

EL PRONÓSTICO DE VIENTOS PARA LAS COMPETENCIAS DE VELA DE LOS JUEGOS DE LA XIX OLIMPIADA.

SERGIO SERRA CASTELÁN *

RESUMEN

Los eventos de vela de los Juegos Olímpicos, celebrados en México en el mes de octubre de 1968, requirieron de la elaboración de un pronóstico adecuado de vientos en la zona de competencias.

En el presente trabajo se discuten los problemas técnicos que se presentan para elaborar un pronóstico meteorológico local, en un área tropical afectada por la brisa marina, la orografía y otros factores locales, en la cual, además, existe escasez de datos meteorológicos. Se presenta también la forma en que esos problemas técnicos fueron resueltos, asimismo la forma en que, con la colaboración de varias Secretarías de Estado, el problema de la escasez de datos y la carencia de equipo adecuado para hacer un pronóstico, usando las técnicas de la meteorología moderna, fue resuelto de una manera aceptable.

Una evaluación objetiva de la eficacia de los pronósticos fue realizada indicando un error promedio de un 16% en la dirección y un 8% en la intensidad de los vientos pronosticados; lo cual muestra una buena eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Para la celebración de los eventos de vela de los Juegos de la XIX Olimpiada, celebrados en el mes de octubre de 1968 en las cercanías del puerto de Acapulco, Gro., México, uno de los problemas técnicos que se presentó fue el del pronóstico del viento; este pronóstico, por tener un carácter muy específico, presenta una serie de dificultades aún no resueltas en su totalidad por la meteorología moderna; sin embargo, las bases de esa ciencia nos dan información sobre las técnicas que deben usarse para resolver el problema en forma parcial pero adecuada a las necesidades. En el presente trabajo se explica en qué consisten las dificultades técnicas y la forma en que fue atacado y resuelto el problema de una manera satisfactoria, tanto para los organizadores del evento como para los competidores.

* Instituto de Geofísica, UNAM. Contribución Secretaría de Marina.

EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA.

El pronóstico meteorológico, en general, para un área muy localizada reviste serios problemas para el meteorologista y cabe aclarar que uno de los parámetros más difíciles de pronosticar con exactitud es la dirección e intensidad del viento, debido, principalmente, a su gran variabilidad. En los trópicos el problema se agrava debido a que es una característica de la meteorología tropical el que los factores locales sean en ocasiones de mayor importancia que los factores sinópticos, como ha sido mencionado en varios textos y artículos de meteorología tropical [Riehl, 1954; Laseur, 1963]. En Acapulco la brisa marina y la orografía parecen ser los factores locales más importantes.

Otro problema fue la escasez de datos; en Acapulco existen dos estaciones meteorológicas, pero ambas en el aeropuerto, distante del centro de la ciudad aproximadamente 30 Km., y por lo tanto a una distancia relativamente grande de las áreas de las competencias (ver figura 1). Los vientos, en superficie, y en la altura, observados en las estaciones meteorológicas pueden diferir bastante de los vientos observados en las áreas de las competencias, como lo demuestra claramente el fracaso de los pronósticos para las áreas de competencias durante la III Semana Deportiva, de octubre de 1967, hechos por una compañía privada que se dedica a hacer pronósticos aeronáuticos y de terminales.

Se puede resumir el planteamiento del problema en la siguiente forma: realizar pronósticos diarios de viento para un área marítima cerca de la costa, en una región tropical, donde existe carencia de datos.

PASOS QUE SE TOMARON PARA RESOLVER EL PROBLEMA

Como primer paso para atacar el problema se presentó un proyecto a la Delegación para Acapulco del Comité Organizador de los Juegos de la XIX Olimpiada; en dicho proyecto, en esencia, se hicieron ver las necesidades y las soluciones que se podrían lograr mediante la cooperación de varias Secretarías de Estado.

Para enfocar correctamente el problema, se le presentó como uno cuya solución requiere un conocimiento de los fenómenos de la escala sinóptica y su desarrollo, así como un conocimiento de la situación local.

Como resultado de las proposiciones hechas en el proyecto referido, se obtuvo para poder conocer los fenómenos sinópticos y su desarrollo, lo siguiente:

- a) Personal técnico adecuado y un radio-teletipo por medio del cual se recibió la secuencia meteorológica que Miami envía cada 6 horas. Este personal y el teletipo fueron proporcionados por la Comisión de Tele-

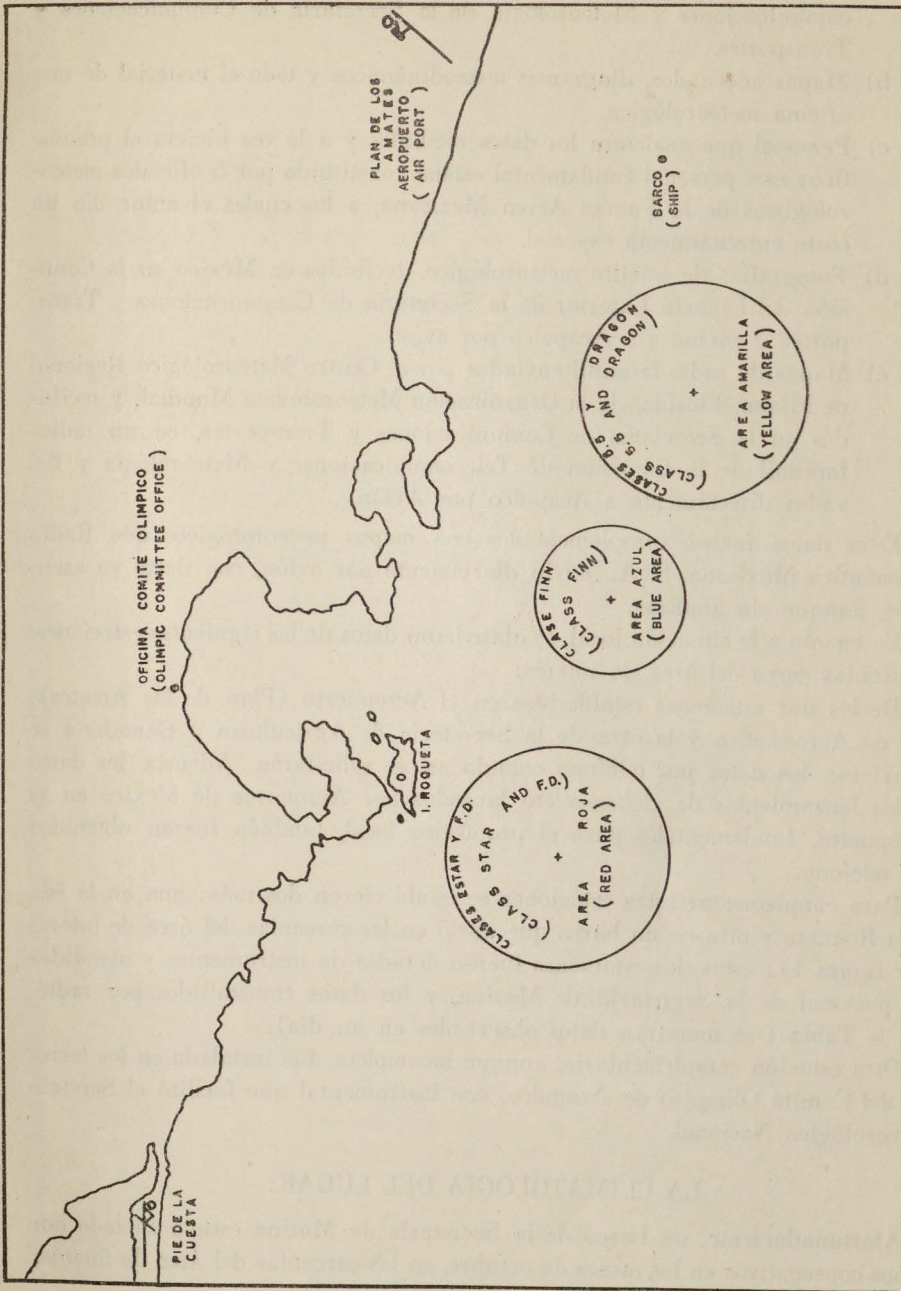


Fig. 1. Mapa local de Acapulco mostrando las áreas de competencias y la localización de las estaciones meteorológicas;

- comunicaciones y Meteorología de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- b) Mapas adecuados, diagramas termodinámicos y todo el material de una oficina meteorológica.
 - c) Personal que analizara los datos recibidos y a la vez hiciera el pronóstico; este personal fundamental estaba constituido por 5 oficiales meteorologistas de la Fuerza Aérea Mexicana, a los cuales el autor dio un corto entrenamiento especial.
 - d) Fotografías de satélite meteorológico, recibidas en México en la Comisión del Espacio Exterior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y enviadas a Acapulco por avión.
 - e) Mapas de radio-facsimil enviados por el Centro Meteorológico Regional de Miami, Florida, de la Organización Meteorológica Mundial, y recibidos en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en un radio-facsimil de la Comisión de Telecomunicaciones y Meteorología y llevados directamente a Acapulco por Avión.

Estos datos fueron complementados con mapas meteorológicos que Radio Aeronáutica Mexicana, S. A., envió diariamente por avión, con datos ya asentados, aunque sin analizar.

En cuanto a la situación local, se obtuvieron datos de las siguientes estaciones, localizadas cerca del área de interés:

De las dos estaciones establecidas en el Aeropuerto (Plan de los Amates), una de Aeronáutica y la otra de la Secretaría de Agricultura y Ganadería se obtuvieron los datos por teléfono cuando así se solicitaron. Además, los datos de los lanzamientos de globos-piloto lanzados por Aeronaves de México en el Aeropuerto, fundamentales para el pronóstico local, también fueron obtenidos por teléfono.

Para complementar estas estaciones se establecieron dos más: una en la isla de la Roqueta y otra en un barco que ancló en las cercanías del área de interés (ver figura 1); estas dos estaciones fueron dotadas de instrumentos y atendidas por personal de la Secretaría de Marina, y los datos transmitidos por radio. (En la Tabla I se muestran datos observados en un día).

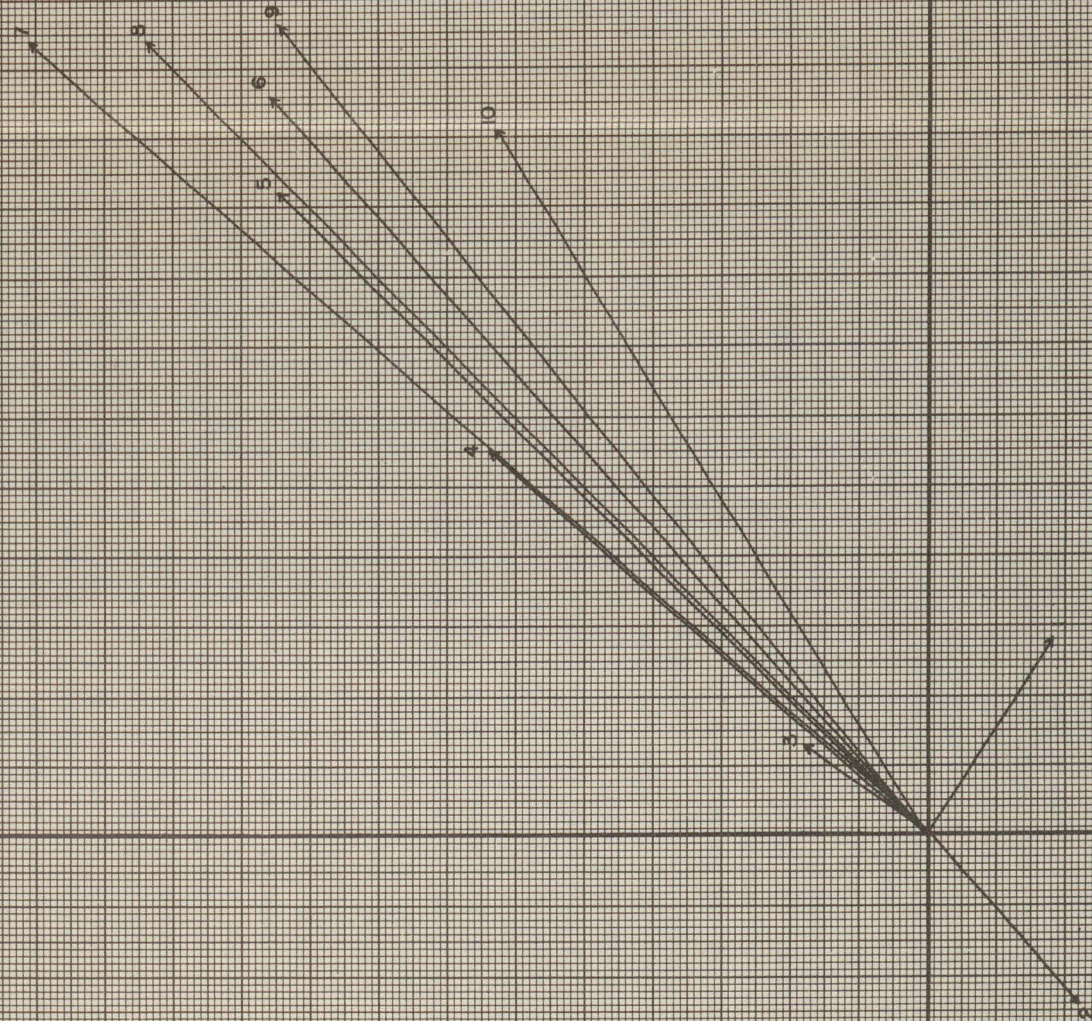
Otra estación complementaria, aunque incompleta, fue instalada en los terrenos del Comité Olímpico de Acapulco, con instrumental que facilitó el Servicio Meteorológico Nacional.

LA CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR:

Afortunadamente, un barco de la Secretaría de Marina estuvo anclado por 9 años consecutivos en los meses de octubre, en las cercanías del área de interés;

PROMEDIO DE VIENTOS DURANTE EL MES DE OCTUBRE
ACAPULCO GRO. MEXICO

N



09 HORAS

- 2:10
- 3:11
- 4:12
- 5:13
- 6:14
- 7:15
- 8:16
- 9:17
- 0:18

ESCALA: 5 cms. = 1 m/seg.

OBSERVACIONES DE:
1956 A 1957

W

E

S

FIG. N°2

a bordo del barco se realizaron observaciones horarias de las 9:00 a las 18:00 horas y las del viento fueron procesadas; el promedio horario obtenido se encuentra en la figura 2. Como se puede apreciar en esta figura a las 9:00 horas de la mañana hay, en promedio, vientos del NW, lo cual se puede explicar como un efecto de la brisa de tierra, misma que, teóricamente, se puede esperar sea más débil a las 10:00 horas; de allí que a esa hora el promedio sea del NE, ya que los disturbios tropicales que afectan al área traenvientos del E, así el promedio nos da vientos del NE. Después de las 11:00 horas vemos que hay vientos del SSW, teniendo la tendencia general de girar hacia el WSW y de tener máxima intensidad de las 15:00 a las 16:00 horas.

Este panorama que nos presentan los vientos promedios, durante las horas que corresponden a la brisa marina, de acuerdo a Defant [1951], está acorde con la situación clásica que se ha explicado teóricamente como un efecto de la fuerza de Coriolis, Hess por ejemplo, [1958] y que consiste en un giro de los vientos hacia la derecha en el hemisferio norte. La circulación observada es provocada inicialmente por el calentamiento diferencial tierra-mar, originando en las primeras horas de brisa un viento perpendicular a la línea de costa, el cual es inicialmente débil, pero que, al aumentar el calentamiento diurno y, por consiguiente, la baroclinicidad, se va intensificando al mismo tiempo que el vector del viento se va desviando hacia la derecha hasta llegar a la dirección ENE (del WSW). Por tratarse de un región tropical ($16^{\circ} 50' N$), la brisa tiende a ser más intensa que en regiones extratropicales, como ha sido reportado en la literatura [Estoque, 1961].

Las montañas, que se encuentran cerca de la línea de costa y con una orientación NW-SE, favorecen la deflección observada.

Podemos ver que los resultados del estudio climatológico, salvo raras excepciones, nos dan una idea bastante acorde con la teoría de las brisas y también nos indican que en el promedio de circulación local producida por la baroclinicidad, efecto de la diferencia de calentamiento mar-tierra, de acuerdo al teorema de la circulación, y el efecto de la orografía del lugar son los efectos dominantes de la circulación local de Acapulco. Sin embargo, las anomalías que se presentan en el estudio climatológico nos revelan la presencia de perturbaciones que modifican la circulación local, la presencia de las cuales nos indica que la forma de resolver el problema del pronóstico de vientos es conocer la circulación local y pronosticar en qué grado y forma la van a afectar los fenómenos sinópticos cercanos al área. Esto implica que hay que realizar un pronóstico de los fenómenos sinópticos para poder hacer un pronóstico local.

REGISTRO DE OBSERVACIONES METEOROLOGICAS 15 de Octubre 1968

LA ROQUETA.

H O R A S		9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Cantidad de cielo cubierto en décimos		7/10	7/10	8/10	8/10	7/10	7/10	8/10	10/10	10/10
T Bajas/Movimiento							4-5-6	6-5-6	4-5-8	7-5-6
O I Medias/Movimiento		1-3-0								1-3-0
D P Altas/Movimiento		5-1-0	6-1-0	7-1-0	7-1-0	6-1-0		1-1-0	4-1-0	1-1-0
O Desarrollo vertical/movimiento		1-2-0	1-2-0	1-2-0	1-2-0	1-2-0	1-3-0	1-9-0	2-9-0	1-9-0
S		7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
PRESION en milibarios (sin corregir)		998	998	998	998	996	994	994	994	994
V I E N T O		W-6	W-4	W-4	W-12	W-18	W-14	W-14	W-10	W-10
Dirección/Fuerza										
TEMPERATURA en °C.		27.2	27.7	28.8	28.8	29	30	29.4	29.4	28.3
PUNTO DE ROCÍO en °C.										
TEMPERATURA DEL MAR en °C.										
VISIBILIDAD en millas		10	10	10	15 +	15	15 +	15 +	15 +	15 +
PRECIPITACIÓN desde la observación anterior										
ESTADO DEL TIEMPO										
ESTADO DEL MAR										
CORRIENTES MARINAS:										
Dirección/Fuerza										
N O T A S :		(9:00 algunos SC) (10:00 algunos SC)		(11:00 algunos SC)		(12:00 algunos SC)				

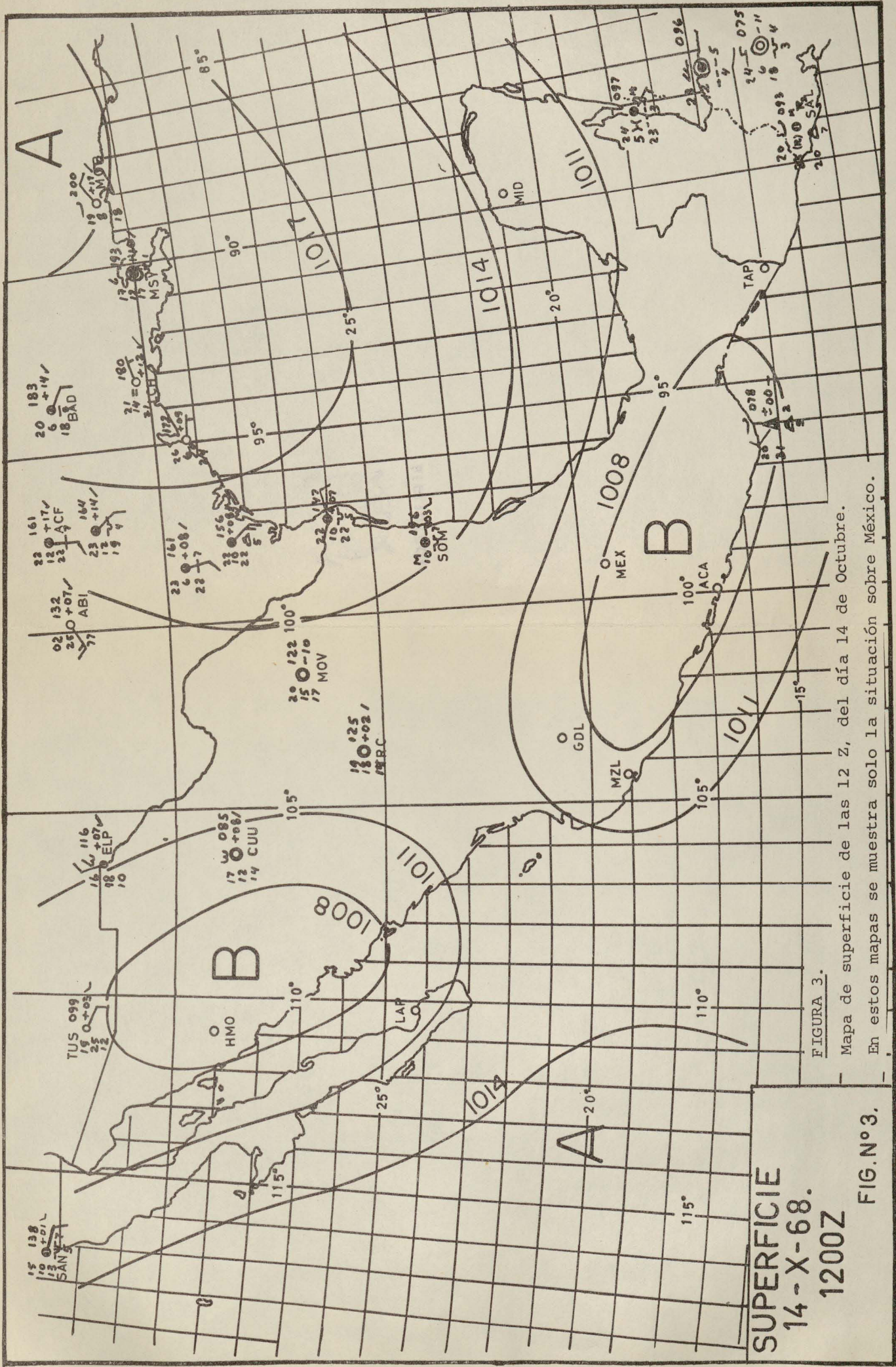


FIGURA 3.

Mapa de superficie de las 12 Z, del día 14 de Octubre.
En estos mapas se muestra solo la situación sobre México.

FIG. N°3.

LOS REPORTES DEL GLOBO PILOTO Y SU IMPORTANCIA

Los datos sinópticos, secuencias de teletipo, fotos de satélite y mapas de facsímil, frecuentemente no estaban todos disponibles a la hora de hacer el pronóstico; en esas ocasiones los reportes oportunos del globo piloto fueron de gran ayuda, ya que de ellos se obtuvo una buena indicación sobre la profundidad e intensidad de la circulación local y también de la penetración de algunos sistemas sinópticos, y además, usando el concepto del viento térmico, se pudo determinar qué vientos corresponderían en la superficie al fenómeno indicado por los vientos superiores y así obtener una conclusión sobre en qué grado los vientos locales serían afectados. De allí se puede concluir que, en los lugares donde se requiere un pronóstico local adecuado, una ayuda muy grande puede ser obtenida si se usan adecuadamente los datos de las observaciones de un globo piloto en la localidad, sobre todo cuando se trata de hacer pronósticos en las regiones tropicales, en donde la brisa marítima tiene un efecto importante.

LA SITUACION SINOPTICA EN LOS DIAS DE COMPETENCIA Y SU EFECTO EN LA CIRCULACION LOCAL

Debido a la importancia que los fenómenos de escala sinóptica tienen para el presente caso, se ha considerado que es necesario dar un resumen de la situación sinóptica en los días de competencia, tal como fue revelada por los métodos que se han descrito.

Las competencias se iniciaron el día 14 de octubre, aunque el servicio de pronósticos diarios se inició con anterioridad. El día 14 de octubre había sobre el área de interés una zona de baja presión, poco profunda en la atmósfera, con tendencia, sin embargo, a intensificarse. Esta zona de baja presión se puede identificar en la figura número 3, que es el mapa de superficie de las 12Z horas (6 horas tiempo local). En los niveles superiores el área de interés estaba localizada en el extremo sur de un sistema de alta, como lo indica el mapa de 500 mb., de las 12Z horas, (figura número 4), lo cual indica una tendencia a la intensificación. Esta intensificación se observó en los días subsiguientes.

Esta circulación de baja presión propició una intensificación de los vientos, ya que al efecto local del viento del SW en las horas de competencias se sumó el viento del W debido a circulación propia de la baja, dando por resultado vientos del W y NW en las primeras horas del día, girando hacia el WSW hacia las 12:00 horas y estableciéndose finalmente en las horas de la tarde del W; pero su intensidad fue más grande de lo que el promedio climatológico indica (ver Tabla I). Esta baja llegó a su máxima intensidad el 15 de octubre y después

empezó a disminuir en intensidad. Los reportes del globo piloto nos indican que la circulación de esta baja era la dominante y, de acuerdo al pronóstico del comportamiento de la baja, los pronósticos fueron elaborados.

El día 16 los vientos empezaron a disminuir, pero todavía fueron afectados por la baja. El 17 los vientos fueron casi los que corresponden al promedio

TABLA II.

COMPARACIÓN DE VIENTOS PROMEDIOS OBSERVADOS Y VIENTOS PRONOSTICADOS. ASÍ COMO ERROR EN TANTO POR CIENTO DEL PRONÓSTICO.

FECHA	PERIODO	VIENTO PROMEDIO EN PERIODO PRONOSTICADO		PRONOSTICADO DIR./INT.	%	%
		OBSERVADO (PROMEDIO DE OBSERVACIÓN DEL BARCO Y ROQUE TA)	DIR/INT.			
8-X-68	9-11 Hrs.	57.5°/9		45°/8-12	7/0	7/0
	11-18 "	128°/9		135°/12-16	4/33	5/22
10-X-68	9-11	225°/2		315°/2-4	50/0	16/17
	11-18	232°/7		225°/8-10	4/14	12/16
14-X-68	9-11	261°/4		315°/4-6	33/0	15/13
	11-16	245°/10		248°/8-14	2/0	13/11
	16-18	270°/12		270°/10-16	0/0	12/10
15-X-68	9-11	270°/4		315°/4-6	25/0	13/9
	11-15	266°/16		225°/10-15	23/6	14/9
	15-18	270°/14		270°/15-18	0/7	13/9
16-X-68	9-11	318°/5.5		315°/4-6	2/0	12/8
	11-14	270°/9		225°/6-10	25/0	13/7
	14-18	248°/12		270°/13-19	13/8	13/7
17-X-68	9-11	101°/4		45°/4-6	28/0	14/7
	11-18	212°/9		33°/8-14	33/0	16/6
19-X-68	9-11	68°/8		45°/4-6	13-25	16/7
	11-15	162°/9		135°/8-14	15/0	16/6
	15-18	179°/9		203°/11-16	13/22	15/7

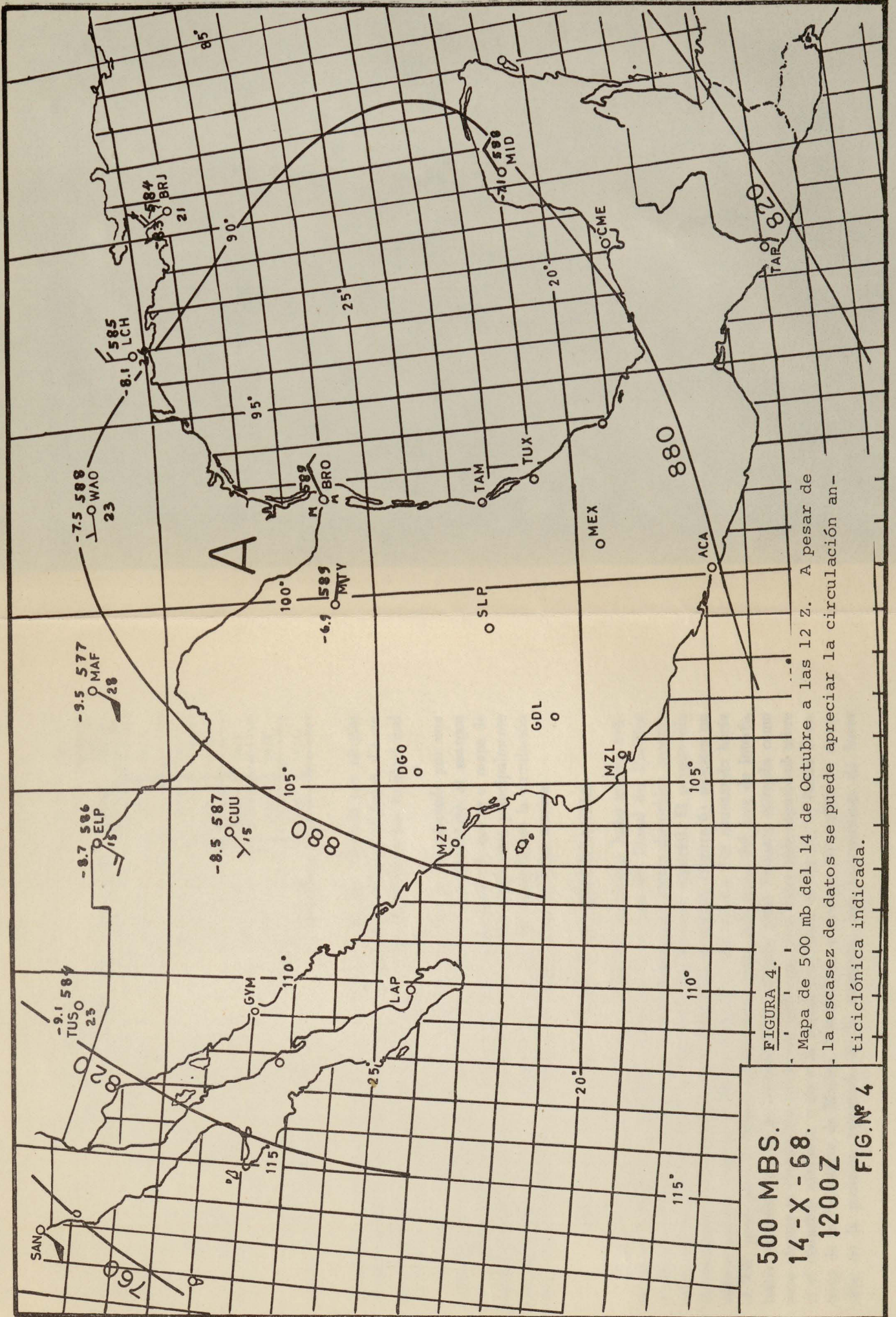


FIGURA 4.

Mapa de 500 mb del 14 de Octubre a las 12 Z. A pesar de la escasez de datos se puede apreciar la circulación anticiclónica indicada.

500 MBS.
14 - X - 68.
1200 Z
FIG. Nº 4

FECHA	PERIODO	VIENTO PROMEDIO EN PERIODO PRONOSTICADO		%	
		OBSERVADO (PROMEDIO DE OB SERVACIÓN DEL BARCO Y ROQUE TA)	PRONOSTICADO DIR./INT.	ERROR DIR./INT	PROMEDIO ACUM. ERROR DIR/INT.
20-X-68	9-11 Hrs.	266°/3	270°/2-4	2/0	15/7
	11-15 "	223°/7	248°/8-10	14/14	15/7
	15-18	237°/12	270°/10-15	18/0	15/7
21-X-68	9-11	265°/5	315°/2-4	28/20	16/7
	11-16	273°/11	225°/4-8	27/27	16/8
	16-18	259°/11	270°/8-12	6/0	16/8

climatológico, es decir, la circulación local no se vio muy afectada por ningún sistema sinóptico de importancia; sin embargo, este día fue el único día en que el pronóstico falló en forma apreciable debido a un disturbio tropical mal reportado, como se discute en la siguiente sección.

Durante los días 18 al 21, la circulación sinóptica se vio afectada por una cuña de alta presión; sin embargo, la región de interés estuvo al margen de esa cuña bastante profunda, como se ilustra en la figura 5, que es el mapa de superficie de las 12Z del día 19 y los vientos fueron dominados principalmente por la circulación local, aunque sí hubo un poco de variación en la circulación local, en comparación con la inducida únicamente por la brisa marina.

LOS DISTURBIOS TROPICALES Y SU IMPORTANCIA

El año de 1968 se caracterizó por ser un año en el que hubo mucha actividad en lo relativo a disturbios tropicales en el área del litoral del Pacífico en México. Durante la temporada de las competencias varios disturbios pasaron cerca del área de interés y se siguieron con atención especial. El primer día de competencia (14 de octubre) la fotografía de satélite (figura 6) muestra un sistema nuboso tropical al SE de Acapulco; este sistema fue avanzando hacia el NW, pero, para el tiempo en que debió estar más cerca del área de interés, había perdido algo de su intensidad y, además, pasó bastante retirado como para afectar la circulación local; sin embargo, para tener más seguridad sobre si el disturbio afectaría o no a la circulación local, el día 15, el barco Zacetecas de la Secretaría de Marina, fue enviado a navegar 100 millas en dirección de la posición reportada de la tormenta, con instrucciones de hacer

observaciones horarias; además, dos globos piloto fueron lanzados. Ninguna de las observaciones, incluyendo las de los globos piloto, indicaron que aún a esa distancia el disturbio de referencia tuviera algún efecto sobre la situación sinóptica local y, por lo tanto, se dedujo que no afectaría en lo más mínimo la circulación local en el área de interés.

El día 17, en el teletipo, fue recibido un boletín del Centro Meteorológico de San Francisco, California, U.S.A., reportando un nuevo disturbio tropical a 100 millas al SE de Acapulco; el pronóstico del día se basó en este dato; sin embargo, datos posteriores demostraron que el sistema reportado no era de importancia y, además, fue tendiendo a desaparecer en las horas subsiguientes de tal modo que no afectó a la circulación local. Cabe hacer notar que ese día, debido a nubes bajas, tampoco hubo reporte de globo piloto.

Este ejemplo nos hace ver claramente la necesidad de que México tenga un centro de localización y seguimiento de tormentas tropicales en el Pacífico, con métodos modernos (suficientes radio-vientos, estaciones de A.P.T., y una red de radares).

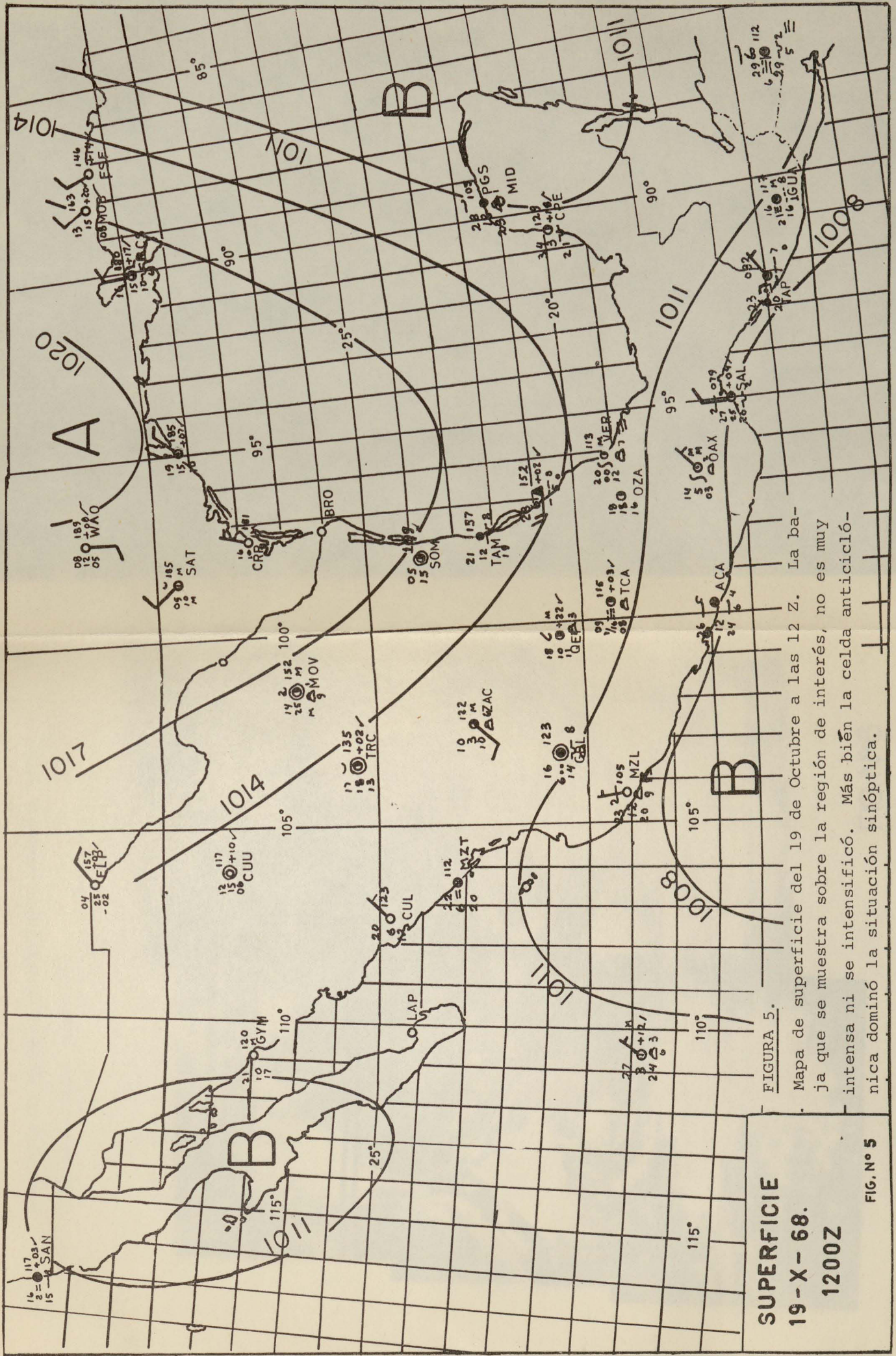
En los días 20 y 21 una nueva tormenta tropical se formó en el Pacífico al SE de Acapulco, pero tampoco afectó el área de interés por estar demasiado distante.

Como se puede comprender, no es suficiente conocer oportunamente la localización de una tormenta dada, sino que es también necesario hacer el pronóstico de su movimiento. Los pronósticos del movimiento de las tormentas tropicales que pudieron afectar al área de competencias estuvieron basados en la corriente directriz de 500 mb., indicaba por los pronósticos dados por radio-facsimil; en lo general, estos pronósticos de movimiento fueron bastante aceptables.

EFICIENCIA DEL PRONOSTICO EN LOS DIAS DE PRACTICA Y COMPETENCIA

Basados en los datos meteorológicos de las estaciones locales, en la información de la escala sinóptica, en la profundidad alcanzada por la circulación local y en el conocimiento climatológico de la región, utilizando los conocimientos teóricos y el criterio de los meteorologistas, se realizó, diariamente, un pronóstico meteorológico general de la región y un pronóstico especial de vientos, dirección e intensidad, con duración de las 9:00 a las 18:00 horas del día, el cual era entregado a todas las autoridades de las competencias y competidores a las 9:00 horas de la mañana. Estos pronósticos se hicieron por períodos y en ellos se pronosticó el viento probable para cada uno de éstos.

En la Tabla II, se encuentran dichos pronósticos juntamente con el promedio



SUPERFICIE
19-X-68.
1200Z

FIGURA 5.

Mapa de superficie del 19 de Octubre a las 12 Z. La baja que se muestra sobre la región de interés, no es muy intensa ni se intensificó. Más bien la celda anticiclónica dominó la situación sinóptica.

Fotografía del satélite meteorológico tomada el 14 de Octubre entre las 16 y las 18 Z.

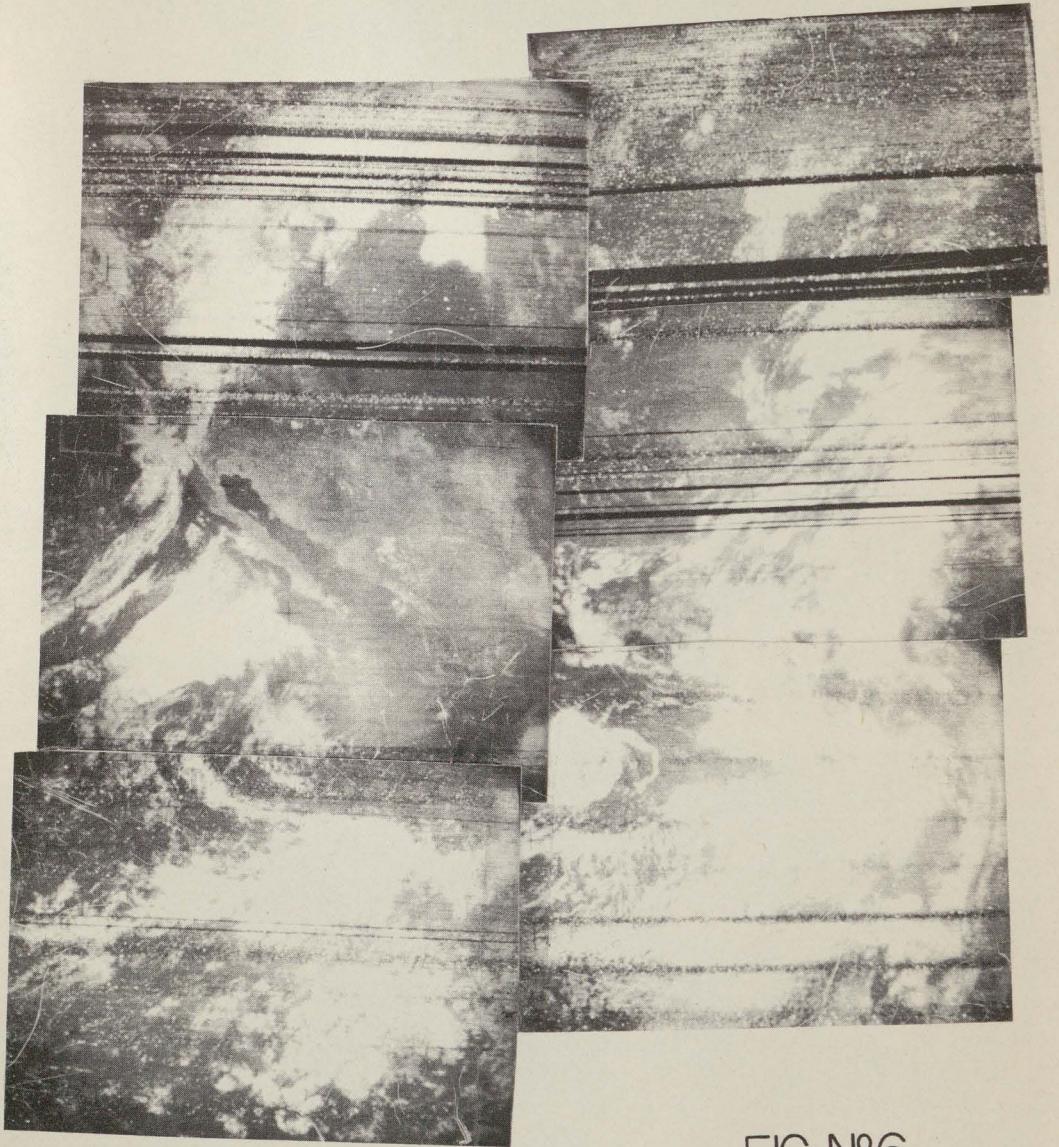


FIG. N°6

de las observaciones hechas en la isla de la Roqueta y en el barco de la Secretaría de Marina, durante el mismo período. Para evaluar la eficiencia del pronóstico fueron usados los criterios siguientes:

- 1o. Con objeto de hacer lo más objetivamente posible esta evaluación se obtuvo un promedio del viento observado en las estaciones de la Roqueta y del barco y se comparó con el viento pronosticado para el mismo período.
- 2o. Se consideró que 180° en la dirección del viento es un 100% de error y de acuerdo a ello se calculó el error en tanto por ciento.
- 3o. El promedio de la intensidad de las observaciones fue comparado con la intensidad pronosticada, y si el promedio caía dentro del rango de velocidad pronosticada se consideraba un 0% de error; cuando no caía dentro del rango se veía el tanto por ciento en que difería de alguno de los límites indicados en el pronóstico.
- 4o. Para cada período pronosticado, el error de la dirección y la intensidad fue calculado en tanto por ciento, con los criterios ya mencionados, y fue calculado un error promedio, acumulativo por hora.

Como se puede apreciar en la Tabla II, el error promedio total fue de 16% en la dirección y de 8% en la intensidad, o sea un error general total de 12%, el cual, para el estado actual de la ciencia, es altamente aceptable. En una reunión técnica que se celebró recientemente se dijo que el error promedio en los pronósticos modernos es "usualmente" de 15% [I.I. Gringorten, 1967].

CONCLUSIONES:

Del trabajo realizado en Acapulco se pueden desprender las conclusiones siguientes:

- 1a. Cuando se cuenta con los elementos necesarios y personal idóneo, en los trópicos es posible dar un pronóstico local de vientos de cerca del 90% de exactitud, como en el presente caso.
- 2a. Durante la elaboración del pronóstico se demostró la importancia de tener un estudio climatológico del lugar, para la elaboración de pronósticos locales de áreas tropicales.
- 3a. Se demostró que para la realización del pronóstico local es muy necesario contar con todos los elementos disponibles para detectar los efectos de la escala sinóptica.
- 4a. Se demostró la importancia de contar por lo menos con una estación de globos piloto.

- 5a. Se demostró, una vez más, que afecta mucho a un buen pronóstico la carencia de datos, sobre todo en el litoral del Pacífico, principalmente procedentes de barcos.
- 6a. Se demostró cuán importante es conocer la exacta localización de las depresiones tropicales, para lo cual sería recomendable que México contara con una oficina de pronósticos y localización de huracanes para el Pacífico.

AGRADECIMIENTOS:

En una forma especial se agradece el apoyo que el ingeniero Sergio González Karg, delegado en Acapulco del presidente de los XIX Juegos Olímpicos dio al programa de pronósticos. También se agradece la cooperación de todas las personas que participaron directamente en la elaboración del pronóstico y obtención de datos: el capitán de navío Doroteo Silva, los meteorólogos del ejército, Jesús Moreno, Gilberto Martínez, Armando Rodríguez, Eduardo Salazar y Augusto Torijano, el físico Luis Le Moyne del Instituto de Geofísica, los observadores de la marina y el ingeniero José Luis Acosta y colaboradores de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; así como todo el personal del Comité Olímpico en Acapulco que brindó su colaboración.

Igualmente se agradece la colaboración directa de la Secretaría de Marina, Servicio Meteorológico Militar, Comisión de Meteorología y Telecomunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Servicio Meteorológico Nacional, Aeronaves de México y Radio Aeronáutica Mexicana, S. A.

BIBLIOGRAFIA

- DEFANT, F. Local Winds, *Compendium of Meteorology* 1951. (American Meteorological Society). págs. 655-672.
- ESTOQUE, M. "A theoretical investigation of the sea breeze." *Quart. Jour. Roy. Meteor. Soc.* 1961. 87:136-146.
- GRINGORTEN, I.I "Verification to determine and measure forecasting skill." *Jour. Applied Meteor.* 1967. 6:742-747.
- HESS, S. L. *Introduction to Theoretical Meteorology*. 1958. Henry Holt and Company, Inc. New York. 362 págs.
- LASEUR, N. Synoptic Analysis in the Tropics, *Symposium on Tropical Meteorology in Africa*. 1959.
- RIEHL, H. *Tropical Meteorology* McGraw-Hill Book Company, Inc, 1954. New York 392 págs.