

# III CONFERENCIA TÉCNICA SOBRE HURACANES Y METEOROLOGÍA TROPICAL TECHNICAL CONFERENCE ON HURRICANES AND TROPICAL METEOROLOGY

México, D. F., Jun. 6-12, 1963

10a. SESIÓN

10th. SESSION

## PREDICCIÓN DE HURACANES HURRICANE PREDICTION

### PRONOSTICO DE HURACANES, UNA REVISION

GORDON E. DUNN \*

#### INTRODUCCION

En casi todas las recientes conferencias, seminarios y simposios sobre meteorología tropical y ciclones tropicales se han incluido revisiones sobre pronósticos de huracanes (Dunn, G. E., 1955; Namias, J. *et al.*, 1955) y en el Seminario Regional sobre Ciclones Tropicales, en Tokyo, 18-31 de Enero de 1962, hubo dos (Gentry, R. C., 1962; Kume, T., 1962) o más. Probablemente todos los meteorólogos de EE. UU. y ciertamente muchos de los pronosticadores mexicanos, centroamericanos y del Caribe aquí presentes conocen las técnicas de uso común para pronosticar ciclones tropicales. Como estas técnicas subjetivas y objetivas han cambiado poco en los últimos años no se justifica describirlas. Sin embargo, ya que la mayoría de las revisiones se han concentrado en el movimiento de los ciclones tropicales, el presente estado del pronóstico de todas las fases del problema será brevemente discutido.

#### PREDICCIÓN DE LA FORMACION DE HURACANES

Esta fase del problema de huracanes ya fue revisada por el Dr. Jerome Spar en esta conferencia (Spar, J., 1963). Los otros trabajos describieron el progreso de nuestro entendimiento de la dinámica de formación del huracán, pero hasta este momento no está en uso ninguna técnica objetiva para pronosticar esa formación. Tal vez en el siguiente trabajo de Riehl y Baer (1963) se describirá alguna. Es probable que en el Atlántico tropical, sólo alrededor del Golfo de México existan suficientes datos de aire superior para usar su técnica. Sin embargo, en áreas cercanas a la costa, la formación del huracán representa un urgente problema actual.

#### PREDICCIÓN DE LA INTENSIFICACION

El único método objetivo conocido para predecir las presiones de superficie en centros de ciclones tropicales es

\* Director del Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida.

### HURRICANE FORECASTING: A SURVEY

GORDON E. DUNN \*

#### INTRODUCTION

Almost all of the recent conferences, seminars and symposia on tropical meteorology and tropical cyclones have included surveys on hurricane forecasting (Dunn, G. E., 1955; Namias, J. *et al.*, 1955), and the Regional Seminar on Tropical Cyclones in Tokyo, January 18-31, 1962 had two (Gentry, R. C., 1962; Kume, T., 1962) or more. Probably all of the U. S. Meteorologists and certainly many of the Mexican, Central American and Caribbean forecasters here are thoroughly familiar with the techniques in common use in tropical cyclone forecasting. Since these subjective and objective techniques have changed little during the past few years there is no justification for taking your time to describe them. However, since most of the surveys have concentrated on the movement of tropical cyclones, the present state of forecasting of all phases of the problem will be discussed briefly.

#### PREDICTION OF HURRICANE FORMATION

This phase of the hurricane problem was surveyed by Dr. Jerome Spar earlier in this conference (Spar, J., 1963). The papers which followed described the progress in our understanding of the dynamics of hurricane formation but as of this moment, no objective technique for forecasting hurricane formation is in general use. Perhaps the paper to follow in this session by Riehl and Baer (1963) will describe one. In the tropical Atlantic it is probable that only around the Gulf of Mexico are there sufficient upper air data to use their technique. However, only in areas close to the mainland is hurricane formation a pressing problem at the moment.

#### PREDICTION OF INTENSIFICATION

The only known objective method for predicting surface pressures in tropical cyclone centers is Arakawa's (1961).

\* Director, National Hurricane Center, Miami, Florida.

de Arakawa (1961), de uso corriente en el oeste del Pacífico. Sin embargo, la exactitud de esta técnica no se ha considerado suficiente para introducirla en el área del Atlántico. Se hacen pronósticos subjetivos de cambios en intensidad a base de climatología, temperaturas de superficie del mar y circulación de la alta tropósfera. La verificación es aceptable.

#### PRINCIPIO DE LA TORMENTA

Hasta donde sabemos, no hay pronósticos de tormentas hechos operacionalmente por máquinas. La relación empírica entre alturas máximas de marejadas de tormenta y presión central del huracán, desarrollada por Conner y Kraft (1957). En el Centro de Huracanes de Nueva Orleans y usada en EE. UU. por todos los centros de pronóstico da bastantes buenos resultados. Deben aplicarse correcciones por irregularidades de la línea de costa.

#### PREDICCIÓN DE LA DISIPACIÓN

No se dispone de técnicas objetivas para la predicción de la disipación. Una vez que un ciclón tropical se haya movido tierra adentro, se produce una rápida disminución de intensidad, particularmente cerca del centro y los vientos se calman sin causar daños. Esa situación en general se maneja bien. Sin embargo, a medida que los huracanes van hacia latitudes norteñas sobre aguas frías, la disminución en intensidad frecuentemente no se puede pronosticar muy bien y las técnicas objetivas serían muy útiles.

#### PREDICCIÓN DEL MOVIMIENTO

La predicción del movimiento del huracán es de gran importancia y es en esta área donde se ha concentrado la investigación de ciclones tropicales. Veigas (1958, 1961), Arakawa (1961), Riehl (1956, 1963), Miller y Moore (1960) y grupos de la RNT (Venderman, L. W., 1960, 1961, 1962), del PNIH y otros (W. Griffith, 1960), han desarrollado técnicas objetivas.

¿Son buenas estas técnicas y qué valor tienen los pronósticos oficiales de huracanes basados en técnicas objetivas, climatología y persistencia?

#### CALIDAD DEL PRONOSTICO DE HURACANES

Se verá en la Tabla I que el error medio de vector de 164 m.n. registrado en 1962 es el segundo más alto observado desde 1955. Esto puede interpretarse diciendo que el pronóstico de huracanes no mejora y que tal vez empeora. Sin embargo, cuando se estudian los cocientes de "habilidad", se notará que 1962 tiene el valor más alto. Pero, los estadísticos podrían criticar este método de determinar "habilidad". Más aún, la débil temporada de huracanes de 1962 sin ciclones en el Caribe y en el Golfo de México, la preponderancia de pronósticos en latitudes comparativamente altas y la naturaleza casi tropical de muchas tormentas hace a la verificación de estadísticas de la temporada de 1962 bastante insignificante.

It is in current use in the western Pacific. However, the accuracy of this technique has not been deemed sufficient to warrant its introduction into the Atlantic area. Subjective forecasts of changes in intensity are made on the basis of climatology, sea surface temperatures and circulation of the high troposphere. Verification is fair.

#### THE STORM SURGE

As far as known here, no storm surge forecasts are currently being made operationally by machine. The empirical relationship between maximum storm tide heights and central pressure of the hurricane developed by Conner and Kraft (1957) at the New Orleans hurricane center is used by all U. S. hurricane forecast centers and gives fair to good results. Corrections must be applied for irregularities of the coastline.

#### PREDICTION OF DISSIPATION

No objective techniques are available for the prediction of dissipation. Once a tropical cyclone has moved inland, fairly rapid decrease in intensity takes place, particularly near the center, and winds subside below damaging values. This situation is usually well handled. However, as hurricanes move into northern latitudes over colder water, decrease in intensity often is not forecast as well and objective techniques would be useful.

#### PREDICTION OF MOVEMENT

The prediction of hurricane movement is of paramount importance and it is in this area that tropical cyclone research has been concentrated. Objective techniques have been developed by Veigas (1958, 1961), Arakawa (1961), Riehl (1956, 1963), Miller and Moore (1960), and groups in NWP (Vanderman, L. W., 1960, 1961, 1962), NHRP, and others (Griffith, W., 1960).

How good are these techniques and how good are the official hurricane forecasts largely based objective techniques, climatology and persistence?

#### QUALITY OF HURRICANE FORECASTING

It will be seen in Table I that the average vector error of 164 n.m. recorded during 1962 is the second highest observed since 1955. This might be interpreted to mean hurricane forecasting is not improving and perhaps is even getting worse. However, when the "skill" ratios are studied, it will be noticed that 1962 has the highest value. However, statisticians myth criticize this method of determining "skill". More important, the weak hurricane season of 1962, with no cyclones in the Caribbean and Gulf of Mexico, the preponderance of forecasts in comparatively high latitudes and the quasi-tropical nature of the storms on many days, renders verification statistics of the 1962 season rather meaningless.

Vanderman (1963), en su informe sobre la verificación del pronóstico numérico operacional de rutas de ciclones tropicales para 1962, dijo que en general los pronósticos numéricos de tifones (en el Pacífico) fueron más acertados que los pronósticos del Atlántico. Dio dos posibles explicaciones: una, los tifones del Pacífico pueden moverse más regularmente que los huracanes del Atlántico y otra, la muestra de huracanes del Atlántico es pequeña y no estadísticamente representativa. La última razón es probablemente dominante.

La verificación de pronósticos oficiales de 24 horas para la temporada de 1961 comparada con resultados de varias técnicas usadas para ese pronóstico se muestra en la Tabla II.

La Tabla III muestra la verificación de pronósticos oficiales de 24 horas de 1962 comparados con resultados por varias técnicas usadas en el mismo pronóstico. Una comparación de las Tablas II y III indicaría que mejoraron las técnicas objetivas o que los pronósticos oficiales empeoraron de 1961 a 1962. Es obvio que no fue lo primero puesto que las técnicas casi no han cambiado. Descartaría uno pensar que los valores de 1961 son más representativos ya que es mayor la muestra y los ciclones más normales; sin embargo, es interesante notar lo bien que aparentemente se manejaron

Vanderman (1963) in his report on verification of numerical operational tropical cyclone forecast tracks for 1962, said that in general the 1962 numerical typhoon forecasts (in the Pacific) were more accurate than the numerical hurricane forecasts in the Atlantic. He gave two possible explanations; one, Pacific typhoons may move more regularly than Atlantic hurricanes and two, the sample of Atlantic hurricanes is small and not statistically representative. The latter reason is probably the dominant one.

The verification of the official 24-hour hurricane forecasts for the season of 1961 compared with results by various techniques used on the same forecast is shown in Table II.

Table III shows the verification of the official 24-hour hurricane forecasts of 1962 compared with results by various techniques used on the same forecast. A comparison of Tables II and III would indicate that either the objective techniques were improved or the official forecasts worsened from 1961 to 1962. Obviously it wasn't the former since the techniques remained mostly unchanged. One would like to think the 1961 values are more representative since the sample is larger and the cyclones more normal. However, it is interesting to note how well, apparently, the objective

TABLA I

TABLE I

Comparación de Pronósticos Oficiales y Persistencia  
Comparison of Official Forecasts and Persistence

Año Year	Error Medio Pronóstico Oficial Average Error Official Forecast	Error Medio Persistencia Average Error Persistence	Número de Pronósticos Number of Forecasts	+ Cociente de "Habilidad" + "Skill" Ratio $\frac{P-O}{P}$
1962	164	221	81	+ .258
1961	159	199	214	+ .201
1960	117	128	77	+ .086
1959	193	217	104	+ .111
1958 1957 1956 1955	131	164	375	+ .201

+ P = Error Medio del Pronóstico de Persistencia  
Average Error Persistence Forecast

+ O = Error Medio del Pronóstico Oficial  
Average Error Official Forecast

las técnicas objetivas en los débiles y ligeramente desorganizados sistemas de altas latitudes de 1962.

La Tabla IV muestra la verificación de pronósticos numéricos de huracanes de 48 horas comparados con el pronóstico oficial de 48 horas. Los pronósticos oficiales son de hecho de 58 horas respecto a datos de aire superior y de 52 horas respecto a datos de superficie.

Las Figuras 1, 2 y 3 ilustran la calidad de pronósticos que puede esperarse cuando hay un cambio radical en dirección. El Huracán Esther es acercaba a Cape Cod como un ciclón tropical bastante fuerte cuando hizo una amplia curva que duró varios días. Hubo dos pronósticos disponibles: del PNT y T-59. Ambos, al igual que la persistencia no indicaron cambio en dirección. Sin embargo, fueron mejores que la persistencia y algo mejores que el pronóstico oficial. El 29 de Octubre de 1962, el fuerte Huracán Hattie se movía al norte a través del oeste del Caribe. El viento a 500 mb en Kingston era de 25 Km al sur-suroeste y el pronosticador favorecía un cambio hacia el nor-noroeste, pero se decidió

techniques handled the high latitude, weak and relatively disorganized systems of 1962.

Table IV shows the verification of the 48-hour numerical hurricane forecasts compared with the official 48-hour forecast. The official forecasts are in fact, 58-hour forecasts as far as upper-air data and 52-hour forecasts as far as surface data are concerned.

Figures 1, 2 and 3 illustrate the quality of forecasts which may be expected when a radical change in direction occurs. Hurricane Esther was approaching Cape Cod as a rather severe tropical cyclone when it began a wide loop which took place over several days. Two forecasts were available: the NWP and T-59. Both as well as persistence failed to indicate the change in direction. However, both were better than persistence and slightly better than the official forecast. On October 29, 1961, severe Hurricane Hattie was moving northward through the western Caribbean. The wind at 500 mb at Kingston was south-southwest 25 Km and the forecaster was rather inclined toward a turn

TABLA II

TABLE II

VERIFICACION DEL PRONOSTICO OFICIAL DE 24 HORAS DE HURACANES PARA LA TEMPORADA DE 1961, COMPARADA CON RESULTADOS DE VARIAS TECNICAS UTILIZADAS EN EL MISMO PRONOSTICO.

VERIFICATION OF THE OFFICIAL 24-HOUR HURRICANE FORECAST FOR THE SEASON OF 1961 - COMPARED WITH RESULTS BY VARIOUS TECHNIQUES USED ON THE SAME FORECAST.

Núm. de Casos	Error Medio Pronósticos Oficiales*	Error Medio Otros Sistemas	Pronóstico Oficial Comparado con Otros Sistemas
No. of Cases	Average Error Official Fcsts*	Average Error other Systems	Official Forecast Compared with other Systems
60	134	<b>NWP</b> - 158	+24 m.n. n.m.
59	154	<b>T-59</b> - 181	+27 m.n. n.m.
214	158	<b>Pers</b> - 199	+41 m.n. n.m.
103	1111	<b>T-60</b> - 122	+11 m.n. n.m.
46	109	<b>R-H</b> - 171	+62 m.n. n.m.
12	93	<b>M-M</b> - 106	+13 m.n. n.m.

\* Estos son pronósticos de 28 horas.  
\* These are actually 28-hour forecasts.

Los mayores errores ocurren cuando el huracán está en el este del Atlántico.  
Greatest errors are when hurricane is in eastern Atlantic.

a mantener un pronóstico de movimiento norte hasta tener más seguridad acerca del cambio. Sin embargo, el pronosticador comentó con uno de sus colegas que estaba seguro de que no ocurriría y que el huracán cambiaría de algún modo. El T-60, Miller-Moore, Riehl-Haggard y la extrapolación indicaron todos un movimiento al norte, aunque la posición R-H estaba más al oeste que las otras. Por alguna razón el T-59 no se calculó en ese momento, pero cuando fue calculado después, resultó ser el mejor pronóstico de todos. El huracán se desvió hacia el oeste-suroeste y arrasó a Honduras Británica. Afortunadamente, todavía hubo tiempo para distribuir los avisos necesarios.

toward the north-northeast, but it was decided to continue a forecast of a northward movement until he was more certain about a change. However, the forecaster remarked to one of his colleagues that he was sure this would not verify and that the hurricane would turn one way or the other. The T-60, Miller-Moore, Riehl-Haggard and extrapolation all indicated a northward movement although the R-H position was farther west than the others. For some reason the T-59 was not computed at the time but when this was done later, it came up with the best forecast of all. The hurricane turned toward the west-southwest and devastated British Honduras. Fortunately there was still time to issue the necessary warnings.

TABLA III

TABLE III

Verificación del Pronóstico Oficial de 24-horas de Huracanes para la Temporada de 1962 comparada con Resultados de Varias Técnicas Objetivas utilizadas en el mismo Pronóstico

Verification of the Official 24-hour Hurricane Forecast for the Hurricane Season of 1962 Compared with Results from the Several Objective Techniques Used on the Same Forecast

Núm. de Casos	Error Medio Prons. Oficiales (a) (m.n.)	Error Medio otros Sistemas (m.n.)	Pronóstico Oficial comparado con otros Sistemas (b) (m.n.)
No. of Cases	Average Error Official Fcsts(a) (n.m.)	Average Error other Systems (n.m.)	Official Forecast Compared with other System(b)(n.m.)
31	148	PNT: NWP:	161 + 13
62	162	T-59:	158 - 4
77	167	Pers:	225 + 58
41	144	T-60:	133 - 11
17	150	R-H:	109 - 41
20	148	M-M:	107 - 41
7	166	(c) PNIH NHRP-62:	122 - 44

- (a) Son realmente pronósticos de 28-horas  
These are actually 28-hour forecasts
- (b) + indica pronósticos oficiales más que monto especificado  
means official forecasts better by amount specified  
- indica otros sistemas más que monto especificado  
means other system better by amount specified
- (c) No usado operacionalmente  
Not used operationally

En el último caso (Figura 3), Ella viró menos abruptamente en las 24 horas que siguieron a las 1200Z del 18 de Octubre de 1962. Los pronósticos se inclinaban a la izquierda de la ruta, pero todos con excepción del PNT pronosticaron el viraje. El pronóstico oficial fue el más pobre aunque también se predijo cierto viraje y también aceleración en las últimas 12 horas, lo que sucedió. Sobre Ella y Hattie el R-II hizo el mejor pronóstico y fue la única técnica que no agregó movimiento pasado. Tal vez podría uno concluir que mientras el monto del pasado movimiento ayuda en la mayoría de casos, no es así cuando hay viraje.

El informe anual sobre tifones del Pacífico de 1961 indicó un error medio de 113 m.n. en la técnica de Arakawa en contraste con un error medio de 96 en la Miller-Moore. Se indicaba también que los pronósticos de presión (Arakawa, H., 1961) eran menos confiables que los de movimiento.

La evaluación de pronósticos para la temporada de tifones del Pacífico de 1962 es la siguiente: "El método Miller-Moore fue la ayuda más certera que el Centro Unido de Alarma de Tifones tuvo a su disposición para tormentas que viraban en tanto que el de Arakawa mostró ser más útil para tormentas sin viraje. Las debilidades de los sistemas fueron más evidentes al principio y durante el viraje. ... Los errores más grandes se registran cuando la tormenta cambia dirección, se acelera o decelera."

In the last case (Figure 3), Ella made a somewhat less abrupt turn in the 24 hours following 1200Z October 18, 1962. All forecasts were to the left of the track but all except NWP forecast the recurve. The official forecast was the poorest although it also forecast some recurve, but it also forecasted acceleration during the last 12 hours of the period which did not materialize. On Ella and Hattie the R-H made the best forecasts and this is the only technique which does not put past movement into the forecast. Perhaps one might conclude that while the past movement input helps in the majority of cases, it does not do so when recurvature is involved.

The annual Pacific typhoon report of 1961 indicated a mean error of the Arakawa technique of 113 n.m. contrasted with a Miller-Moore error of 96. It further stated that the pressure forecasts (Arakawa, H., 1961) were less reliable than the movement forecasts.

Forecast evaluation for the 1962 Pacific Typhoon season is summed up as follows: "The Miller-Moore method was the most accurate aid that the Joint Typhoon Warning Center had available for recurring storms with the Arakawa giving the best forecast for non-recurring storms. Weaknesses of all systems are most evident in the beginning and through recurvature. ... When the storm is changing direction, accelerating, or decelerating the largest error occur."

TABLA IV

Verificación del Pronóstico Oficial de 48 horas de Huracanes para la Temporada de 1962 Comparada con Resultados de Varias Técnicas Utilizadas en el Mismo Pronóstico

Verification of the Official 48-hour Forecast for the Hurricane Season of 1962 Compared with Results from Other Techniques Used on the Same Forecast

Núm. de Casos No. of Cases	Error Medio Pronósticos Oficiales (m.n.) Average Error Official Fcsts (n.m.)	Error Medio Otros Sistemas (m.n.) Average Error other Systems (n.m.)	Pronóstico Oficial Comparado con Otros Sistemas@ (m.n.) Official Forecast Compared with other Systems@ (n.m.)
26	333	PNT : NWP :	391 + 58
27	333	PERS:	459 + 126
7	274	PNIH -62*: NERP :	214 - 60

@ + indica pronósticos oficiales más que monto especificado  
means official forecasts better by amount specified

- indica otros sistemas más que monto especificado  
means other system better by amount specified

No disponible con base operacional  
Not available on operational basis

TABLE IV

(3)

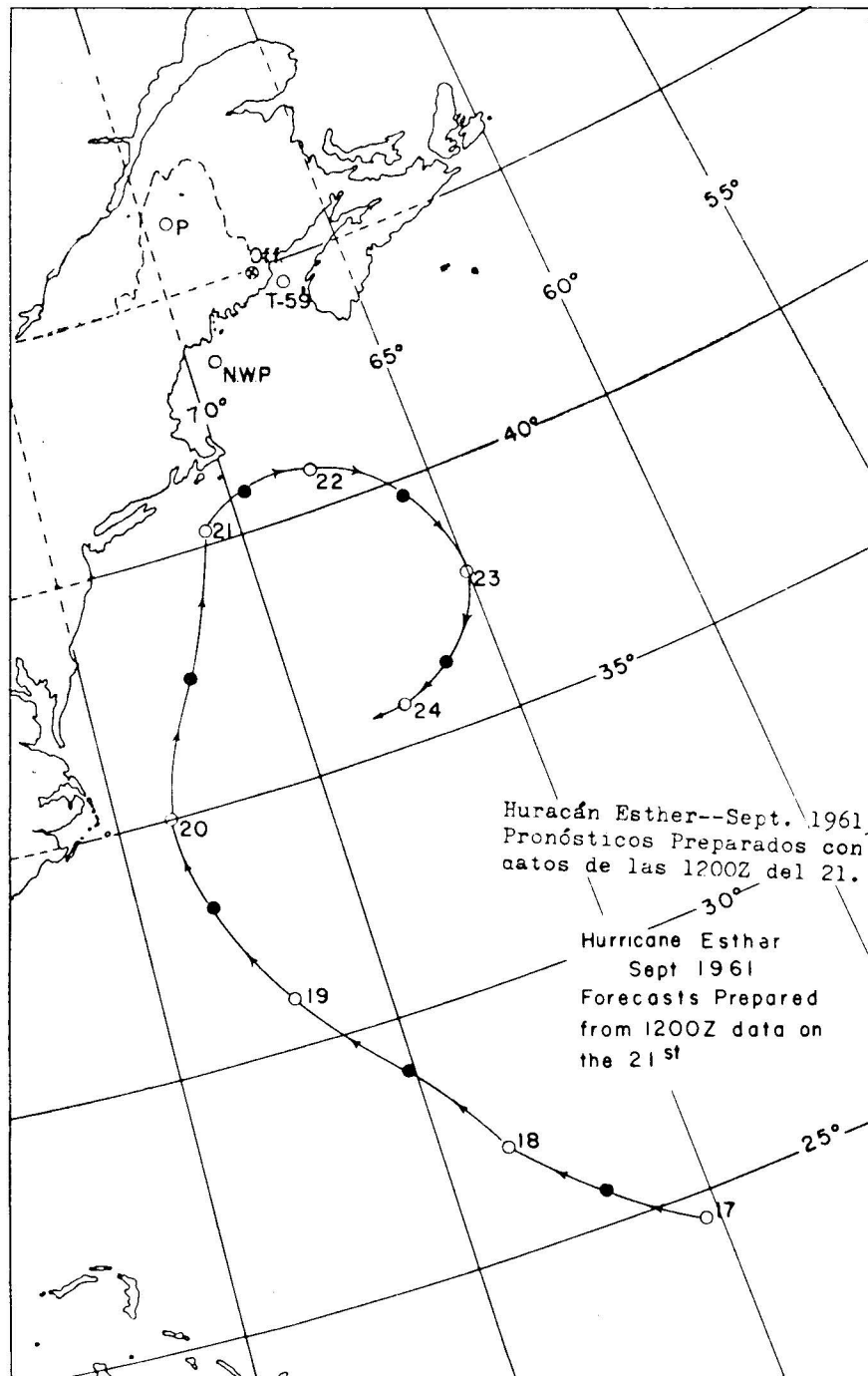


FIG. 1 - Los pronósticos se prepararon cuando el Huracán Esther comenzaba una gran curva.

Forecasts prepared as hurricane Esther began a broad loop.

En 1962 el PNIH desarrolló un grupo de ecuaciones de predicción llamadas PNIH-62. Se basaron en datos utilizados en el desarrollo del T-60 más datos de 120 casos dependientes. El programa de selección lo proporcionó el grupo de origen de tormentas de D. Lee Harris y se usó la calculadora de Suitland.

Estas ecuaciones usan datos de superficie y 500 mb. Son similares a las T-60, excepto que los pronósticos se hacen

In 1962 a set of prediction equations were developed by NHRP which are called NHRP-62. They were based on the data used in developing the T-60 plus the addition of about 120 cases of dependent data. The screening program was supplied by D. Lee Harris' storm surge group, and the computer at Suitland was used.

These equations use surface and 500 mb data. They are similar to the T-60, except that forecasts are made by

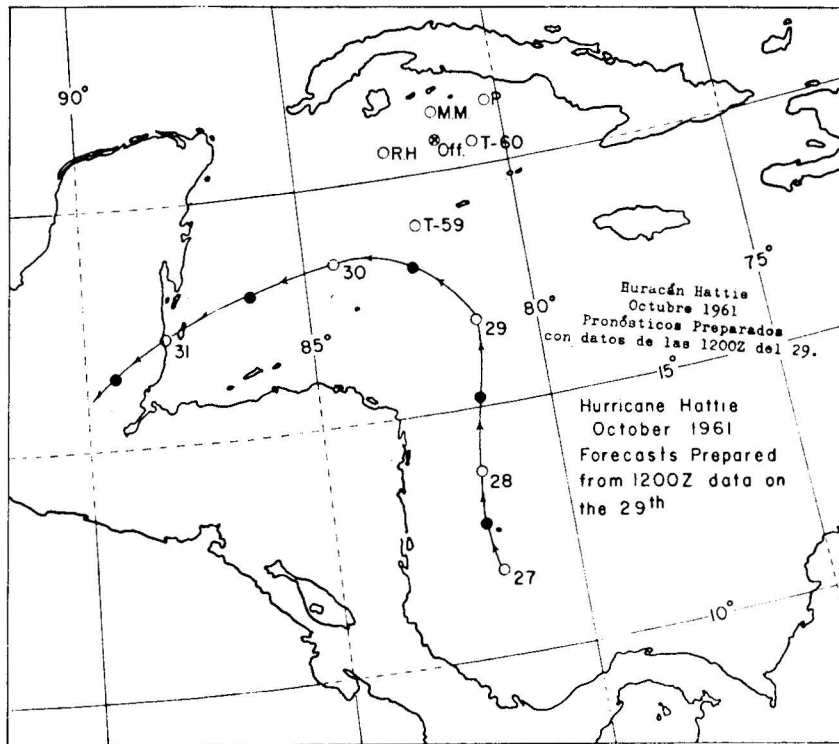


FIG. 2 - Los pronósticos se prepararon cuando el Huracán Hattie comenzó a virar al oeste.  
Forecasts prepared as hurricane Hattie began recurvature to the west.

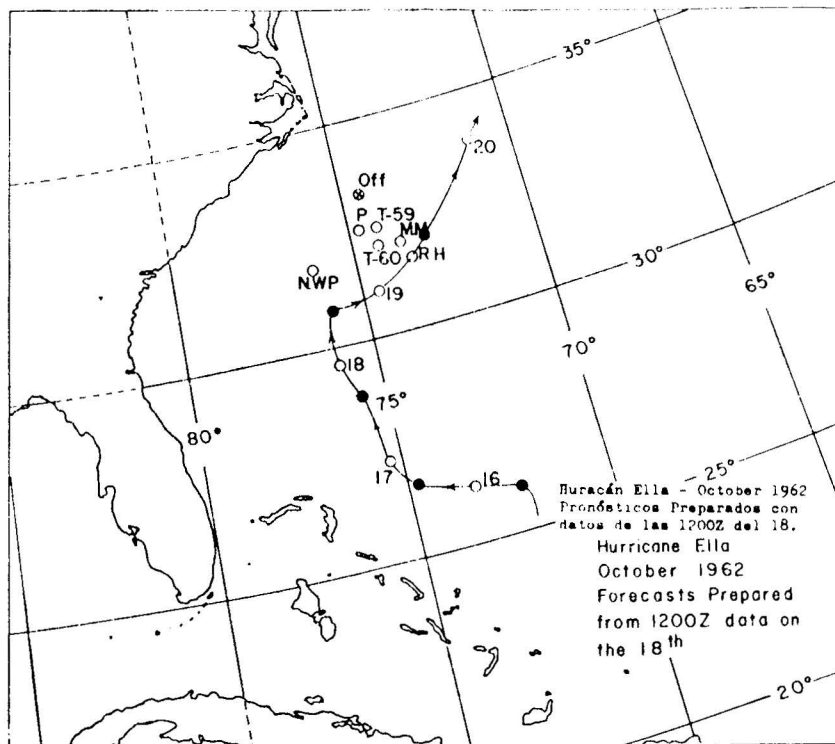


FIG. 3 - Los pronósticos se prepararon 12 horas antes de que el Huracán Ella comenzara a virar al noreste.  
Forecasts prepared 12 hours before hurricane Ella began recurvature to the northeast.



con pasos de 12 horas, extendiéndose el período de pronóstico a 48 horas. En 1962 se prepararon algunos pronósticos experimentales que parecen ser prometedores y se están revisando más ampliamente.

En conclusión, en el Atlántico y en el Pacífico, la técnica de Miller-Moore ha tenido la mejor verificación durante los últimos dos años. Pero, la muestra del Atlántico es pequeña. El PNIH-62 que es una extensión del T-60 no ha sido probado operacionalmente. La técnica de Riehl-Haggard proporciona frecuentemente los resultados mejores cuando ocurre un cambio radical en dirección. Sin embargo, no hay técnica que pueda pronosticar consistentemente un viraje con exactitud.

12-hour steps and the forecast period has been extended to 48-hours. A few experimental forecasts were prepared in 1962. These show some promise and are being further revised.

In conclusion, both in the Atlantic and Pacific, the Miller-Moore technique has had the best verification during the past two years. However, the Atlantic sample is small. The NHRP-62, which is an extension of the T-60, has not been tested operationally. The Riehl-Heggard technique frequently provides the best results when a radical change in direction occurs. However, no technique will consistently forecast recurvature with satisfactory accuracy.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAPHY

- ARAKAWA, H. 1961. Prediction of Movements and Surface Pressure of Typhoon Centers in the Far East by Statistical Methods, National Hurricane Research Project. Report No. 43.
- CONNER, W. C., R. H. KRAFT & D. L. HARRIS. 1957. Empirical Methods for Forecasting the Maximum Storm Tide due to Hurricanes and other Tropical Storms, *Monthly Weather Rev.*, 85:113-116.
- DUNN, G. E. 1962. Hurricane Prediction, *New York Meeting of the American Meteorological Society*, January 23 (unpublished-inédito).
- GENTRY, R. C. 1962. Movement of Tropical Cyclones, Regional Seminar on Tropical Cyclones, Tokyo (inédito-unpublished).
- KUME, T. 1962. Techniques of Typhoon Forecasting used by the Japan Meteorological Agency, Regional Seminar on Tropical Cyclones, Tokyo (inédito-unpublished).
- MILLER, B. I. & P. L. MOORE. 1960. A Comparison of Hurricane Steering Levels, (M-M), *Bull. American Met. Soc.*, 41:59-63.
- NAMIAS, J., G. E. DUNN & R. H. SIMPSON. 1955. A Survey of the Hurricane Problem, *Trans. New York Acad. Sci.*
- FLEET WEATHER CENTRAL. 1961. Pacific Annual Typhoon Report, Joint Typhoon Warning Center, Guam, Mariana Islands.
- 1962. Pacific Annual Typhoon Report, Joint Typhoon Warning Center, Guam, Mariana Islands.
- RIEHL, H. 1956. U. S. Bureau of Aeronautics, Project Arowa, Second Research Report, Task 12, Prediction of Tropical Cyclone Tracks, (R-H), U. S. Navy, Norfolk, Va. *Jour. Meteorology*, 13:415-420.
- RIEHL, H. & F. BAER. 1963. Prediction of Hurricane Formation in the Gulf of Mexico (en preparación-in preparation).
- SPAR, J. 1964. Survey: Hurricane Development. *Geofisica Internacional*, 4( ):
- VANDERMAN, L. W. 1962. An improved NWP Model for Forecasting the Paths of Tropical Cyclones, *Monthly Weather Rev.*, 90(1):19-22.
- 1960. Hurricane and Typhoon Forecasting at JNWP Unit in 1960, *Symposium for Numerical Weather Prediction*, Tokyo (inédito-unpublished).
- 1961. Verification of JNWP Unit Hurricane and Typhoon Forecasts for 1959, *Bull. American Met. Soc.*, 42:239-248.
- 1963. Technical Memorandum No. 27, National Meteorological Center, USWB, Washington, D. C.
- VEIGAS, K. W. 1958. Studies in Statistical Weather Prediction. Final Report. Travelers Weather Research Center (T-59). December 31, p. 154, Hartford, Conn.
- 1961. Prediction of 12, 24 and 36 Hour Displacement of Hurricane by Statistical Methods (T-60), Travelers Research Center, Final Report. Contract No. Cwb-9807.
- WANG, G. 1960. A Method in Regression Equations for Forecasting the Movement of Typhoons, *Bull. American Met. Soc.*, 41:115-124.