

PRONÓSTICO DE LA TRAYECTORIA DE LOS HURACANES

Ricardo Prieto González

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Juutepec, Morelos

Eduardo Ramos

Centro de Investigación en Energía
Universidad Nacional Autónoma de México
Temixco, Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos.

El paso del huracán Dean por el territorio mexicano hace unas semanas, marcó el inicio de la temporada anual de huracanes en nuestro país. Debido a la lejanía de nuestro estado con las costas del mar Caribe y del Golfo de México, aquí en Morelos, la mayoría de nosotros sólo nos percatamos de la presencia de este meteoro porque los días inusualmente lluviosos. Gracias a los métodos de predicción modernos, fue posible saber con relativa precisión donde, cuándo y con qué intensidad este fenómeno meteorológico interactuaría con asentamientos humanos y esto contribuyó a salvar vidas humanas y reducir daños materiales.

Los métodos modernos de monitoreo como son los satélites meteorológicos, los aviones y las estaciones terrestres nos indican que los huracanes son grandes sistemas de vientos en rotación. Se forman y se intensifican cuando están situados sobre los océanos tropicales o subtropicales en ambos hemisferios, en donde la rotación de la tierra es suficientemente fuerte para que se inicie el movimiento circular alrededor de un centro de baja presión que posteriormente se convierte en el "ojo" del huracán. La formación de estos vórtices o remolinos, requieren temperaturas de agua a nivel de la superficie son de 27 °C o más cálidas.

El rozamiento del viento en la superficie oceánica introduce en el huracán masas de aire húmedo; el flujo hacia el interior en niveles bajos de la atmósfera se dirige hacia arriba. En su movimiento ascendente, la humedad del aire se condensa y cede calor al aire circundante. Esto a su vez hace aumentar la velocidad vertical y la intensidad de los vientos en el huracán. Cuando el aire llega a la parte superior del huracán, las nubes que forman la pared del ojo, rodean el centro y luego se desplazan hacia afuera de la estructura, como se muestra en la Figura.

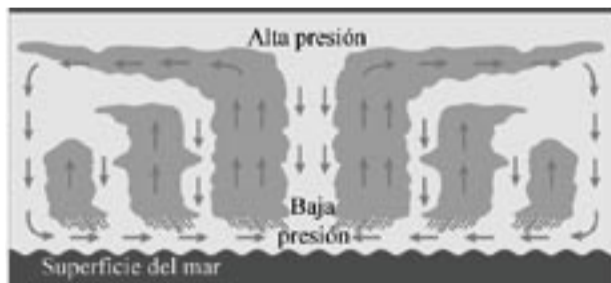


Diagrama que muestra la estructura de un huracán: Los vientos en niveles bajos se dirigen hacia el ojo, formando largas bandas espirales que se concentran y ascienden a lo largo de la pared del ojo y luego, en los niveles altos, se alejan del centro del huracán formando densas capas de nubes.

Fuente: NASA

Los huracanes de mayor intensidad mantienen en las paredes del ojo una convección y nubosidad más alta que contiene importantes corrientes de aire ascendentes. Los huracanes tienden a debilitarse cuando se encuentran sobre tierra, debido a la menor cantidad de humedad disponible, comparada con aquella que se encuentra sobre superficies oceánicas de aguas cálidas.

Los huracanes se desarrollan año con año en diferentes regiones oceánicas del mundo en las temporadas de verano y otoño; estos sistemas atmosféricos forman parte de un grupo más amplio de fenómenos: los ciclones tropicales. Los huracanes están clasificados de acuerdo a sus parámetros físicos que incluyen la intensidad de sus vientos máximos sostenidos, el aumento en el nivel del mar al tocar la costa y

la presión mínima en el ojo del huracán. En 1969 se propuso la siguiente clasificación conocida como la escala de Saffir-Simpson.

	velocidad de viento	aumento del nivel del mar	presión mínima
Categoría 1	119-153 km/h	1.2 - 1.6 m	980 milibares
2	154-177 km/h	1.7 - 2.5 m	965-979 milibares
3	178-209 km/h	2.6 - 3.8 m	945-964 milibares
4	210-249 km/h	3.9 - 5.6 m	920-944 milibares
5	mayor a 249 km/h	mayor a 5.7 m	menor a 920 milibares

Escala de Saffir-Simpson.

En las zonas cercanas a México los ciclones tropicales se desarrollan tanto en el Océano Atlántico, donde se tiene en promedio 11 ciclones tropicales por temporada, de los cuales, seis alcanzan la categoría de huracán; como en el Océano Pacífico del Noreste, donde se observan en promedio 15 ciclones tropicales por temporada, de los cuales ocho llegan a la categoría de huracán. Es interesante comentar que en el año 2005, cuatro huracanes formados en el Océano Atlántico alcanzaron categoría 5 con velocidades máximas que fueron incrementando conforme avanzaba la temporada de huracanes hasta concluir con Wilma en el ocurrieron vientos de hasta 295 km/h. En el huracán Dean se registraron vientos máximos sostenidos de 270 km/h.

Pronósticos de la trayectoria de los huracanes y su verificación

El pronóstico de la trayectoria y propiedades físicas de los huracanes es de mayor importancia para salvar vidas y para la prevención de afectación a la infraestructura física de los asentamientos humanos, de tal manera que ha habido un gran esfuerzo para construir modelos que permitan hacer este tipo de predicciones. Los modelos simulan la evolución de masas de aire húmedo en una región de la atmósfera terrestre partiendo de las condiciones físicas conocidas en un momento específico. Esta simulación se hace invocando los principios físicos de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía expresados como ecuaciones diferenciales. Estas ecuaciones relacionan los cambios espaciales y temporales de variables físicas como velocidades, temperatura, presión etc. Desgraciadamente, en el presente no se conoce la solución analítica de estas ecuaciones, y debemos resolver versiones aproximadas de ellas usando computadoras digitales. En todos los modelos los principios físicos son los mismos, pero las aproximaciones y los métodos para resolver las ecuaciones son diferentes. En la actualidad hay una febril actividad en los países que cuentan con un mayor desarrollo en ciencia, para diseñar el método que entregue los resultados que permitan hacer una predicción más precisa. Desafortunadamente, en nuestro país aún no contamos con grupos sólidos de investigación en esta rama de la ciencia, capaces de contribuir al esfuerzo mundial.

Uno de los grupos con mayor avance en el estudio de los huracanes es el Centro Nacional de Huracanes (NHC) de los EE.UU., ubicado en el estado americano de la Florida, donde se monitorean permanentemente los Océanos Atlántico y Pacífico del Noreste. En caso de que exista la presencia de un ciclón tropical, el NHC publica un boletín oficial con el pronóstico de la posición del centro del ciclón y de sus vientos máximos promediados en un minuto. Estos pronósticos son emitidos cada seis horas, y cada uno contiene las proyecciones válidas a 9, 21, 33, 45, 69, 93 y 117 horas después del tiempo de publicación del pronóstico (0300, 0900, 1500 ó 2100 UTC). Los boletines se encuentran en la página de Internet con dirección: www.nhc.noaa.gov.

Los pronósticos de la trayectoria del huracán Dean del Océano Atlántico para los días del 18 de agosto de 2007 a la 1:00 PM (2:00 PM EDT), al 22 de agosto a la 1:00 PM, se muestran gráficamente en la Fig. 2. En cada uno de los mapas, el

punto en la extrema derecha de la trayectoria es la posición observada del centro del huracán, el resto de los puntos en cada trayectoria indican las posiciones pronosticadas de su centro. En los mapas también se anota si las intensidades futuras son de tormenta tropical (S) o de huracán (H). El área blanca indica posibles desviaciones de las posiciones del centro del huracán, las cuales se deben a errores probables en los pronósticos; nótese que la incertidumbre en la posición crece conforme se predice un futuro más distante. Una observación interesante en estos mapas es que de acuerdo a la predicción del sábado a las 2:00 PM EDT (mapa en la izquierda superior), el ojo del huracán pasaría por Cancún el martes a las 8:00 AM. En predicciones subsiguientes, la trayectoria fue corregida y para las 8:00 PM del domingo 19, mostrada en el mapa de la esquina superior derecha, se sabía que el huracán entraría a México centenas de kilómetros más al sur de Cancún. Como todos sabemos y la observación de la posición del ojo del huracán revela en el mapa en la esquina inferior izquierda, Dean tocó la costa mexicana unos 290 km al sur de Cancún, en la frontera con Belice.

Al final de cada temporada, los pronósticos de trayectoria e intensidad son evaluados comparándolos con las trayectorias e intensidades observadas para cada ciclón. Los pronósticos son incluidos solamente si el sistema fue un ciclón tropical o extratropical en el momento del pronóstico y de su verificación. El error de la trayectoria se define como la distancia sobre la superficie terrestre entre el pronóstico de la posición del ciclón y la mejor estimación de la posición del centro del fenómeno, en el tiempo de la verificación del pronóstico.

Una observación interesante sobre esta figura es que los pronósticos son más certeros mientras menos tiempo transcurra a partir de su emisión. Además, hay una tendencia a conseguir mayor precisión en los pronósticos conforme transcurre el tiempo, salvo algunas excepciones como el año 2005. Esto se debe a un esfuerzo importante en el diseño de los modelos numéricos, el uso de computadoras más potentes, y el uso de mejores condiciones iniciales obtenidas a través de información recopilada por diversos medios (satélites, aviones, embarcaciones, estaciones terrestres, etc.).

Otra propiedad de los huracanes cuya predicción es muy importante es la intensidad, pues ésta es la responsable de la magnitud de los daños causados. El pronóstico de intensidad de los ciclones tropicales también tiene un margen de error asociado. La figura 4 muestra el error promedio en el pronóstico de intensidad para los ciclones tropicales del Océano Atlántico. Los errores en el pronóstico de intensidad contrastan con los del pronóstico de trayectoria en el hecho de que la mejoría a lo largo de los años ha sido menos clara, manteniéndose una tendencia prácticamente uniforme con oscilaciones considerables. Uno de los fenómenos que aún no está bien entendido científicamente y que interviene en mantener errores en el pronóstico de intensidad es el de la "intensificación explosiva", donde un ciclón aumenta abruptamente la velocidad de su viento máximo sostenido en intervalos de tiempo relativamente cortos. Un ejemplo de esta intensificación explosiva fue el huracán Wilma de 2005, el cual pasó de ser una tormenta tropical a un huracán de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson en un intervalo de 21 horas, entre el día 18 y 19 de octubre de 2005.

Debido a su posición geográfica y a las condiciones socioeconómicas existentes, México es un país especialmente vulnerable a los daños causados por los huracanes, sobre todo cuando la incidencia de los eventos ocurre en poblaciones que cuentan con poca infraestructura. Por otro lado, nuestro país también resulta grandemente beneficiado de la humedad transportada por estos movimientos organizados de grandes masas de aire, lluvia y vapor de agua. Por estas razones consideramos que es muy importante el impulsar el desarrollo del conocimiento científico relacionado con los huracanes en México, así como el de difundir este conocimiento de una forma sencilla a la población, con el objeto de que se comprendan mejor estos fenómenos y se aprenda a vivir con ellos, minimizando sus afectaciones y aprovechando al máximo sus beneficios.