

Capítulo 1

Eventos en estudio

2005 fue considerado un año con una temporada de actividad ciclónica muy alta. En la región IV de la Organización Meteorológica Mundial (región a la que pertenece el territorio mexicano) se generaron 46 fenómenos hidrometeorológicos, 16 de ellos generados en el Pacífico y el complemento se presentaron en el Océano Atlántico.

De los treinta fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en el Atlántico, 14 de ellos alcanzaron la categoría de huracán, 13 se clasificaron como tormentas tropicales y 3 fueron depresiones tropicales. Ocho de estos ciclones impactaron directamente en territorio nacional. Dentro de éstos, destacaron tres; Emily y Wilma, ambos alcanzaron la máxima categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, Stan a pesar de alcanzar solamente la categoría 1 en la misma escala, fue un caso particular. Emily se presentó en el mes de julio y Stan y Wilma en el mes de octubre, estos fueron por sus características y sus efectos los que dejaron un mayor grado de destrucción en la infraestructura nacional.

Informes tanto de la Comisión Nacional del Agua como reportes emitidos por el CENAPRED reflejan que en el año 2005 se presentó la temporada de huracanes más activa registrada en los últimos cinco años, situación que implicó un registro histórico de los daños por parte de las Secretarías ya mencionadas en cuanto a pérdidas económicas se refiere ante la ocurrencia de los eventos registrados en ese año.

Los elementos que por separado o en conjunto, conforman lo que hoy en día conocemos como un huracán son; el viento, la marea de tormenta y la precipitación y, que por sus características hicieron destacables a Emily, Stan y Wilma, por ello, en las siguientes páginas se describe cada uno de ellos y los efectos que representaron en la infraestructura nacional en los Sectores Salud, Educación y Comunicaciones y Transportes. La Tabla 1.1 muestra las características generales presentes durante la ocurrencia de estos tres huracanes.

Tabla 1.1 Características generales de los eventos en estudio

Formación (océano)	Nombre	Categoría en impacto	Lugares de entrada a tierra	Estados afectados	Periodo (inicio – fin)	Día del impacto	Viento máximo en impacto [km/h]
Atlántico	Emily (5° C.T.)	H4 (H3)	20 km. al norte de Tulum, Q. Roo. (San Fernando, Tamps.)	Q. Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León.	10 – 21 julio	18 – jul. (20 – jul.)	215 (205)
Atlántico	Stan (20° C.T.)	TT (H1)	Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo (San Andrés Tuxtla, Ver.)	Q. Roo, Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Hidalgo, Chiapas, Guerrero.	1 – 5 octubre	2 – oct. (4 – oct.)	75 (130)
Atlántico	Wilma (24° C.T.)	H4	Cozumel, Playa Del Carmen, Q. Roo.	Q. Roo y Yucatán.	15 – 25 octubre	21 – oct.	230

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), National Hurricane Center (NHC)

1.1 Características de los fenómenos históricos en estudio

Con objeto de medir los efectos económicos y sociales, a causa de los huracanes Emily, Stan y Wilma, el CENAPRED publicó la serie número 7: IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS DESASTRES EN MÉXICO. En esta serie están asentados los resultados de diversas evaluaciones de estos tres fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en el año 2005, contiene además los efectos que estos tres huracanes causaron sobre la población y sus bienes, así como las características físicas que dieron origen a los huracanes.

Para esta serie, el CENAPRED adoptó el término *daño directo* para referirse a la destrucción parcial o total de acervos. De la misma forma, usó el concepto *daños indirectos* para designar el impacto de los flujos en la producción de bienes y servicios, como resultado de la paralización de actividades económicas ocurridas a raíz de estos tres desastres naturales.

La evaluación de los daños directos se refiere a las afectaciones sufridas por los bienes del sector público y las experimentadas por los sectores privado y social. Los daños directos, en la mayoría de los casos, están valorados y documentados a costo de reposición o valor de mercado.

En la Tabla 1.2 se muestra un resumen de las cifras reportadas como daños directos e indirectos en la serie emitida por el CENAPRED. Destaca en la tabla el valor de los daños directos ocasionados por la ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico Stan, pues de pasar de tormenta tropical a tan solo convertirse en huracán categoría uno, haya generado pérdidas con una magnitud poco mayor a los 13 mil millones de pesos.

Tabla 1.2 Resumen de daños directos e indirectos de los eventos en estudio, (cifras en millones de pesos)

Huracán	Daños directos	Daños indirectos	Total
Emily	3,427.7	960.1	4,387.8
Stan	13,218.3	7,827.1	21,045.4
Wilma	4,801.3	13,971.5	18,772.8
Total	21,447.3	22,758.7	44,206.0

Fuente: CENAPRED

1.1.1 Huracán Emily

Según informes de la Comisión Nacional del Agua, Emily fue el quinto de los ciclones registrados en el 2005. Emily con una duración de doce días impactó directamente en territorio nacional en un par de ocasiones, la primera de ellas el 18 de julio como huracán categoría 4, afectando los estados de Quintana Roo y Yucatán con vientos máximos de 215 km/h. El siguiente impacto se registró a los dos siguientes días en los estados de Tamaulipas y Nuevo León como huracán categoría 3 con vientos máximos de 205 km/h.

En todo el recorrido del huracán Emily sus efectos fueron devastadores, el oleaje (olas de más de 3 metros de altura) junto con la marea de tormenta, alcanzaron elevaciones en el nivel medio del mar de aproximadamente 4 metros, lo que provocó inundaciones considerables en zonas bajas cercanas a la costa, principalmente en las costas de Quintana Roo. Además hubo zonas con presencia de vientos máximos cuyas velocidades superaron los 200 km/h y rachas de hasta 260 km/h. En lo que se refiere a la precipitación, Emily generó lluvias importantes ocasionando inundaciones en zonas bajas y corrientes de lodo en zonas montañosas, principalmente en Tamaulipas y Nuevo León, en este último estado llegaron a registrarse más de 350 mm de lámina de lluvia.

La Figura 1.1 ilustra la trayectoria registrada en el Océano Atlántico del fenómeno meteorológico Emily en el mes de julio de 2005.

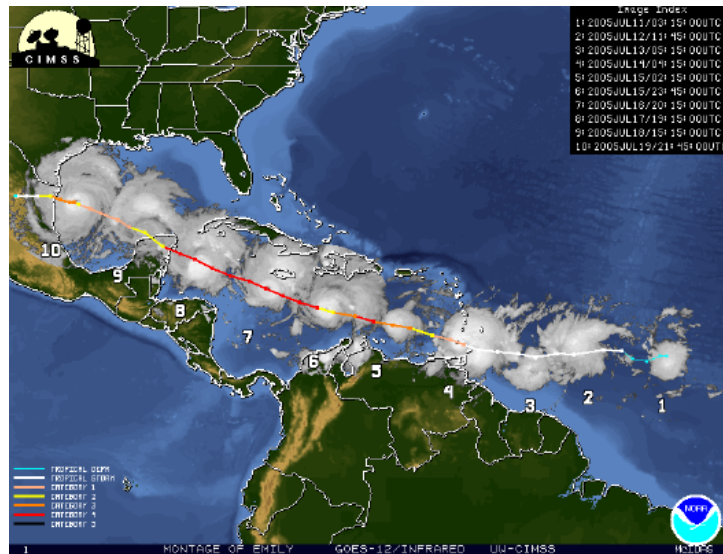


Figura 1.1 Trayectoria del huracán Emily

Fuente: Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMSS)

El número y porcentaje de municipios de los estados afectados por los efectos generados ante la ocurrencia del huracán Emily se muestran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Datos de afectación en el país ante Emily

Estado	Extensión superficial [km ²]	% Representativo del territorio nacional	Número total de municipios	Número de municipios afectados	% Municipios afectados
Quintana Roo	42,842*	2.2%*	8	6	75.0%
Yucatán	39,612*	2.0%*	106	52	49.1%
Tamaulipas	79,829	4.1%	43	21	48.8%
Nuevo León	80,350	4.11%	51	40	78.4%

Fuente: CENAPRED

*Fuente: INEGI <http://cuentame.inegi.org.mx>

A continuación se describen las características particulares más importantes que se presentaron durante los días de ocurrencia del ciclón Emily.

Julio 10. Depresión Tropical.

A las 22 horas en el mar Caribe se generó la Depresión Tropical no. 5, a partir de una zona de fuerte actividad nubosa localizada a 4,645 km al este de Cancún, en el estado de Quintana Roo.

Julio 11. Tormenta Tropical.

Dicha depresión, al continuar desarrollándose logró convertirse aproximadamente a las 22 horas en la tormenta tropical Emily, con vientos mayores a 70 km/h y una presión de 1003 milibares.

Julio 13. Huracán categoría 1.

A las 22 horas del día la tormenta tropical Emily alcanzó la categoría uno dentro de la escala de huracanes Saffir-Simpson.

Julio 14. Huracán categoría 2.

A las 10 horas del día, Emily ya con categoría 2 presentó vientos máximos de 155 km/h con rachas de 195 km/h, se localizó a 2,595 km al este-noreste de Cancún, Q. Roo, desplazándose con una velocidad de 30 km/h. En las siguientes seis horas logró incrementarse a categoría 3.

Julio 16. Huracán categoría 5.

Durante el transcurso del día fueron más notorios los valores en el descenso de la presión, a las 13 horas se presentó un valor de 937 milibares y a las 22 horas comenzó el ascenso de la presión con 943 milibares. El valor más bajo fue de 929 milibares registrado a las 19 horas, lo que generó el valor mayor en cuanto a viento se refiere con velocidades de 250 km/h y rachas de 305 km/h. A las 13 horas Emily alcanzó la máxima categoría en la escala Saffir-Simpson.

Julio 17. Huracán categoría 4.

En las primeras cuatro horas del día, Emily descendió a categoría 4, se ubicó a 115 km al sureste de Puerto Morelos, Quintana Roo. En ese momento se desplazó a 30km/h, con una dirección hacia el oeste-noroeste, sus vientos máximos fueron de 215 km/h con rachas de 260 km/h, una presión central de 955 milibares, el diámetro de su ojo fue de 18.5 km con una extensión de 25 km en el semicírculo sur y de 55 km en el semicírculo norte. Lo que implicó establecer zona de alerta para todos los municipios del estado.

La precipitación que registró el radar de Cancún, Q. Roo, durante la tarde de este día y madrugada del 18 de julio, presentó ecos de lluvia moderada a fuerte intensidad sobre el norte de Quintana Roo. Sin embargo, Emily generó en la estación de Cancún una lámina de lluvia de 33.5 mm en 24 horas y a las 48 horas fueron registrados 66.5 mm. En Yucatán, la estación del municipio de Motul registró una precipitación máxima acumulada en 24 horas de 25 mm.

Julio 18. Primer impacto a territorio nacional.

En las dos primeras horas del día, Emily con categoría 4, se ubicó sobre la línea costera del centro del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con vientos máximos de 215 km/h y rachas de 260 km/h y una velocidad de desplazamiento de 30 km/h.

Una vez que entró a territorio mexicano, el ciclón perdió fuerza y se degradó a huracán categoría 2, con vientos de 160 km/h con rachas de 210 km/h, su dirección fue al oeste-noroeste y su velocidad de desplazamiento de 28 km/h. Permaneció en los estados de Quintana Roo y Yucatán por un lapso de cuatro horas en cada uno de ellos.

Julio 19. Golfo de México.

A las 14 horas del día, con categoría 2 y durante un transcurso de 40 horas, el huracán Emily entró y permaneció en el Golfo de México, lo que hizo que recobrara energía e incrementara su categoría a 3 en la escala Saffir-Simpson, desplazándose hacia el noreste de territorio mexicano.

Julio 20. Segundo impacto a territorio nacional.

A las 7 horas del día Emily impactó nuevamente en territorio nacional ahora en el estado de Tamaulipas en las costas del municipio de San Fernando, con categoría 3; sus vientos fueron de 205 km/h, presentándose rachas de 250 km/h y una velocidad de desplazamiento de 16 km/h. En el transcurso de las siguientes seis horas comenzó a perder fuerza, debilitándose a categoría 1.

Los registros de lluvia máxima puntual acumulada en 24 horas durante el 20 de julio fueron de 350 mm en las estaciones Cerralvo, Nuevo León, 254 mm en Valle Hermoso, Tamaulipas y 185 mm en Candela, Coahuila.

Julio 21 y 22. Disipación.

Finalmente, a las 10 horas del día 21 de julio el meteoro comenzó su etapa de disipación al encontrarse con el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental entre los límites de los estados de Nuevo León y Coahuila, en éste último aún fueron importantes las consecuencias por sus remanentes en el sur del estado.

1.1.2 Huracán Stan

Según informes de la Comisión Nacional del Agua, Stan fue el vigésimo ciclón tropical registrado en el 2005. Con una duración de cinco días impactó directamente en territorio nacional en dos ocasiones, la primera de ellas el 2 de octubre como tormenta tropical, afectando a los estados de Quintana Roo y Yucatán con vientos máximos de 75 km/h. El siguiente impacto se registró el 4 de octubre en las costas del estado de Veracruz, ya con categoría 1 y vientos máximos de 130 km/h, afectando a los estados de Veracruz, Oaxaca, Puebla, Hidalgo, Chiapas y Guerrero. Stan fue la décima octava tormenta tropical y el décimo primer huracán de la temporada de huracanes de 2005 en el Atlántico. Además, fue el sexto ciclón tropical que impactó a México en dicho año.

Los elementos viento, oleaje y marea de tormenta del huracán Stan fueron poco importantes; la acción del viento presentó velocidades de 130 km/h, el oleaje con valores de 3 m de altura y la marea de tormenta llegó hasta el 1.4 m por encima del nivel medio del mar.

Lo que hizo particular este fenómeno fue que en territorio nacional también se tuvo la presencia de la onda tropical número 40, la cual al interactuar con los remanentes del huracán Stan durante los días 4, 5 y 6 de octubre, ocasionaron precipitaciones extraordinarias de hasta 307 mm de lámina de lluvia en 24 horas, provocando severas inundaciones, deslaves y daños materiales importantes en varios estados del centro y sur del país. Los mayores registros de lluvia máxima puntual en 24 horas fueron de 143 mm en Peto, Yucatán y 138 mm en Cancún, Q. Roo el día 2 de octubre; el día 3 fueron 212 mm en Tlalchinol, Hidalgo y de 307 mm en Novillero, Chiapas; 305 mm en Cuetzalán, Puebla, 273 mm en Jacatepec, Oaxaca, 247 mm en Veracruz, Veracruz el día 4.

La Figura 1.2 ilustra la trayectoria registrada en el océano Atlántico del fenómeno meteorológico Stan en el mes de octubre de 2005.

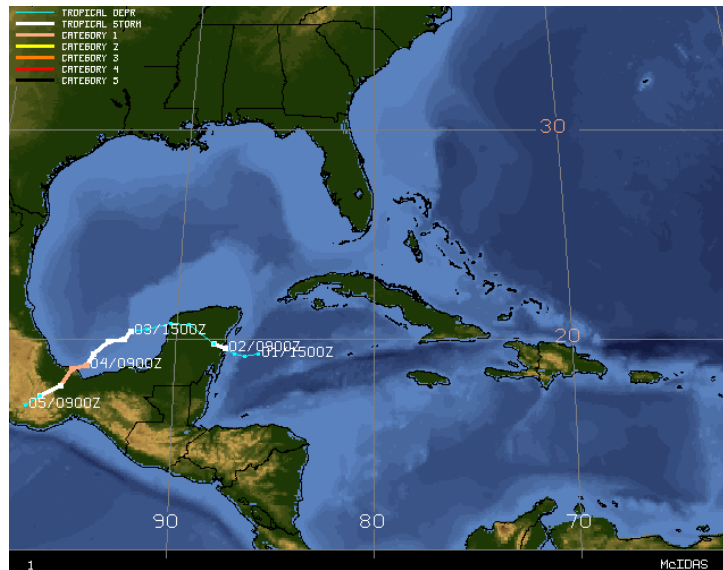


Figura 1.2 Trayectoria del huracán Stan

Fuente: Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMSS)

El número y porcentaje de municipios de los estados afectados por los efectos generados ante la ocurrencia del huracán Stan se muestran en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4 Datos de afectación en el país ante Stan

Estado	Extensión superficial [km ²]	% Representativo del territorio nacional	Número total de municipios	Número de municipios afectados	% Municipios afectados
Hidalgo	20,920	1.08%	84	42	50.0%
Puebla	33,902	1.7%	217	108	49.8%
Oaxaca	95,364	4.8%	570	264	46.3%
Veracruz	72,420	3.7%	210	184	87.7%
Chiapas	73,211	3.8%	119	41	34.5%

Fuente: CENAPRED

A continuación se describen las características particulares más importantes que se presentaron durante los días de ocurrencia del huracán Stan.

Octubre 1. Depresión Tropical.

A las 10 horas del día se originó la depresión tropical número 20 en el mar Caribe, del Océano Atlántico, dicha depresión se localizó a 250 km al este-sureste de Tulúm, Quintana Roo. Con vientos máximos sostenidos de 45 km/h con rachas de 65 km/h, presión mínima de 1007 milibares y con una velocidad de desplazamiento de 9 km/h moviéndose hacia el oeste-noroeste y entrar a tierra por la península de Yucatán.

Octubre 2. Primer impacto a territorio nacional.

Con esta fecha la depresión tropical tuvo su primer impacto en tierra a 50 km al este de Felipe Carillo Puerto, Q. Roo con vientos de 75 km/h, este mismo día, el meteoro se intensificó y fue ya la tormenta tropical Stan y se encontró cruzando la península de Yucatán con vientos de 65 km/h, dejando precipitaciones entre 150 mm y 250 mm de lámina de lluvia. Al final del día se encontró a 10 km al sureste de Celestún, Yucatán, ya como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h.

Octubre 3. Golfo de México.

En las primeras horas del día se internó nuevamente al mar, en el Golfo de México, desplazándose hacia el oeste con una velocidad de 17 km/h, lugar donde ganó otra vez fuerza al emerger en la Bahía de Campeche. A las 4 horas fue nuevamente tormenta tropical con vientos de 75 km/h con rachas de 85 km/h y presión central de 997 milibares.

Octubre 4. Segundo impacto a territorio nacional.

A las cuatro de la mañana Stan ganó la categoría de huracán con escala 1, en ese momento estuvo a 195 km al este-sureste del puerto de Veracruz y con vientos de 120 km/h., horas más tarde Stan se localizó a 75 km al norte de Coatzacoalcos, Veracruz, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h con rachas de 155 km/h. A las 10 horas de ese día entró a tierra a unos 20 km al noreste de San Andrés Tuxtla, Veracruz. Al tocar tierra, Stan comenzó a perder energía degradándose a tormenta tropical con vientos sostenidos de 105 km/h con rachas de 130 km/h. Por la noche, al cruzar la sierra de la parte norte de Oaxaca, Stan con vientos máximos sostenidos de 55 km/h con rachas de 75 km/h se debilitó a depresión tropical a unos 30 km al noreste de la ciudad de Oaxaca, Oaxaca.

Octubre 5. Disipación.

En la madrugada del día, después de haber avanzado sobre la región montañosa del estado de Oaxaca, la depresión tropical Stan entró en su proceso de disipación a una distancia de 60 km al oeste-suroeste de la ciudad de Oaxaca. Su permanencia sobre el territorio del estado fue de 36 horas, lo que trajo consigo lluvias intensas que provocaron que los niveles de los ríos en todo el estado se incrementaran con el consecuente desbordamiento de algunos de ellos, situación similar ocurrió en el estado de Chiapas. Finalmente Stan se disipó sobre aguas frías del Pacífico norte.

1.1.3 Huracán Wilma

En el mes de octubre ya se habían registrado 23 fenómenos; de éstos, 12 llegaron a la clase de huracán y Wilma fue el tercero en alcanzar la categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, categoría que se caracteriza por presentar daños catastróficos. Según informes de la Comisión Nacional del Agua, Wilma fue el vigésimo cuarto ciclón tropical registrado en el 2005. Con una duración de once días, Wilma impactó en territorio nacional el 21 de octubre, afectando a los estados de Quintana Roo y Yucatán alcanzando vientos máximos de 230 km/h.

La precipitación, viento, marea de tormenta y oleaje que caracterizaron al huracán Wilma fueron muy importantes.

En lo que se refiere a la precipitación, la actividad convectiva más importante de Wilma se presentó cerca de las costas de los estados de Quintana Roo y Yucatán. El ojo de Wilma pasó por el extremo norte de la isla de Cozumel, Q. Roo. Las precipitaciones de Wilma fueron importantes, la estación perteneciente a la Secretaria de Marina en Isla Mujeres, Q. Roo, registró 1,576 mm de lámina de lluvia en 24 horas.

Los vientos intensos de Wilma sobre la República Mexicana alcanzaron los 220 km/h con rachas de hasta 260 km/h poco antes de impactar en Cozumel. Wilma alcanzó un valor en presión barométrica central de 882 milibares. Este valor tuvo un significado muy importante, ya que la presión es inversamente proporcional a la magnitud de los vientos, Wilma ha sido el huracán más intenso conocido en los últimos tiempos.

La magnitud de los vientos generados por este fenómeno sobre la superficie del océano y la disminución de la presión central originaron un considerable ascenso del nivel medio del mar (marea de tormenta) provocando, inundaciones en las zonas bajas continentales cercanas al mar y olas que alcanzaron una altura mayor a los 3.5 m, impactando directamente sobre estructuras y construcciones cercanas a la costa.

La Figura 1.3 ilustra la trayectoria registrada en el océano Atlántico del fenómeno meteorológico Wilma en el mes de octubre de 2005.

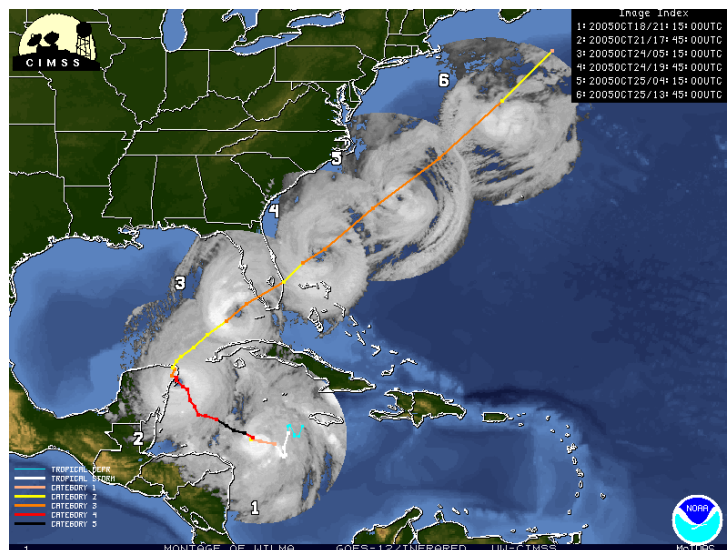


Figura 1.3 Trayectoria del huracán Wilma

Fuente: Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMSS)

El número y porcentaje de municipios de los estados afectados por los efectos generados ante la ocurrencia del huracán Wilma se muestran en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5 Datos de afectación en el país ante Wilma

Estado	Extensión superficial [km ²]	% Representativo del territorio nacional	Número total de municipios	Número de municipios afectados	% Municipios afectados
Quintana Roo	42,842*	2.2%*	8	6	75.0%
Yucatán	39,612*	2.0%*	106	73	68.9%

Fuente: CENAPRED

*Fuente: INEGI <http://cuentame.inegi.org.mx>

A continuación se describen las características particulares más importantes que se presentaron durante los días de ocurrencia del ciclón Wilma.

Octubre 15.

La depresión tropical que dio origen al huracán Wilma se formó con esta fecha en una zona de fuerte inestabilidad localizada a 930 km al este-sureste de Cancún, Quintana Roo. Intensificándose con un movimiento errático hacia el sur.

Octubre 17. Tormenta Tropical.

Para las primeras cinco horas del día el meteoro pasó a ser la tormenta tropical Wilma, registrando vientos máximos con velocidades de 65 km/h y una presión central de 1000 milibares.

Octubre 19. Huracán Categoría 5.

Como un hecho insólito, situación que no había ocurrido desde 1988 con el huracán Gilbert, el huracán Wilma en menos de 20 horas pasó de categoría 1 a la máxima categoría 5 en la escala Saffir-Simpson. Wilma con categoría 5, presentó vientos máximos de 270 km/h con rachas de 315 km/h. Además presentó una velocidad de desplazamiento de 11 km/h y una presión central de 882 milibares.

Octubre 20. Huracán Categoría 4.

A las 10 horas, Wilma descendió a categoría 4 localizado a 275 km al sur-sureste de Cozumel, Q. Roo. La velocidad de desplazamiento fue de 11 km/h dirigiéndose hacia el oeste-noroeste, los vientos máximos fueron de 230 km/h con rachas de 285 km/h, una presión central de 915 milibares y el diámetro de su ojo fue de 65 km.

Octubre 21. Impacto en territorio nacional.

Durante las primeras horas del día, el huracán Wilma con categoría 4, se encontró a 80 km al sureste de Cozumel, Q. Roo, con vientos máximos de 230 km/h y una velocidad de desplazamiento de 9 km/h; además generó fuerte nubosidad. Impactó en territorio nacional a las 13 horas, su ojo llegó al este de la isla de Cozumel, sobre tierra se desplazó lentamente hacia el oeste-noroeste y estuvo a 65 km al sur de Cancún, sus vientos fueron de 220 km/h con rachas de 270 km/h.

En menos de 24 horas, Wilma salió al mar Caribe e impactó nuevamente como huracán categoría 4 en la península de Yucatán cerca de la localidad El Rancho Grande, perteneciente al municipio de Benito Juárez en Quintana Roo. En este lugar, sus vientos alcanzaron los 220 km/h y una presión de 932 milibares. En tierra su desplazamiento tuvo una velocidad de 3 km/h hacia el norte, permaneciendo 22 horas en territorio mexicano con vientos de 160 km/h. Sus bandas nubosas generaron precipitaciones extraordinarias en tierra.

Octubre 22. Huracán Categoría 3.

A las 4 horas, el huracán Wilma con categoría 3, generó vientos máximos de 155 km/h, en un radio de 32 km. Wilma salió a las 22:00 horas al Golfo de México con categoría 2 y se movió hacia el norte con una velocidad de desplazamiento de 5 km/h.

Octubre 23. Golfo de México.

Una vez interno en el Golfo de México, presentó fuerte nubosidad y las bandas del meteoro afectaron el norte de Quintana Roo. En 24 horas el meteoro se intensificó a huracán categoría 3 y se desplazó a 30 km/h hacia Florida, EUA.

Octubre 24. Disipación.

Finalmente, con esta fecha el ojo del huracán Wilma impactó en Palm Beach, EUA y se desplazó siguiendo una dirección paralela a la costa este de Estados Unidos durante cinco días, hasta que se disipó cerca de los 50° de latitud norte, a 500 km al sur de la ciudad de Halifax, Canadá.

1.2 Modelación de los fenómenos históricos en estudio

Como se mencionó anteriormente, para poder estimar las pérdidas (daños directos) ante la ocurrencia de los huracanes analizados en esta tesis, el Instituto de Ingeniería de la UNAM desarrolló como parte de un estudio, el sistema de cómputo (R-FONDEN) que permite llevar a cabo la modelación de escenarios de pérdidas, esta modelación, a su vez, se emplea para estimar el riesgo en los activos de una cartera en estudio ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos históricos o simulados. En esta tesis se documentan las pérdidas esperadas para las carteras de los Sectores Salud, Educación Pública y Comunicaciones y Transportes.

Para llevar a cabo la estimación de pérdidas, el sistema R-FONDEN considera las modelaciones de los peligros por viento, marea de tormenta e inundación. Para obtener resultados confiables, las modelaciones emplean información que haya sido correctamente registrada de los parámetros indicativos de la severidad del fenómeno como intensidades en los valores de presión barométrica central, velocidad máxima de viento sostenida en el ojo del huracán, radio ciclotrónico, así como todos los puntos que definieron propiamente el recorrido del huracán.

Además, al estimar el riesgo por la ocurrencia de los tres huracanes en estudio, el sistema R-FONDEN toma en cuenta las características de las construcciones; número de pisos, uso y otros datos que proporcionen información sobre el comportamiento de la misma ante el fenómeno natural que se requiera estudiar, todo esto reflejado en funciones de vulnerabilidad específicas para los distintos sistemas estructurales.

Los resultados arrojados por este sistema son estimaciones probabilísticas de los posibles daños a las estructuras de las Secretarías de Salud (SSA), de Educación Pública (SEP) y a la infraestructura carretera de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), dado que se emplean funciones que definen el valor esperado de un daño el cual tiene asociada una incertidumbre.

Por otro lado, la estimación del riesgo que se refleja en esta tesis, considera una parte determinista, en el sentido que se emplean eventos científicamente registrados que ocurrieron en el pasado. Dicha estimación se puede presentar en mapas que permiten conocer las zonas de mayores intensidades de amenaza para la infraestructura de los sectores antes mencionados ante la presencia de huracanes en el país.

En la Figura 1.4 se presentan tres imágenes con las trayectorias de los huracanes Emily, Stan y Wilma. Con estas trayectorias se llevó a cabo la estimación de las pérdidas de los activos que integran cada una de las carteras de las Secretarías de Salud, Educación Pública y Comunicaciones y Transportes.

Para cada uno de los huracanes se presentan en mapas las trayectorias registradas tras los avisos emitidos y publicados por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). En cada uno de los mapas, las trayectorias se presentan en ternas de puntos azules donde el punto central de cada terna ejemplifica la posición que presentó el ojo del huracán al momento del registro y los puntos externos al ojo del huracán representan el radio ciclotrónico al momento del registro.

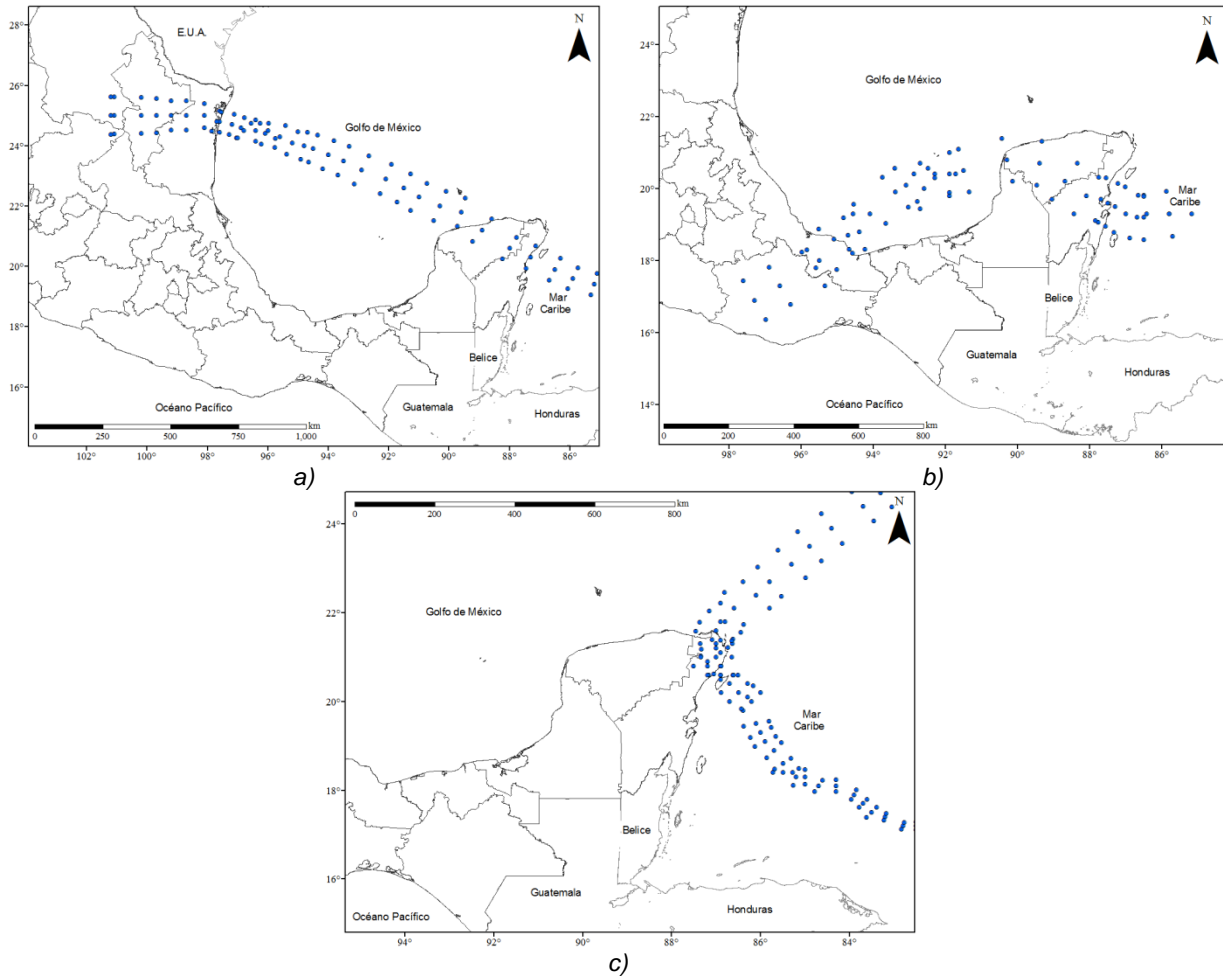


Figura 1.4 Trayectorias de los huracanes modelados; a) Emily, b) Stan y c) Wilma

En los próximos dos capítulos se presenta un análisis detallado con mapas y resúmenes de las pérdidas registradas y documentadas por el CENAPRED así como, las pérdidas estimadas por el sistema R-FONDEN en las edificaciones de los sectores Salud y Educación, de la misma manera, las reflejadas en la infraestructura carretera del Sector Comunicaciones y Transportes ante la ocurrencia de los tres fenómenos hidrometeorológicos aquí documentados, con lo que se puntualizan y conocen las zonas de mayores intensidades de amenaza para la infraestructura ante la ocurrencia de huracanes.