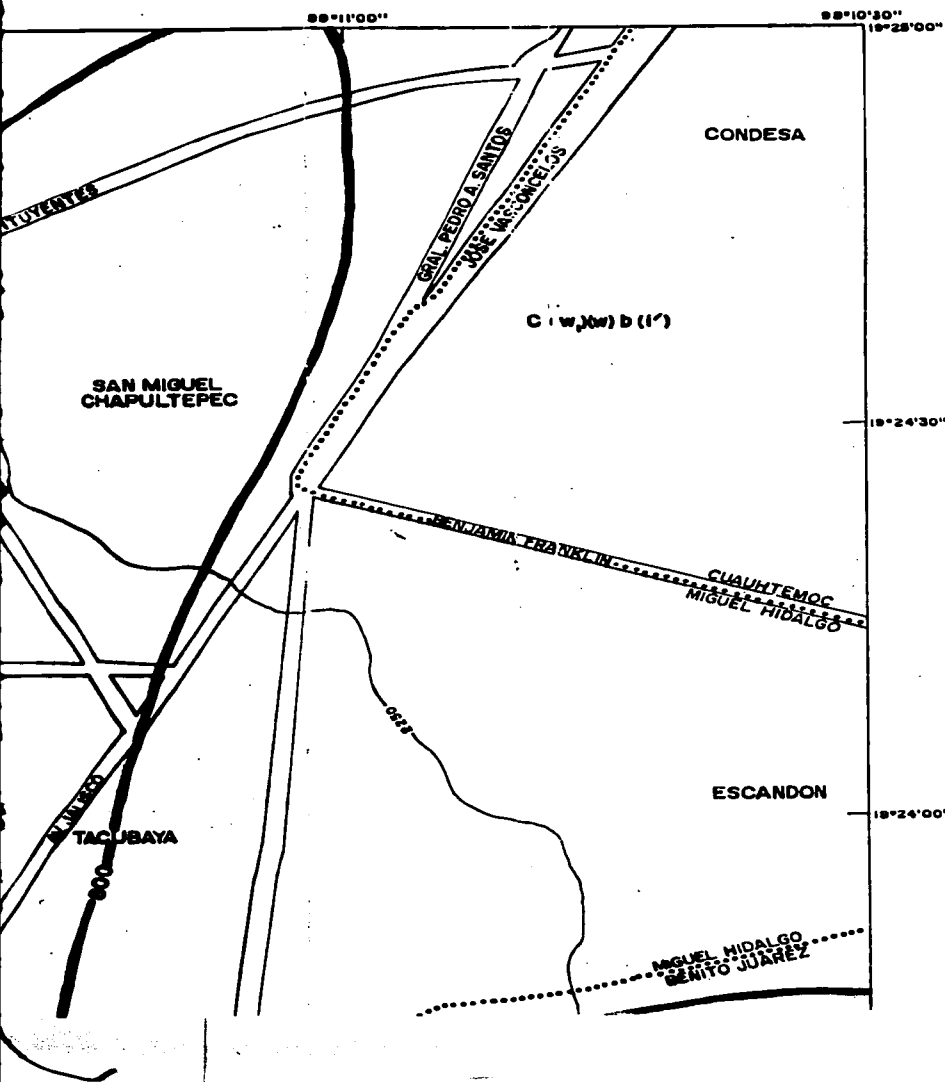
OBSERVATORIO



OBSERVATORIO METEOROLOGICO CENTRAL DE TACUBAYA



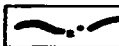
CENTRAL DE TACUBAYA



SIMBOLOGIA

(C(w, w) b (1))

CLIMA
TEMPERADO CON HUMEDAD INTERMEDIA.
LLUVIA DE VERANO E INVIERNAL MENOS AL 6%.
CON POCA OSCILACION ANUAL DE TEMPERATURA



ISOYERMAS (C°)



ISOYETAS (mm)

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES

2250

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS



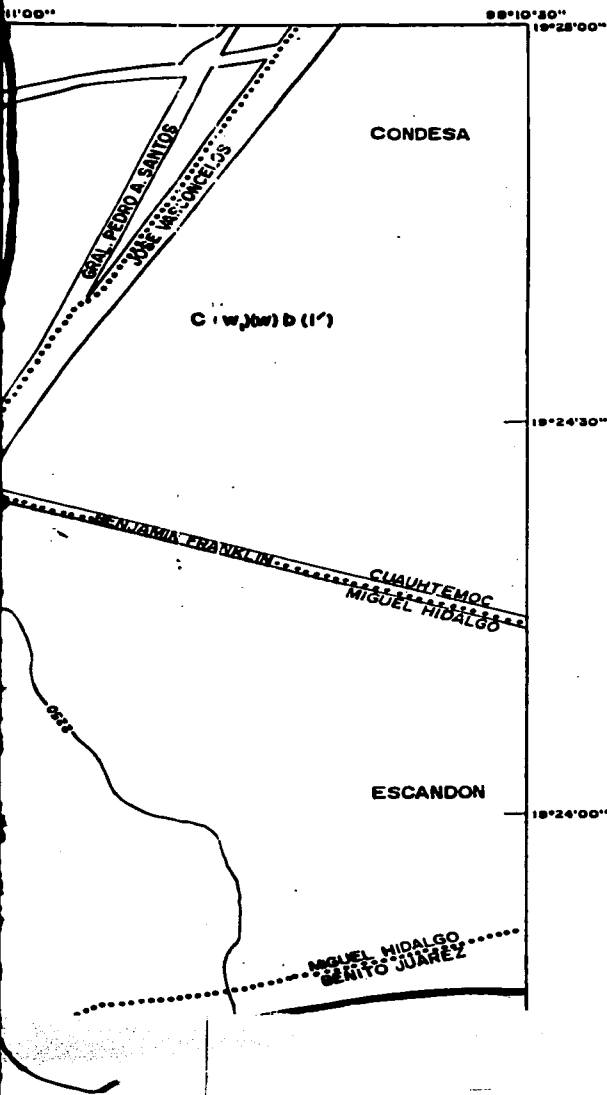
OBSERVATORIO METEOROLOGICO

LIMITE DELEGACIONAL

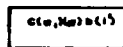
ESCALA 1:10,000



TACUBAYA



SIMBOLOGIA



CLIMA
TEMPERADO CON HUMEDAD INTERMEDIA.
LLUVIA DE VERANO E INVIERNAL MENOR AL 6%.
CON POCA OSCILACION ANUAL DE TEMPERATURA




ISOTERMAS (C°)



ISOHETAS (mm)

CUERPO DE AGUA 

DEPRESIONES 

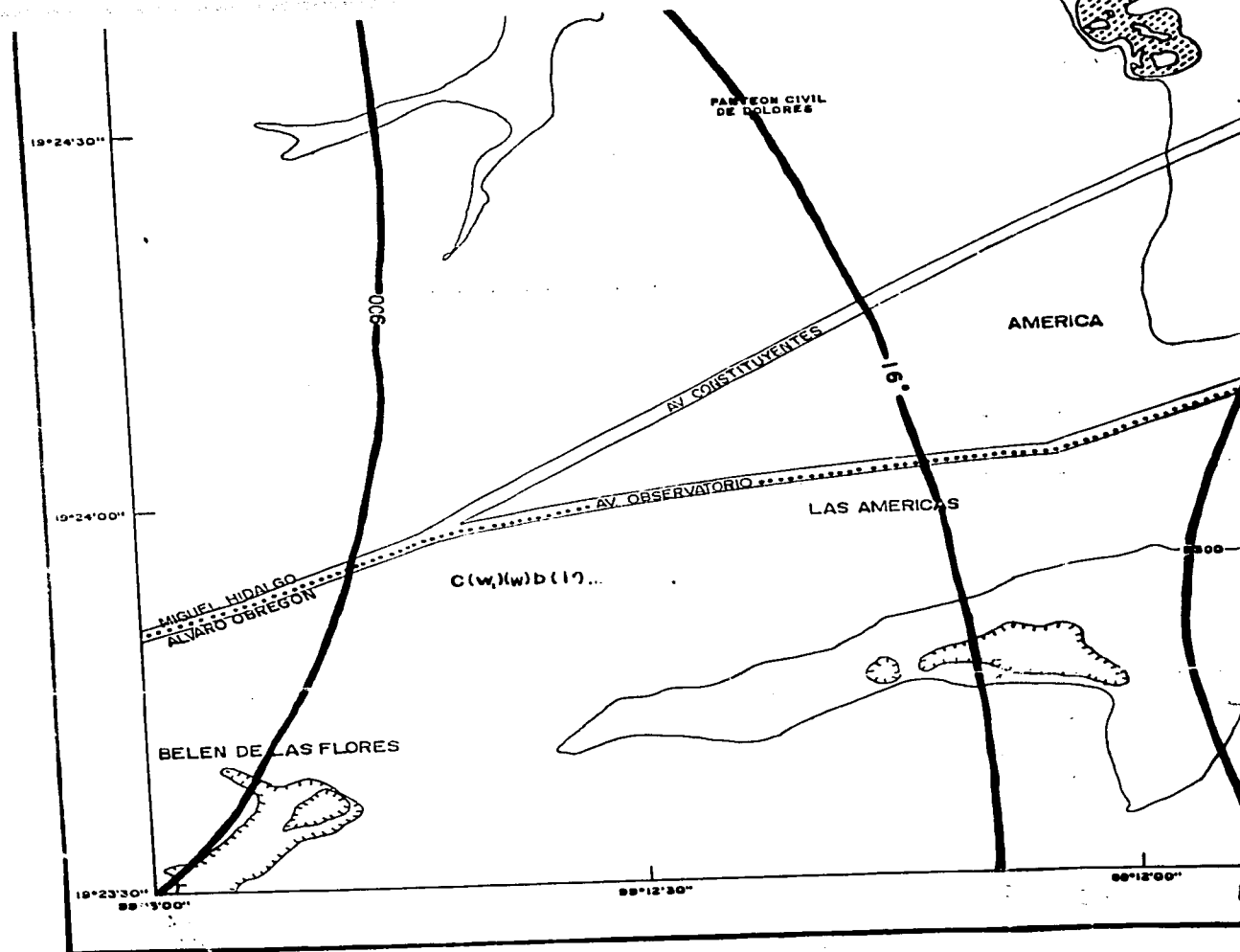
CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS 

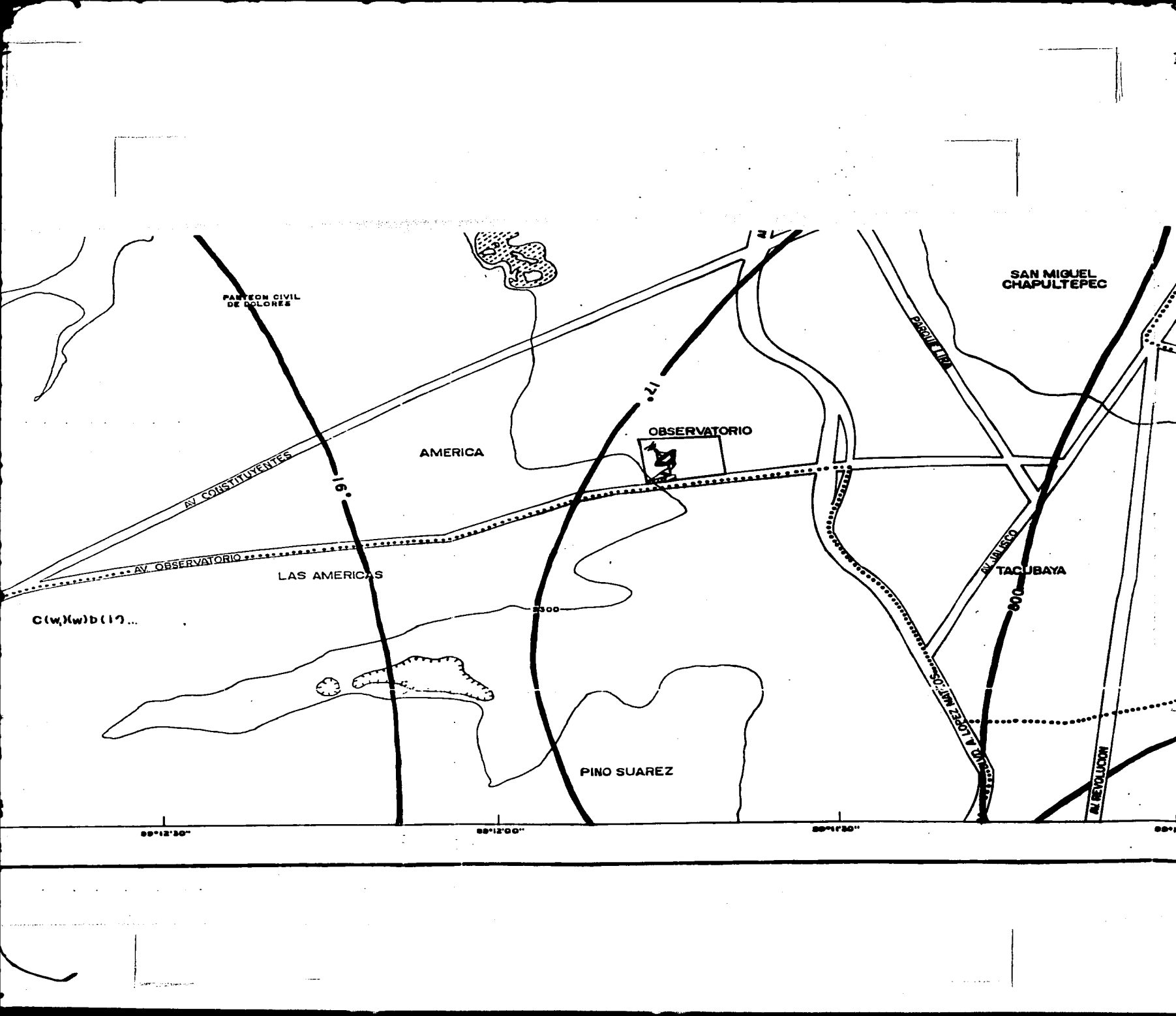
OBSERVATORIO METEOROLOGICO 

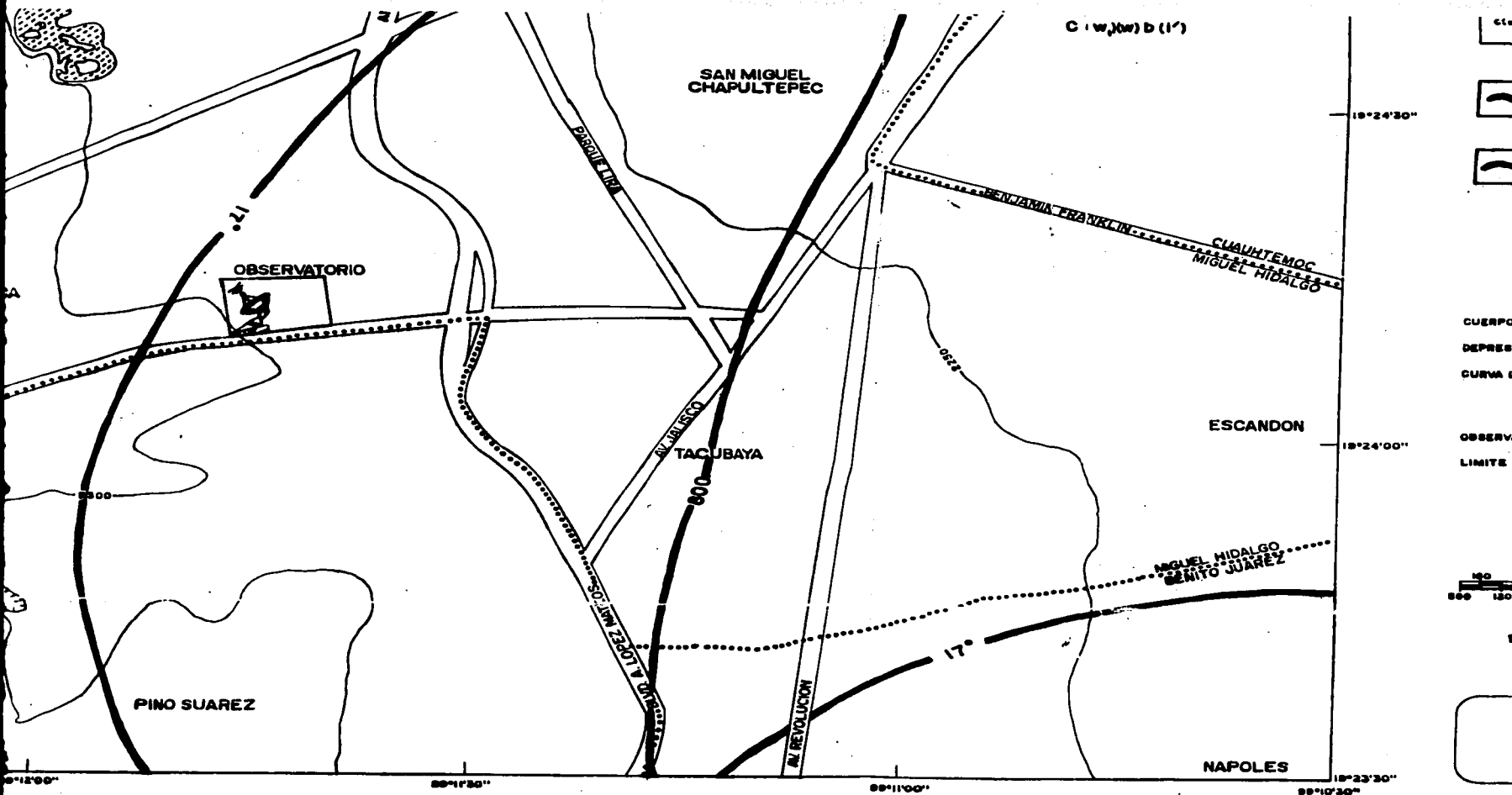
LIMITE DELEGACIONAL 

ESCALA 1:10,000









C (w) (w) D (1')

SAN MIGUEL
CHAPULTEPEC

OBSERVATORIO

ESCANDON

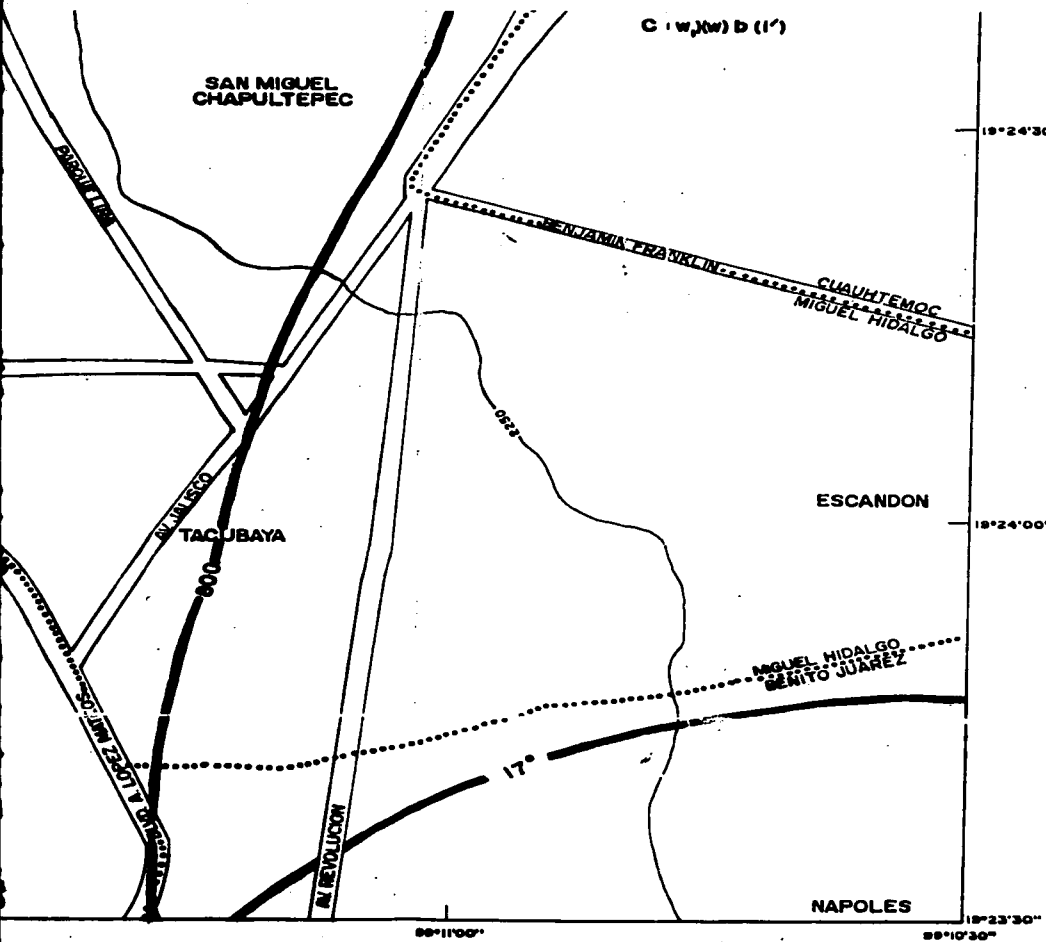
TACUBAYA

MIGUEL HIDALGO
BENITO JUAREZ

PINO SUAREZ

NAPOLES

Formo: Verónica Durán Carmona



C(w)(w) b (1')

CLIMA
TEMPERADO CON HUMEDAD INTERMEDIA.
LLUVIA DE VERANO E INVIERNAL MENOS AL 50%,
CON POCA OSCILACION ANUAL DE TEMPERATURA



ISOTERMAS (C°)



ISOHIETAS (mm)

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

2250



OBSERVATORIO METEOROLOGICO

LIMITE DELEGACIONAL

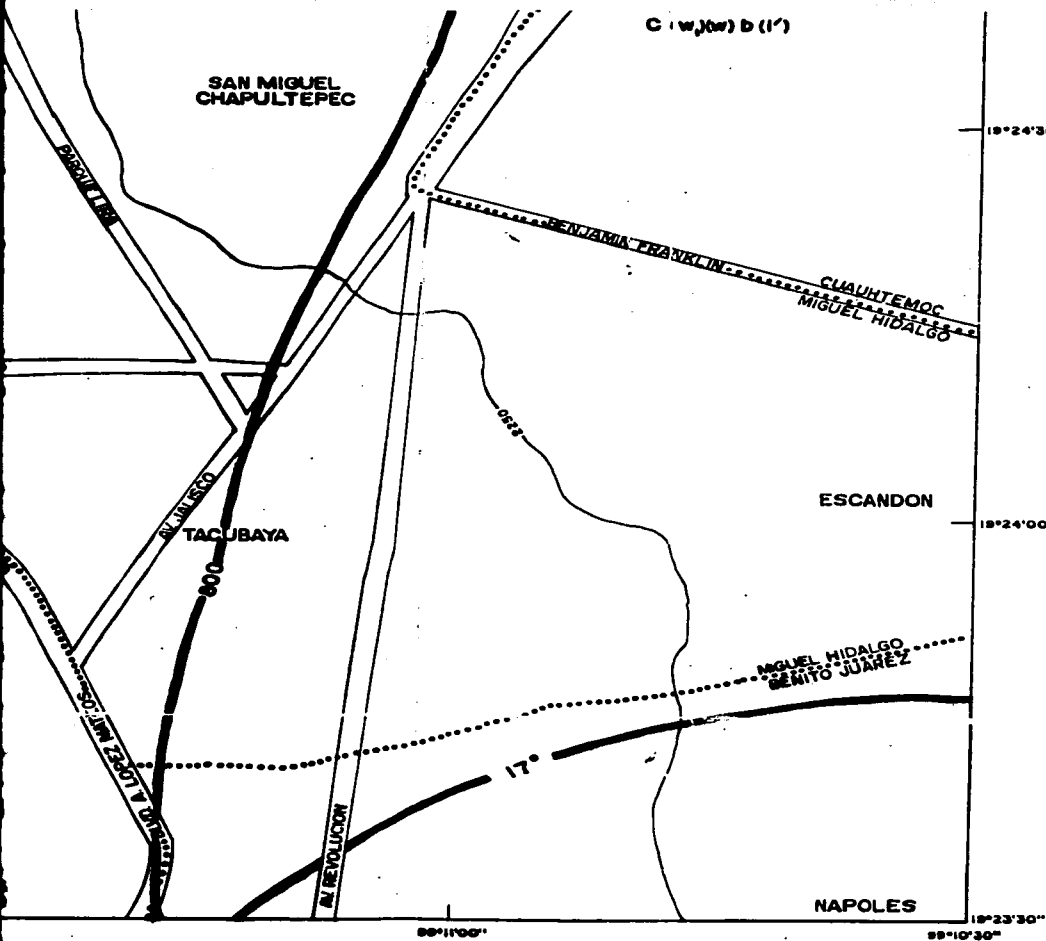
ESCALA 1:10,000



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA

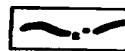
CARTA CLIMATICA

Formó: Verónica Durón Carmona



C (w, (w) b (17)

 TEMPLADO CON HUMEDAD INTERMEDIA,
 LLUVIA DE VERANO E INVIERNAL MENOR AL 5%,
 CON POCA OSCILACION ANUAL DE TEMPERATURA



ISOTERMAS (C°)



ISOHIETAS (mm)

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

2250



OBSERVATORIO METEOROLOGICO

LIMITE DELEGACIONAL



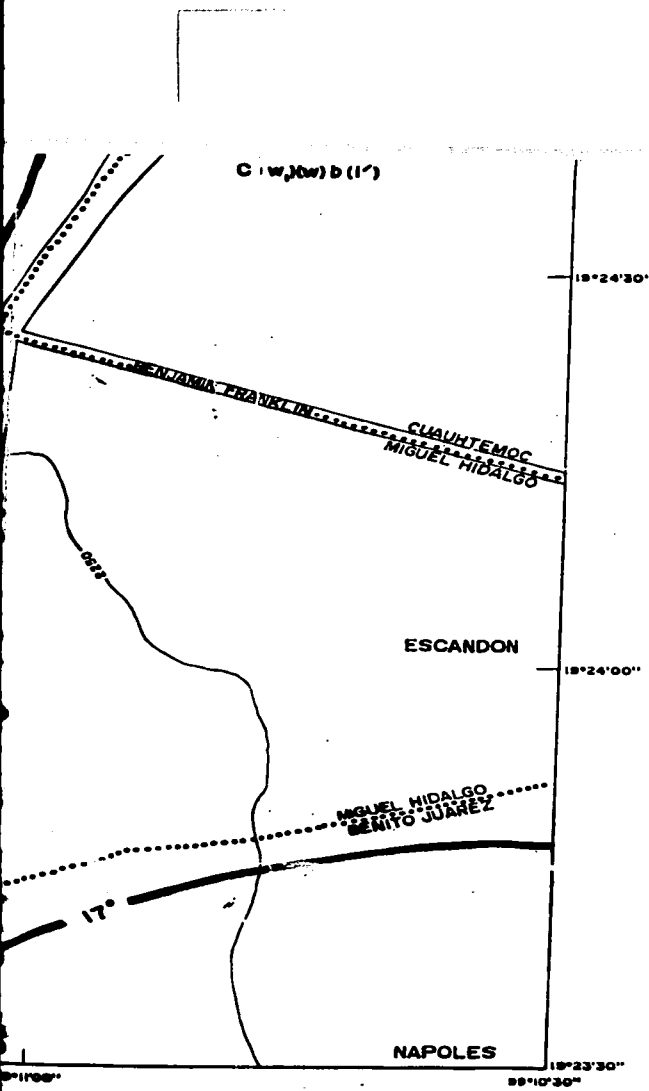
ESCALA 1:10,000



FUENTE INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
 GEOGRAFIA E INFORMÁTICA

CARTA CLIMATICA

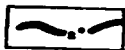
Formó: Verónica Durán Carranza



C (w, jow) b (1')

C (w, jow) b (1')

TEMPERADO CON HUMEDAD INTERMEDIA.
LLUVIA DE VERANO E INVERNAL MENOS AL 5%,
CON POCA OSCILACION ANUAL DE TEMPERATURA



ISO TERMAS (c°)



ISO VETAS (mm)

CUERPO DE AGUA



DEPRESIONES



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

2250

OBSERVATORIO METEOROLOGICO



LIMITE DELEGACIONAL



ESCALA 1:10,000



FUENTE INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA

CARTA CLIMATICA

Forma: Verónica Durán Carranza