



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil y Geomática

Análisis de los daños ocasionados por el Huracán Wilma en Comercios y Gasolineras

T E S I S

Para obtener el Título de:

INGENIERO CIVIL

Presenta:

Machado Gasca Priscila

Director de Tesis:
Dr. Eduardo Reinoso Angulo

Ciudad Universitaria, México D.F. 2007





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

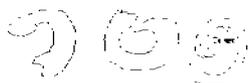
Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Priscila Machado

Gasca

FECHA: 30/ octubre /07

FIRMA: [Firma]



ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	3
1. HURACÁN WILMA.....	4
1.1 Formación de un huracán.....	4
1.2 Cronología del Huracán Wilma.....	8
1.3 Trayectoria del Huracán Wilma.....	10
1.4 Descripción de la zona de estudio.....	14
2. PÉRDIDAS OBSERVADAS EN GASOLINERAS	16
2.1 Ubicación de las gasolineras.....	16
2.2 Componentes de las gasolineras.....	17
2.3 Daños ocasionados a los componentes de cada una de las gasolineras.....	19
2.4 Daños a los contenidos.....	22
2.5 Daños a los edificios.....	23
2.6 Historia de velocidades.....	24
2.7 Descripción de los daños.....	32
3. PÉRDIDAS OBSERVADAS EN COMERCIOS	40
3.1 Ubicación de los comercios.....	40
3.2 Componentes de los comercios.....	41
3.3 Daños ocasionados a los componentes del inmueble comercial.....	41
3.4 Daños a los contenidos de los inmuebles comerciales.....	44
3.5 Daños a los edificios.....	45
3.6 Historia de velocidades.....	47
3.7 Descripción de los daños.....	57
4. CONCLUSIONES.....	60



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....63
ANEXOS GASOLINERAS..... I
ANEXOS COMERCIOS..... i



PRESENTACIÓN

La finalidad de este trabajo es presentar una descripción sobre los daños que ocasiono el Huracán Wilma en octubre del 2005. El análisis de daños que se presenta es a las estructuras de gasolineras y comercios, se tomaron estas dos diferentes estructuras porque en el caso de las gasolineras la forma de cada una de ellas no varia, ni en forma, uso y materiales de construcción, es decir es una muestra de estudio estructural homogénea, en el caso de comercios son estructuras heterogéneas que cambian drásticamente desde el diseño estructural, arquitectónico, el uso, tipo de material estructural, giro comercial, etc.

Utilizando estas dos diferentes tipos de estructuras se estimaron las pérdidas observadas a los edificios y a los contenidos, mediante la recopilación de información de las empresas aseguradoras, además de utilizar un programa para obtener la historia de velocidades de cada punto geográfico a lo largo del huracán Wilma por la península de Yucatán y poder relacionar los daños obtenidos con la velocidad del viento.

Se pretende contribuir al estudio de riesgos hidrometeorológicos, que servirá para crear medidas de seguridad ante un nuevo fenómeno de este tipo y de esta manera no solo crear medidas correctivas si no crear programas preventivos que disminuyan los posibles daños que se puedan presentan en los futuros huracanes, tomando como referencia los daños que ocasionó el huracán Wilma.

Además de poder explicar por que es necesario modificar y crear nuevas especificaciones de construcción que puedan brindar seguridad a sus ocupantes y disminuir los daños que ocasionan pérdidas económicas, sociales y desde el punto de vista de la Ingeniería Civil poder mejorar la calidad de la construcción en México a través de nuevos diseños estructurales a los inmuebles que se encuentran más vulnerables a este tipo de fenómenos.



1. HURACÁN WILMA

1.1 Formación de un huracán

Los ciclones tropicales se forman sobre las cálidas aguas del trópico, a partir de disturbios atmosféricos preexistentes tales como sistemas de baja presión y ondas tropicales. Las ondas tropicales se forman cada tres o cuatro días sobre las aguas del océano atlántico, cerca de la línea ecuatorial. Los ciclones tropicales también pueden formarse de frentes fríos y, ocasionalmente, de un centro de baja presión en los niveles altos de la atmósfera (Figura 1.).

El proceso por medio del cual una tormenta tropical se forma y, subsecuentemente, se intensifica al grado de huracán depende de, al menos, tres de las condiciones siguientes:

- I. **Un disturbio atmosférico preexistente** (onda tropical) con tormentas en el mismo.
- II. **Temperaturas oceánicas cálidas, al menos 26°C**, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta.
- III. **Vientos débiles en los niveles altos** de la atmósfera que no cambien mucho en dirección y velocidad.

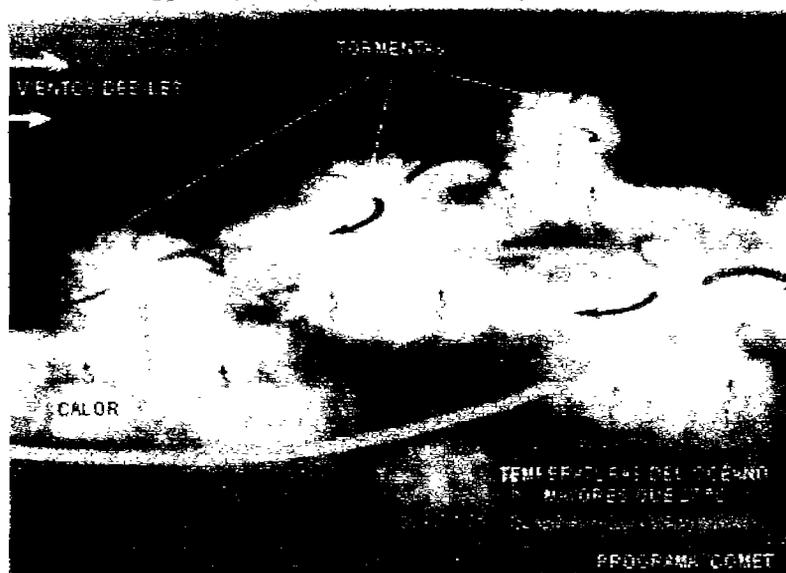


Figura 1. Formación de un huracán



El centro del huracán es más cálido que el aire que lo rodea. La energía la obtiene gracias a la condensación del vapor de agua que se origina por la evaporación del mar, cuando el vapor se expande empieza a ascender rápidamente, hasta llegar a las zonas altas de la atmósfera donde se encuentran temperaturas bajas, en este punto el vapor se vuelve a condensar donde libera gran cantidad de energía originando nubes de gran magnitud que pueden alcanzar una altura de 15 000 metros y lluvias de aire que va en ascenso

En la zona inferior de aproximadamente 3 mil metros el aire es succionado en dirección al centro del huracán, mientras que en los niveles medios se provoca una circulación ciclónica de aire ascendente y en la parte superior del huracán el aire se mueve hacia fuera (Figura 1.1).

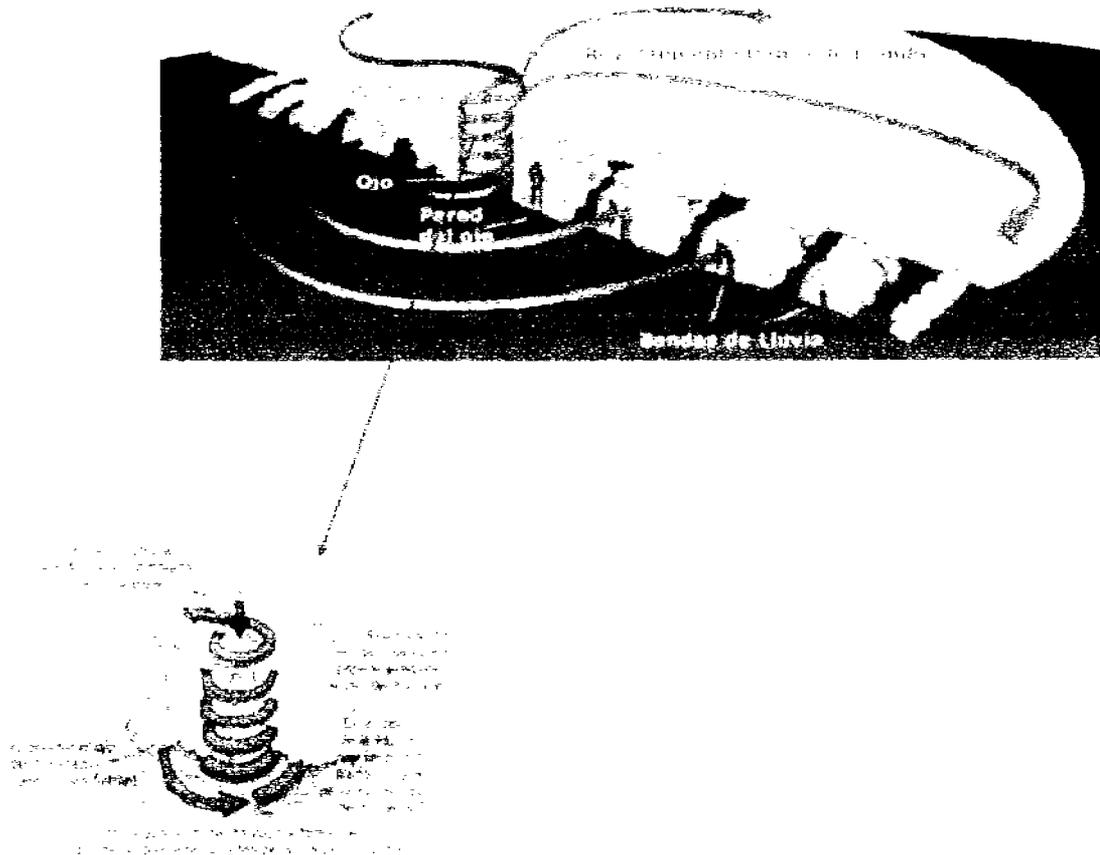


Figura 1.1 Estructura de un huracán

Los huracanes inicialmente nacen como un sistema de baja presión. A medida que transcurre el año, los lugares de nacimiento de los huracanes se trasladan



hacia el oeste de su posición inicial, frente a las costas africanas, trasladándose al Mar Caribe especialmente en los meses de septiembre y octubre.

Las zonas geográficas (Figura 1.1.1) donde se forman los huracanes son:

- Cuenca del Atlántico
- Noroeste de la Cuenca del Pacífico (de México a la línea de cambio de fecha)
- Noroeste de la Cuenca del Pacífico (de la línea de cambio de fecha)
- Norte del océano Índico (incluyendo la bahía de Bengala y el mar de Arabia)
- Suroeste del océano Índico (de África a 100° este)
- Suroeste de la cuenca indo/australiana (100 °E-142°E)
- Cuenca australiana/suroeste del Pacífico (142°E-120°O)

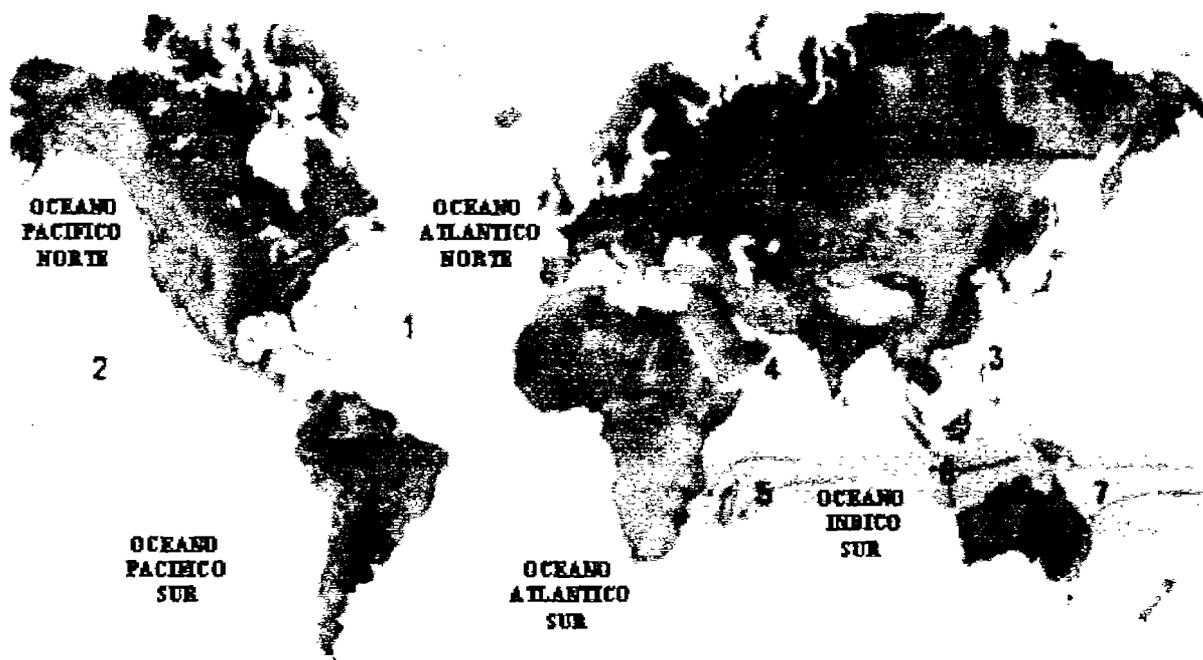


Figura 1.1.1 Zonas geográficas donde se forman los huracanes

Las áreas en color indican las zonas marinas en las que pueden formarse los huracanes alrededor del mundo.

Contrario a lo que pueda aparentar en los mapas climáticos, un huracán es más que un punto en un mapa, y su curso es más que una línea. Es un sistema de gran magnitud que puede afectar una gran extensión de una zona, tomando medidas de precaución en el lugar donde se predice que afectará dicho fenómeno.

Las partes principales de un huracán (Figura 1.1.2) son:

- Las bandas nubosas en forma de espiral alrededor de su centro.



- El ojo es un sector de bastante calma, poca nubosidad y, aproximadamente de 30 a 65 Km de diámetro.
- La pared del ojo está compuesta de nubes densas; en esta región se localizan los vientos más intensos del huracán.

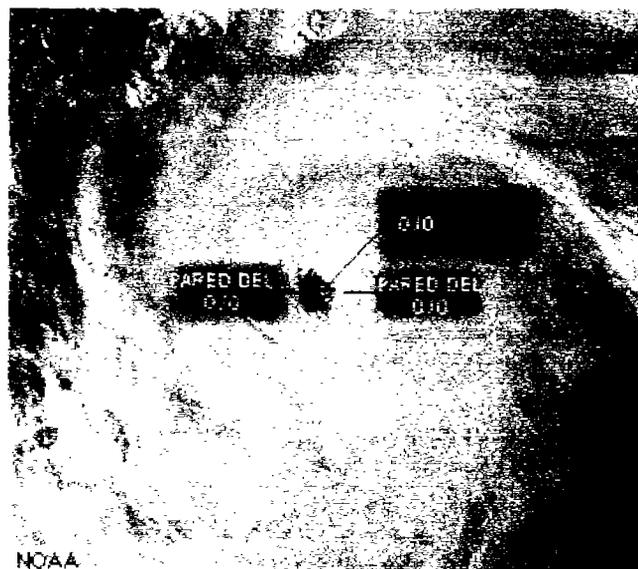


Figura 1.1.2 Partes principales de un huracán

Las bandas en forma de espiral con fuerte actividad lluviosa convergen hacia el centro del huracán de manera antihoraria. En los niveles altos de la atmósfera, el viento circula en forma horaria (anticiclónico), contrario a como lo hace en los niveles bajos. El aire desciende en el centro del huracán dando lugar al ojo del mismo.

En la densa pared de nubes que rodea el ojo se localizan los vientos más fuertes del huracán (Figura 1.1.3). Las bandas en forma de espiral con fuerte actividad lluviosa convergen hacia el centro del huracán de manera antihoraria. En los niveles altos de la atmósfera, el viento circula en forma horaria (anticiclónico), contrario a como lo hace en los niveles bajos. El aire desciende en el centro del huracán dando lugar al ojo del mismo. En la densa pared de nubes que rodea el ojo se localizan los vientos más fuertes del huracán.

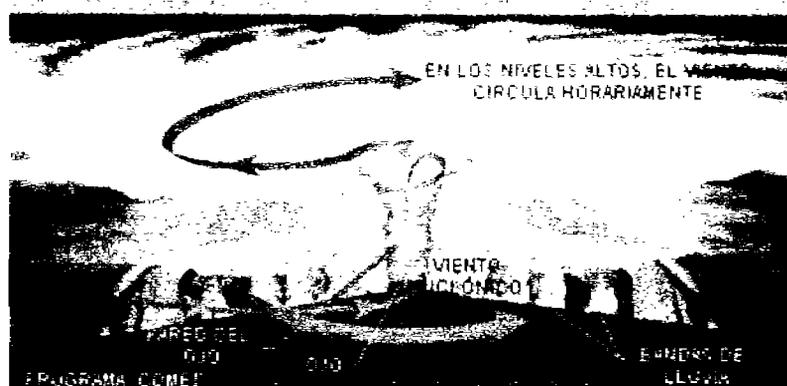
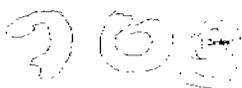


Figura 1.1.3 Niveles más altos de la atmósfera

Cambios en la estructura del ojo y de la pared del ojo pueden causar cambios en la velocidad del viento del huracán. El ojo puede cambiar de tamaño a medida que el huracán recorre las aguas oceánicas. Las bandas de lluvia exteriores al huracán a menudo tienen vientos con fuerza de huracán o tormenta, pueden extenderse algunos cientos de kilómetros del centro y tienen un ancho de algunos kilómetros hasta 145 kilómetros y varían entre 80 y 480 kilómetros de largo. El tamaño típico (diámetro) de un huracán es de 480 kilómetros de ancho, aunque este valor puede variar considerablemente. El tamaño NO es un indicador, necesariamente, de la intensidad del huracán.

1.2 Cronología del Huracán Wilma

Uno de los fenómenos naturales más impactantes que afectó a México durante el año 2005 fue el Huracán llamado Wilma. En esta temporada se registraron varios huracanes de los cuales Wilma fue el tercer huracán de categoría 5 de acuerdo a la escala de huracanes de Saffir-Simpson, esta escala clasifica a los huracanes según la intensidad del viento, y fue desarrollada en 1969 por el ingeniero civil Hervert Saffir y el director del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos, Bob Simpson, de ahí el nombre de Saffir-Simpson. Cabe mencionar que esta escala no considera la cantidad de precipitación ni la situación del lugar (Tabla 1.2).

Wilma forma parte de la temporada huracanes en el Atlántico del 2005, en donde se presentaron 27 depresiones tropicales, de las cuales 23 alcanzaron la categoría de huracán.

Una de las principales causas por las que se tuvieron grandes pérdidas fue que Wilma alcanzó tierra en más de una ocasión golpeando severamente en México a la península de Yucatán, Cuba y en la parte sur de la península estadounidense de la Florida.



Tabla 1.2 Escala Saffir-Simpson

Velocidad del viento	33-42 m/s	119-153 Km/h	64-82 Kt	74-95 m/h
Oleaje	1.2 - 1.5 m		4 - 5 ft	
Presión Central	980 hPa			
Nivel de daños	Sin daños a las estructuras de los edificios. Daños básicamente en casas flotantes no amarradas, arbustos y árboles. Inundación en zonas costeras y daños de poco alcance en puentes.			
Ejemplos	Huracán Agnes- Huracán Danny- Huracán Ofelia- Huracán Vince.			
Velocidad del viento	43 - 49 m/s	154 - 177 Km/h	83 - 95 Kt	96 - 110 mph
Oleaje	1.8 - 2.4 m		6 - 8 ft	
Presión Central	965 - 979 mbar		28.50 - 28.91 in Hg	
Daños potenciales	Daños en tejados, puertas y ventanas. Importantes daños en la vegetación, casas móviles, etc. Inundaciones en puertos así como rupturas de pequeños amarres			
Ejemplos	Huracán Bob, Huracán Bonnie, Huracán Frances, Huracán Juan			
Velocidad del viento	50 - 58 m/s	178 - 209 Km/h	96 - 113 Kt	111 - 130 mph
Oleaje	2.7 - 3.7 m		9 - 12 ft	
Presión Central	945 - 964 mbar		27.91 - 28.47 in Hg	
Daños potenciales	Daños estructurales en edificios pequeños. Destrucción de casas móviles. Las inundaciones destruyen edificaciones pequeñas en zonas costeras y objetos a la deriva pueden causar daños en edificios mayores. Posibilidad de inundaciones tierra adentro.			
Ejemplos	Huracán Fran, Huracán Isidore, Huracán Jeanne			
Velocidad del viento	59 - 69 m/s	210 - 249 Km/h	114 - 135 Kt	131 - 155 mph
Oleaje	4.0 - 5.5 m		13 - 18 ft	
Presión Central	920 - 944 mbar		27.17 - 27.88 inHg	
Daños potenciales	Daños generalizados en estructuras protectoras, despiece de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de banquetas y playas. Inundaciones en terrenos interiores.			
Ejemplos	Huracán Wilma, Huracán Hugo, Huracán Pauline, Huracán Katrina			
Velocidad del viento	≥ 70 m/s	≥ 250 Km/h	≥ 136 Kt	≥ 156 mph
Oleaje	≥ 5.5 m		≥ 19 ft	
Presión Central	< 920 mbar		< 27.17 inHg	
Daños potenciales	Destrucción de tejados completa en algunos edificios. Las inundaciones pueden llegar a las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa. Puede ser requerida la evacuación masiva de áreas residenciales.			
Ejemplos	Huracán Andrés, Huracán Camilo, Huracán Mitch, Huracán Gilbert			



A continuación se muestra en la tabla 2 , los datos más relevantes del huracán Wilma

Tabla 1.2.1 Datos relevantes del huracán Wilma

Formación	15 de octubre de 2005
Disipación	25 de octubre de 2005
Vientos máximos	280 km/h (durante 1 minuto)
Presión mínima	882 hPa
Daños	entre \$18 y \$22 millones de dólares (USD)
Fallecimientos	28 directas, 32 indirectas
Áreas afectadas	Caribe occidental, Yucatán (México), Florida (Estados Unidos), América Central, Cuba, Bahamas, vientos que afectaron la costa este de EE.UU. y Canadá

1.3 Trayectoria del Huracán Wilma

Una parte importante del estudio es saber cual fue la trayectoria de Wilma (Figura 1.3.1) ya que con ello se podrá tener en cuenta cual es la parte más afectada de la zona de estudio debido a la entrada del huracán Wilma a tierras mexicanas.

El 15 de octubre del 2005 , debido a las presiones bajas, ocasionó en el Atlántico Oeste y en el Este del Caribe Tormentas eléctricas, bajo estas condiciones se fue generando lentamente una depresión tropical en un lapso de 24 horas. Para el 17 de Octubre ya se consideró como Tormenta Tropical. El movimiento de la tormenta fue lento por las aguas que fue cobrando fuerza continuamente hasta llegar a la categoría de huracán el 18 de octubre de ese mismo año.



En el periodo del 18 al 19 de octubre Wilma se reforzó desde los 110 km/h de una tormenta tropical hasta llegar a ser un potente huracán de Categoría 5 con vientos que llegaban a los 280 km/h.

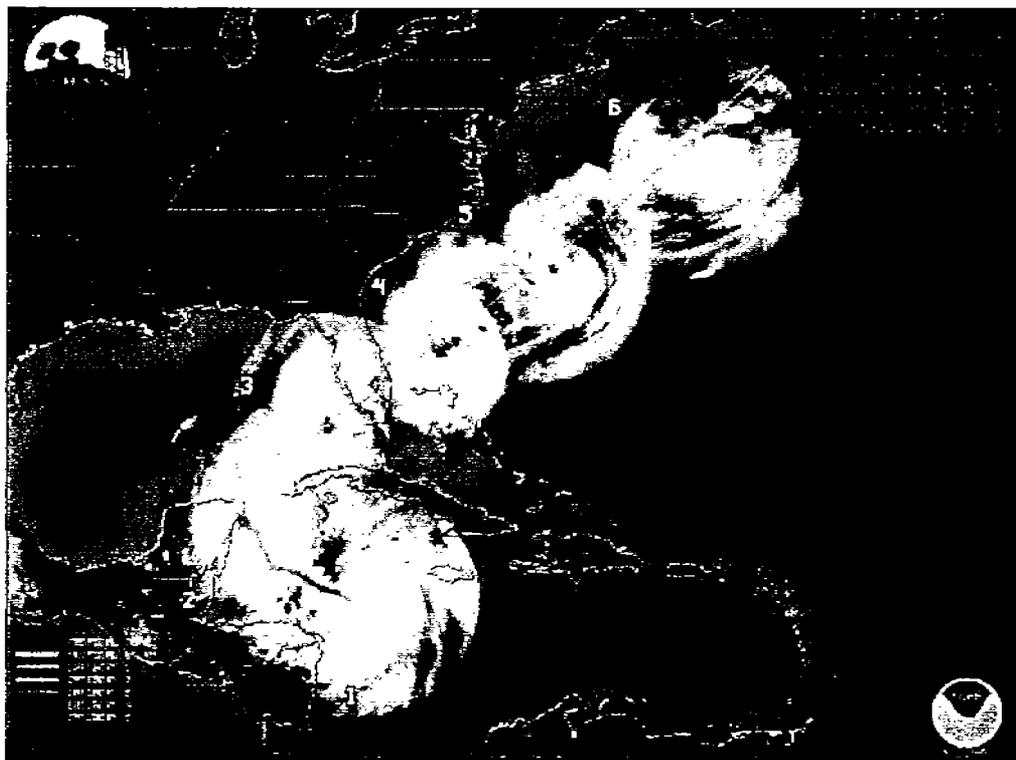


Figura 1.3.1 Trayectoria del huracán Wilma

El 21 de octubre, Wilma tocó tierra en la península de Yucatán (Figura 1.3.2) como un poderoso huracán categoría 4, con vientos por encima de las 250 Km./h.

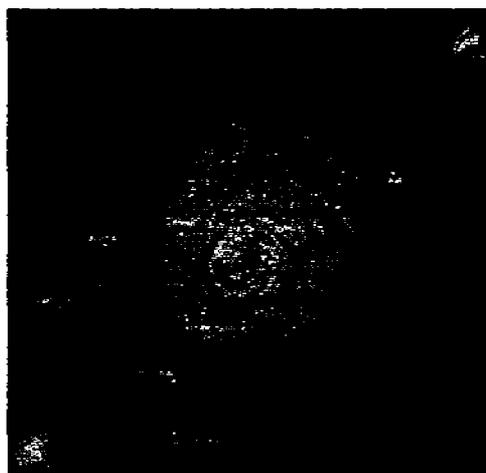


Figura 1.3.2 Imagen del radar de Cancún en el momento de impacto en tierra firme del ojo del huracán Wilma



El ojo del huracán pasó primero sobre la isla de Cozumel, antes de tener su primer contacto "oficial" sobre la península cerca de Playa del Carmen, en el estado de Quintana Roo. Algunas partes de Cozumel (ver figura 1.3.3) experimentaron la calma en el ojo de Wilma por varias horas, con cielos azules y algunos momentos soleados. El ojo se movió lentamente hacia el norte, pasando justo al oeste de Cancún. Diversas zonas de la península de Yucatán tuvieron vientos de huracán por más de 24 horas consecutivas, con un recorrido de 6 km/h lo cual prolongo el tiempo de este huracán dentro de Cancún Wilma comenzó a acelerar en las primeras horas del 23 de octubre, abandonó la península por su extremo noreste y se internó en el Golfo de México como un huracán de categoría 2

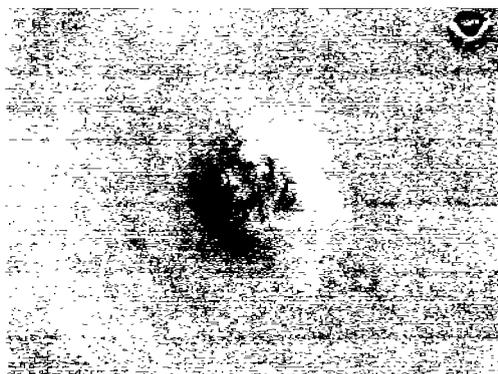


Figura 1.3.3. Ojo de wilma sobre la isla de Cozumel

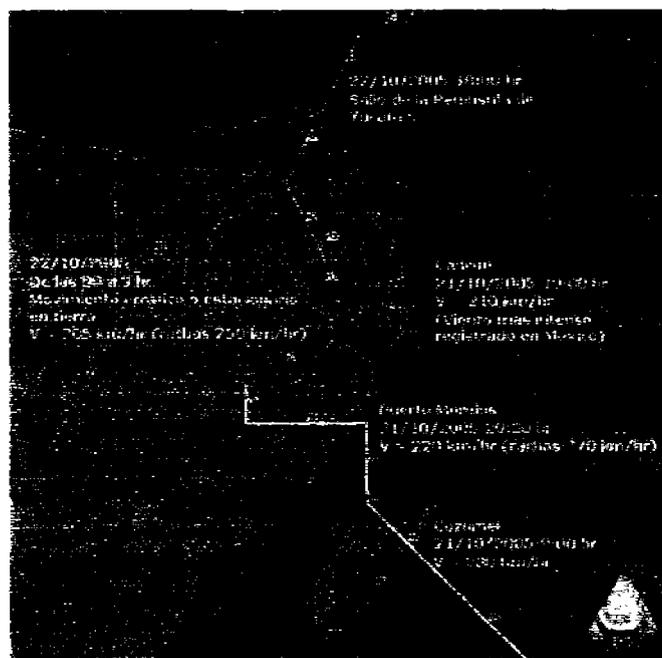


Figura 1.3.4 Trayectoria del huracán Wilma sobre la Península de Yucatán

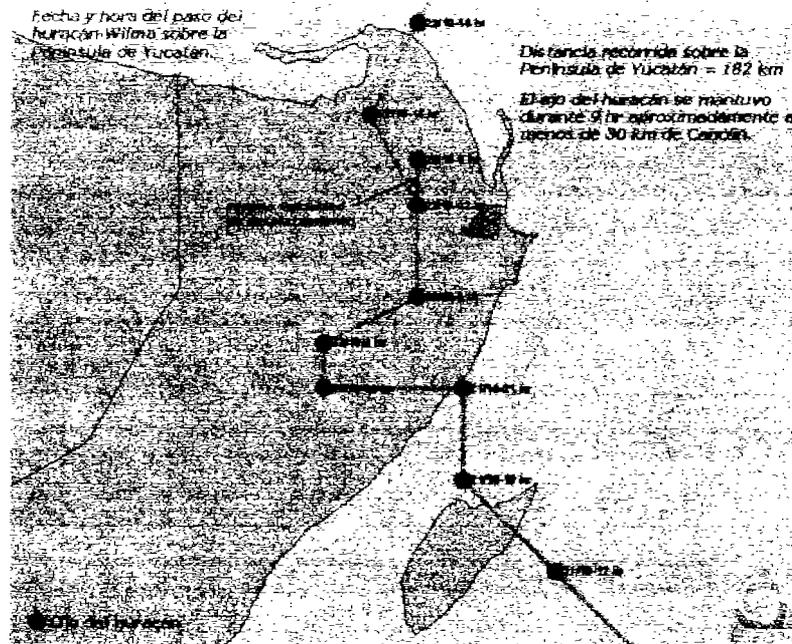
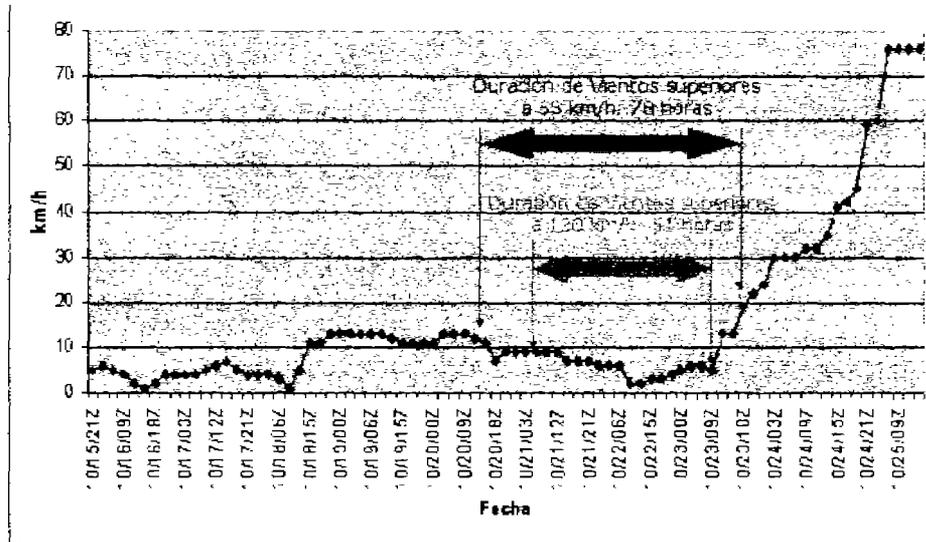


Figura 1.3.5 Fecha y hora del paso del huracán Wilma en la Península de Yucatán

A continuación se muestra una gráfica (Gráfica 1) donde se aprecia la duración de vientos sostenidos con velocidades superiores a 63 Km/h y la duración de vientos superiores a 120Km/h



Gráfica 1. Velocidad de desplazamiento de Wilma



El impacto económico del huracán Wilma fue uno de las mayores en la historia de México, por detrás del huracán Pauline, y provocó unas pérdidas de 7,5 billones de dólares. Su reconstrucción ha significado un coste económico y temporal desmesurado. En México, por sectores, los más afectados fueron el turismo y la agricultura. Los daños de este último se cifraron en 4,6 millones de dólares.¹

1.4 Descripción de la zona de estudio

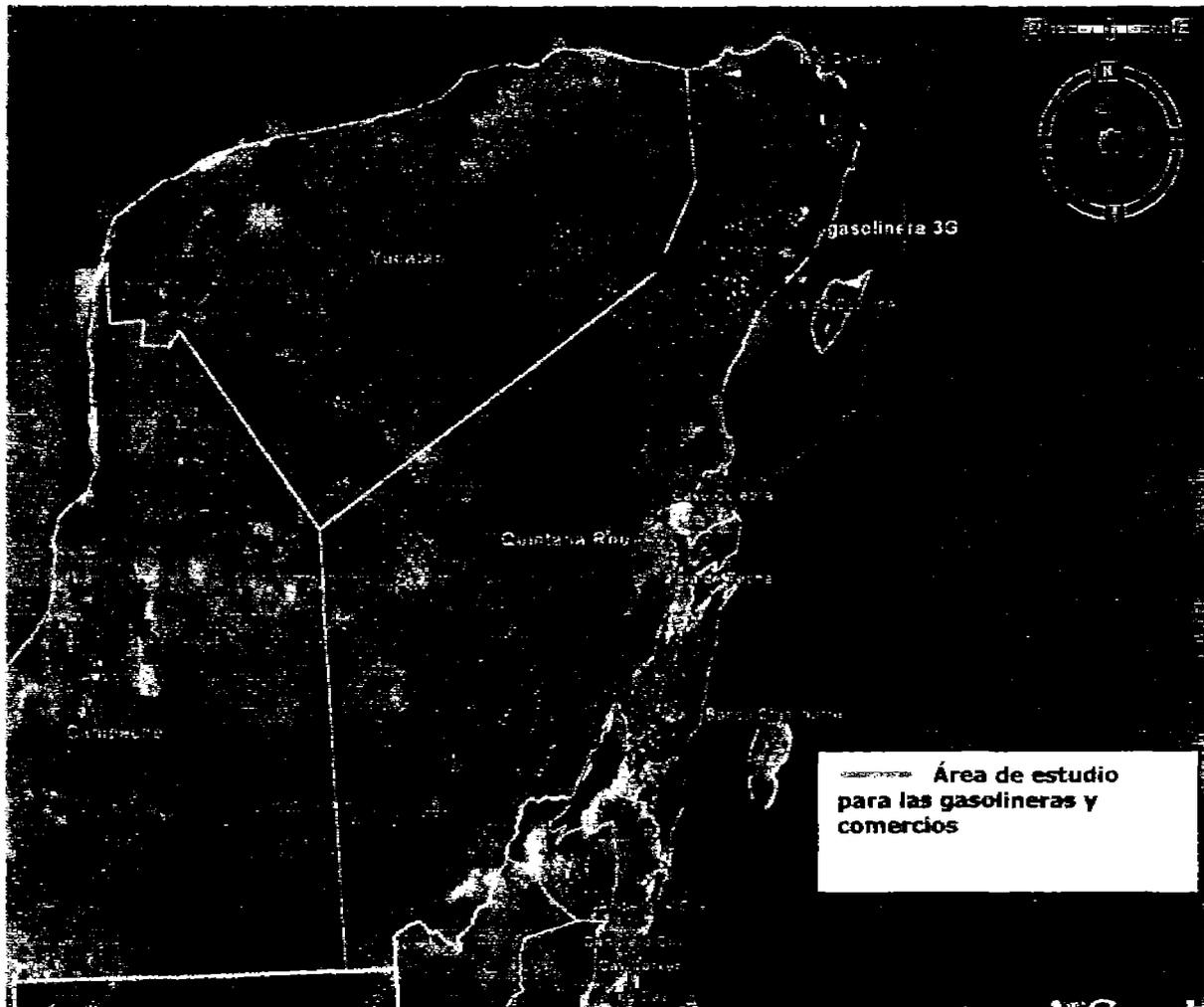
Quintana Roo esta situado en la porción oriental de la Península de Yucatán, tiene una superficie de 50 843 Km² (2.56% del territorio nacional). Linda al norte con el Golfo de México y el estado de Yucatán, el este con el mar Caribe, al sur con Belice y la República de Guatemala, y al oeste con el estado de Campeche.

Los municipios de Quintana Roo son: Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, Othón P. Blanco, Benito Juárez, José María Morelos, Lázaro Cárdenas. Quintana Roo es una planicie de origen marino cuyos suelos están formados de rocas calcáreas.

El clima es a menudo cálido, aunque tolerable, y en ocasiones húmedos y frío, la temperatura medial anual es de 26°C. El territorio federal de Quintana Roo se convirtió en estado en 1974.

La zona de estudio para el análisis de daños a las estructuras de gasolineras se muestra en el mapa 1, donde abarca los municipios de Benito Juárez, Cancún, Cozumel, Solidaridad, Playa del Carmen.

A partir de la zona de estudio analizaremos los daños de cada una de las gasolineras, sabiendo que la muestra parte de 24 gasolineras y de 44 comercios.



Mapa 1. Localización de la zona de estudio



2. PÉRDIDAS OBSERVADAS EN GASOLINERAS

Para poder analizar y estimar los daños de pérdidas es necesario describir los componentes estructurales de las gasolineras incluyendo la parte arquitectónica así como la ubicación de cada una de las gasolineras para identificar cuales fueron las principales causas que originaron los daños.

También se analizarán la historia de velocidades de cada gasolinera para poder saber cuales fue la velocidad máxima alcanzada as lo largo del paso del huracán Wilma.

2.1 Ubicación de las gasolineras.

A continuación se muestra mapas (Figura 2.1) con cada uno de los puntos de localización de cada una de las gasolineras de la muestra de estudio.

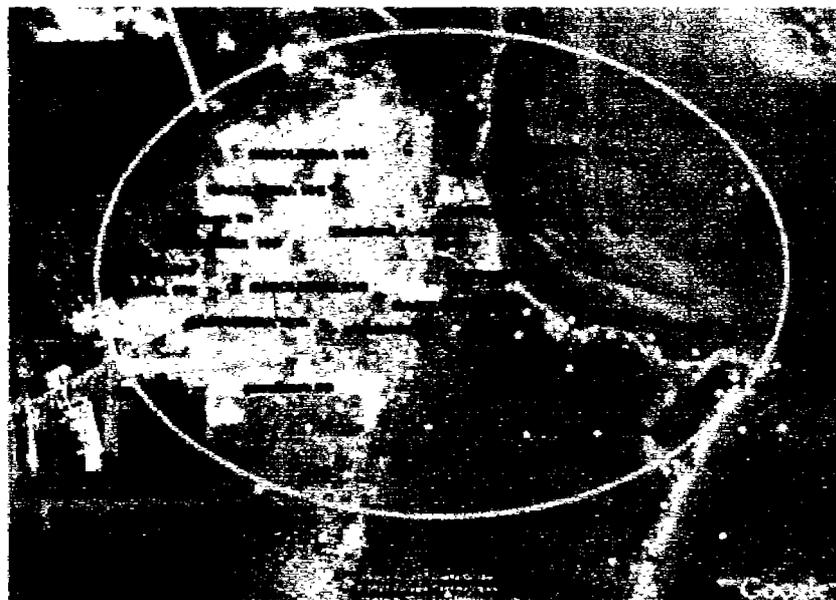


Figura 2.1 Ubicación de las gasolineras



Las coordenadas obtenidas por el Google Earth para cada una de las gasolineras se muestran en la tabla 2.1.1

Tabla 2.1.1 Coordenadas Geográficas de cada una de las gasolineras

CLAVE	Dirección	Coordenadas Geográficas	
1G	Av. Niños Heróicos esq. Prolongación Katsch iz 104 lote 14, 15 y 16 región 228. Benito Juárez, Cancun	-86.8603889	21.174969
2G	Carr. Chetumal, Puerto Juárez, km 263.8 Xpuhá, Benito Juárez, Cancun	-86.8207444	21.1557
3G	v. Constituyentes iz 7, lote 2, km 280.5, Vía Cancun-Tulum, Municipio Solidaridad, Playa del Carmen, Cancun, Quintana Roo	-87.077994	20.634072
4G	Ubicación 44, iz 29, lote 2, planta 003, Puerto Aventuras, Municipio Solidaridad, Cancun, Quintana Roo	-86.7467333	21.257369
5G	Ubicación 66, Av Niños Heróicos y Av Rancho Viejo, iz 10, lote 1, región 233, Cancun, Quintana Roo	-87.2236444	20.496664
6G	Ubicación 65, Av Lopez Portillo SM, 84 iz 5, lote 06, Municipio Benito Juárez, Cancun, Quintana Roo	-86.8454806	21.140639
7G	Ubicación 47, ubicada en R-99 y M-93, lotes 6 y 7, Av Lopez Portillo, Cancun, Quintana Roo	-86.8592389	21.172192
8G	Ubicación 42, ubicada en SM 30 iz 45, lotes 9 al 12, Av Lopez Portillo, Cancun, Quintana Roo	-86.8460583	21.069364
9G	Ubicación 73, ubicada en Av Borempak Smz 51, lote 1-01 y 1-02, Cancun, Quintana Roo	-86.8548889	21.133719
10G	Ubicación 68, ubicada en Carr. Cancun Aeropuerto, Smz 310, iz 66, lt 34, Cancun, Quintana Roo	-86.849175	21.180794
11G	Ubicación 67, ubicada en Av Cancun, Smz 508, iz 7, lote 02, Cancun Quintana Roo	-86.80745833	21.182622
12G	Sin dirección		
13G	Ubicación 56, ubicada en Mz 1 lote 1, Smz 49, Benito Juárez, Cancun	-86.8466833	21.14255
14G	Ubicación 50, ubicada en Av Talleres esq. Itzapoc lote 12 y 13, Mz 33, Smz 200, Benito Juárez, Cancun	-86.8728722	21.162014
15G	Ubicación 49, ubicada en Smz 100, Mz 33, lote 6, 7 y 8, Av. Miguel Hidalgo, Cancun	-86.8728472	21.157753
16G	Ubicación 48, ubicada en Av Talleres L-6, Smz 210, iz 6, Benito Juárez, Cancun	-86.8423528	21.177228
17G	Ubicación 75, ubicada en Av Borempak Sm 99, Mz 24, L-2-01, Cancun, Quintana Roo	-86.8726806	21.150519
18G	Ubicación 74, ubicada en Av Lombardo Toledano Sm-73, Mz 01, lote 77-02, Cancun, Quintana Roo	-86.8417972	21.173872
19G	Ubicación 43, ubicada en Av Borempac s-1, L-1 y 2 secc E, Benito Juárez	-86.85255278	21.161642
20G	Ubicación 41, ubicada en Sm 17, iz 1, lotes 8 y 9, Av Yachalen esq Calle Bacalar, Cancun, Quintana Roo	-86.8209444	21.173275
21G	Ubicación 40, ubicada en R-219, Mz 60, lote 1, Av Leon Vicario, Cancun Quintana Roo	-86.86706389	21.153692
22G	Ubicación 38, ubicada en Sm 68, Mz 1, lote 6, 7 y 8, Av Jose Lopez Portillo y Borempac	-86.8337278	21.148644
23G	Ubicación 71, ubicada en Av. Leon Vicario Region 219, iz 1 lote 1, Cancun, Quintana Roo	-86.8713972	21.1661
24G	Ubicación 53, Av Norte Coj, Zool-Ha Playa del Carmen, Solidaridad	-86.8199389	21.177889

Las coordenadas geográficas de cada una de las gasolineras se utilizarán en el siguiente apartado para poder obtener el historial de velocidades.

2.2 Componentes de las gasolineras

Los componentes de las gasolineras se muestran a continuación:

- Techumbre (zona de descarga).
- Baños
- Oficinas
- Anuncios
- Minisuper
- Bodega
- Bardas laterales

Tomando una muestra de 24 gasolineras se tienen los siguientes componentes de cada una de las gasolineras (Tabla 2.2).



TABLA 2.2 Componentes de cada una de las gasolineras

		COMPONENTES DE LA GASOLINERA													
		MINISUPER		OFICINAS		BODEGA		BARDAS LATERALES		ANUNCIOS		CUBIERTA ZONA DE CARGA			
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
CW-174	1G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-175	2G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-176	3G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-177	4G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-178	5G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-179	16G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-180	7G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-181	18G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-182	9G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-183	18G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-184	11G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-185	12G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-186	13G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-187	14G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-188	15G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-189	16G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-190	17G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-191	18G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-192	19G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-193	20G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-194	21G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-195	22G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-196	23G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-197	24G	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO

Como se muestra en la tabla 2.2 , el 58.33% cuenta con minisuper, el 100% tiene baño, el 95.83% cuenta con oficina , el 16.67% cuenta con bodega, el 33.33% tienen bardas laterales, el 100% cuenta con anuncios y el 95.83% tiene techumbre.

La techumbre es una estructura metálica que esta sostenida por columnas de sección circular apoyadas en cimentaciones de zapatas aisladas. Los baños son de un nivel y constan de columnas cuadradas de concreto reforzado y muros de tabique con acabado y capa de pintura exterior.

Las oficinas son de dos niveles de de columnas cuadradas de concreto reforzado y muros de tabique con acabado y capa de pintura exterior, ventanas cuadradas pequeñas, puertas metálica.



Los anuncios son estructuras metálicas y láminas al intemperie.

La estructura del minisuper se compone de grandes ventanales y muros de tabla roca, acabados.

Las bodegas tienen la misma estructura que la oficina y se encuentra en la parte baja de la oficina. Las bardas laterales son muros de tabique y columnas de concreto reforzado.

En los anexos de gasolineras que se muestra n al final de este trabajo se pueden observar fotos que servirán para entender su forma y estructura de cada uno de los componentes de las gasolineras.

Es importante mencionar que entre más componentes tenga la gasolinera, esto hace que aumenten los daños a contenidos y los daños a edificios ya que es uno de los factores que interviene en el incremento de los porcentajes de daños.

Los componentes de la techumbre se muestran a continuación en la tabla 2.2.1

Tabla 2.2.1 Componentes de la techumbre

	NUM. DE COLUMNAS	POSICION SIMETRICA			
		SI	NO	CHICO	GRANDE
CW-174	1G	2			
CW-175	2G	3			
CW-176	3G	3			
CW-177	4G	4			
CW-178	5G	2			
CW-179	6G	3			
CW-180	7G	2			
CW-181	8G	3			
CW-182	9G	2			
CW-183	10G	4			
CW-185	12G	3			
CW-186	13G	2			
CW-187	14G				
CW-188	15G	3			
CW-189	16G	2			
CW-190	17G	2			
CW-191	18G	4			
CW-192	19G	4			
CW-193	20G	4			
CW-194	21G	2			
CW-195	22G	2			
CW-196	23G	2			
CW-197	24G	4			

2.3 Daños ocasionados a los componentes de cada una de las gasolineras

Los componentes que tuvieron mayores daños fueron la techumbre (zona de descarga) y los minisuper.

A continuación se muestra tabla 2.3 donde se describen los daños que tuvieron la techumbre.



Tabla 2.3 Daños ocasionados a la techumbre

		FALLA DE COLUMNAS					
		SI	NO	BAJO	MEDIO	ALTO	
CW-174	1G						
CW-175	2G						
CW-176	3G						
CW-177	4G						
CW-178	5G						
CW-179	6G						
CW-180	7G						
CW-181	8G						
CW-182	9G						
CW-183	10G						
CW-185	12G						
CW-186	13G						
CW-187	14G						
CW-188	15G						
CW-189	16G						
CW-190	17G						
CW-191	18G						
CW-192	19G						
CW-193	20G						
CW-194	21G						
CW-195	22G						
CW-196	23G						
CW-197	24G						

La techumbre (zona de descarga) es una estructura metálica, sus cimentaciones son zapatas aisladas que se unen a las columnas metálicas de sección circular por medio de dados.

Para las gasolineras que cuentan con minisuper, se muestra en la tabla 2.3.1 cada uno de los componentes así como los daños.

Tabla 2.3.1 Componentes de minisuper

		DAÑOS AL FALSO PLAFÓN		DAÑOS A BARRAS DE T.		DAÑOS A LAS COLUMNAS	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-174	1G						
CW-176	3G						
CW-177	4G						
CW-178	5G						
CW-179	6G						
CW-181	8G						
CW-182	9G						
CW-183	10G						
CW-190	17G						
CW-191	18G						
CW-192	19G						
CW-193	20G						
CW-196	23G						
CW-197	24G						

Los daños a los anuncios se muestran en la tabla 2.3.2 donde se observa que todos los anuncios fueron dañados debido al tipo de estructura y a que están expuestos directamente a la velocidad del viento y a la lluvia. Además de la altura en la que se colocan los anuncios luminosos. Sin embargo el % de daños que se presentó en escala de baja, media y alta, predominó la baja ya que la parte más afectada en un anuncio son las láminas



Tabla 2.3.2 Daños a los anuncios

		DAÑOS A ANUNCIOS	
		PERDIDA TOTAL DEL ANUNCIOS	
		BAJA	MEDIA
CW-174	1G		
CW-175	2G		
CW-176	3G		
CW-177	4G		
CW-178	5G		
CW-179	6G		
CW-180	7G		
CW-181	8G		
CW-182	9G		
CW-183	10G		
CW-184	11G		
CW-185	12G		
CW-186	13G		
CW-187	14G		
CW-188	15G		
CW-189	16G		
CW-190	17G		
CW-191	18G		
CW-192	19G		
CW-193	20G		
CW-194	21G		
CW-195	22G		
CW-196	23G		
CW-197	24G		

Con respecto a las oficinas y baños, estos no presentaron grandes daños debido a que el tipo de material del que están hechos es de columnas de concreto reforzado y muros de tabique, además de que su forma es cuadrada lo que hace que disminuya el contacto directo del viento con la estructura (Tabla 2.3.3). En los anexos se presentan fotografías donde se puede apreciar el tipo de estructura y la forma que presentan los baños y las oficinas.

Tabla 2.3.3 Daños a los baños y a las oficinas

		DAÑOS A BAÑOS				DAÑOS A OFICINA			
		BAÑOS A MUROS		BAÑOS A LOS CERCAJOS		BAÑOS A MUROS DE T.		BAÑOS A LOS CERCAJOS	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CW-174	1G								
CW-175	2G								
CW-176	3G								
CW-177	4G								
CW-178	5G								
CW-179	6G								
CW-180	7G								
CW-181	8G								
CW-182	9G								
CW-183	10G								
CW-184	11G								
CW-185	12G								
CW-186	13G								
CW-187	14G								
CW-188	15G								
CW-189	16G								
CW-190	17G								
CW-191	18G								
CW-192	19G								
CW-193	20G								
CW-194	21G								
CW-195	22G								
CW-196	23G								
CW-197	24G								



Para las 8 gasolineras que presentaban bardas laterales se tuvieron daños en 7 gasolineras como se muestra en la tabla 2.3.4

Tabla 2.3.4 Daños a bardas laterales

		DAÑOS BARDAS LATERALES					
		NUM. DE BARDAS	PERDIDA MEDIA				
CW-174	1G	1					
CW-175	2G	2					
CW-181	8G	1					
CW-185	12G	1					
CW-187	14G	1					
CW-191	18G	1					
CW-192	19G	1					
CW-195	22G	1					

2.4 Daños a los contenidos

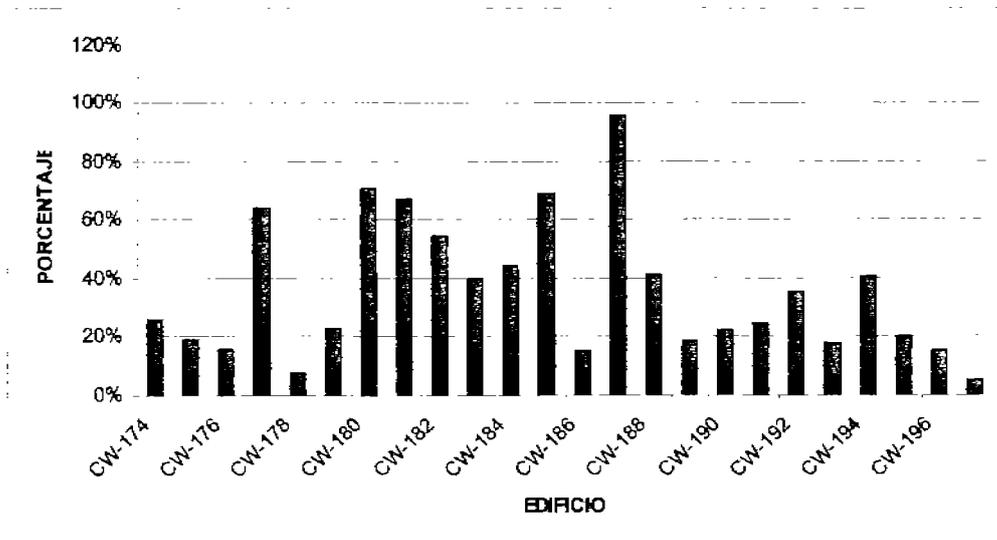
Para obtener los daños a contenidos y a edificios se recopiló información de los montos ajustados y montos asegurados de las empresas aseguradoras como se muestran en el anexo de gasolineras.

Los montos asegurados a contenidos representan la cantidad en dinero de lo que se encuentra dentro de los edificios, en este caso representa la mercancía que se encontraba dentro de los minisuper, los aparatos electrónicos, etc.

Los montos asegurados representa la cantidad que se pago por los daños que ocasionó el fenómeno hidrometeorológico.

Utilizando la siguiente ecuación se obtuvieron los porcentajes de daños a contenidos.

$$\% \text{ Daños} = \frac{\text{Montos Ajustados Contenidos}}{\text{Montos asegurados Contenidos}}$$



Gráfica 2.4 Porcentaje de daños a contenidos



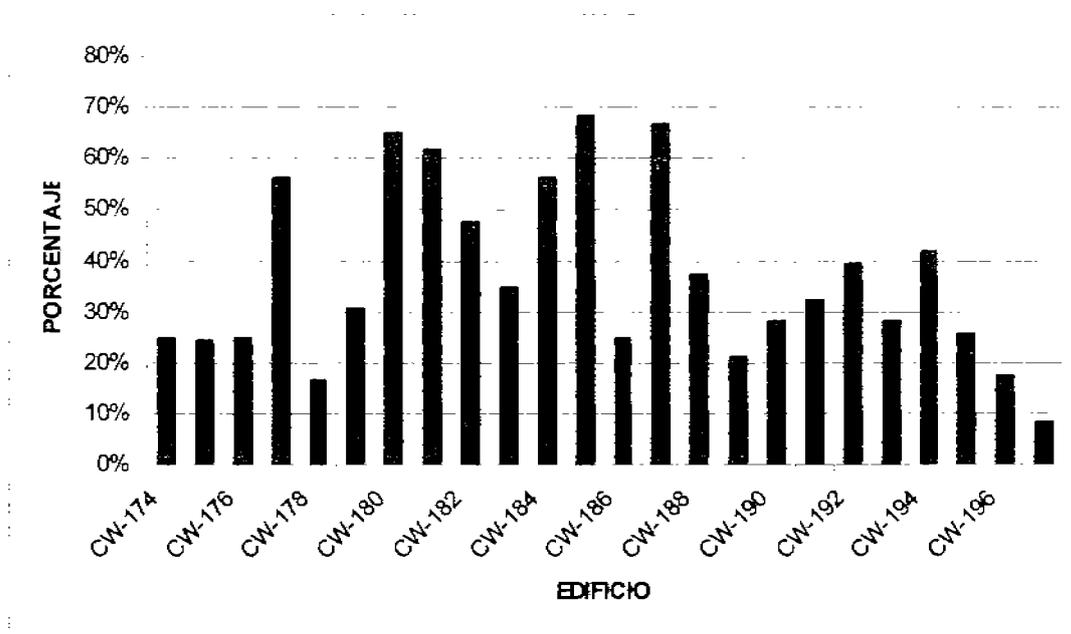
Obteniendo un promedio se obtiene que el porcentaje de daños general para contenidos en gasolineras es del 39% incluyendo las gasolineras que tienen minisuper.

2.5 Daños a los edificios

Para calcular los porcentajes de daños a edificios de las gasolineras se recopilieron los montos asegurados que es el costo total del inmuebles asegurado, en este caso es toda la gasolinera, y los montos ajustados, que es la cantidad monetaria que se pago por los daños ocasionados por el huracán Wilma, utilizando la formula :

$$\% \text{ Daños} = \frac{\text{Montos Ajustados Edificios}}{\text{Montos asegurados Edificios}}$$

Se obtuvieron los porcentajes de daños a edificios que incluye todos los componentes de la gasolineras (minisuper, techumbre, bodega, baños, oficinas), que se muestran en la grafica 2.4.1.



Gráfica 2.4.1 Porcentaje de daños a edificios

Realizando un promedio se tiene que el porcentaje de daños a edificios general es del 36%



2.6 Historia de velocidades

Una de las principales causas que originaron los daños a las gasolineras fue la velocidad del viento, por lo que en este apartado se analizará la historia de cada una de las gasolineras para saber cual fue la velocidad máxima alcanzada y así poder explicar las posibles causas que originaron los porcentajes de daños obtenidos en los apartados anteriores.

Para la obtención de estas velocidades se utilizó un programa (Figura 2.6), el cual esta basado en el artículo científico "*Metodología para el Cálculo de Pérdidas en Edificios y Naves Industriales ante Fenómenos Hidrometeorológicos Ocurridos en México*" donde se describe un modelo de viento para obtener las máximas velocidades para la República Mexicana cuando se presenta un ciclón tropical, en este caso los modelos que se emplean son huracanes. Los modelos paramétricos de presión y viento dependen de la información siguiente: posición del ojo del huracán, presión central, velocidad máxima del viento sostenido en el ojo del huracán y radio ciclostrofico, conocido también como radio de máximo gradiente. Todos estos parámetros pueden ser encontrados en boletines climatológicos, menos el radio ciclostrofico, por lo que para determinarlo se utiliza la siguiente expresión:

$$R = 0.4785 P_0 - 413.01$$

Donde R es el radio ciclostrofico (Km) y P_0 es la presión central (mb).

El modelo paramétrico de ciclones tropicales empleado en este estudio fue desarrollado por Silva et al (2002), el cual esta compuesto por los submodelos de presión y viento.

El modelo de presión está representado por la siguiente relación:

$$P_r = P_0 - (P_N - P_0) e^{-R/r}$$

donde P_0 es la presión en el centro del huracán, P_r es la presión a una distancia radial r , P_N es la presión normal (1013 mb) y R es el radio de máximos vientos ciclostroficos. La presión está dada en milibares y la distancia en Km. Esta expresión es válida para presiones centrales superiores a 888 milibares.

El máximo gradiente de vientos U_R [Km/h], para un ciclón estacionario puede ser evaluado a través de la siguiente relación:

$$U_R = 21.8 \sqrt{P_N - P_0} - 0.5 f R$$



Donde f es el parámetro de la fuerza de Coriolis:

$$f = 2\omega \sin \phi$$

donde ω es la velocidad angular de la tierra, la cual es aproximadamente $\omega \approx 0.2618$ rad/h y ϕ es la latitud.

La velocidad del viento evaluada a diez metros sobre el nivel del mar, en Km/h, para un ciclón en movimiento y para una distancia r medida desde el centro del ciclón, esta dada por:

$$W = 0.886 (F_v U_r + 0.5 V_F \cos(\theta + \beta))$$

Donde W es la velocidad del viento sostenida a 10 m sobre el nivel del mar, W_F es la velocidad de desplazamiento del huracán, $(\theta + \beta)$ es el ángulo formado por la dirección de desplazamiento del ciclón y un punto a una distancia r , $F_v = U_r / U_R$, el cual se calcula mediante la calibración del modelo para ser empleado en las costas mexicanas, con la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(F_v) = aX + bX^2 - cX^3 - dX^4$$

donde $X = \log_{10}(r/R)$; los coeficientes a , b , c y d se obtienen de la tabla 1 donde N_c es el número de Coriolis ciclostrófico, el cual se representa de la siguiente manera:

$$N_c = \frac{fR}{U_R}$$

El modelo descrito previamente nos permite calcular la velocidad de viento a 10m sobre la superficie del mar y promediada a 8 minutos (Silva et al, 2006), por lo que es necesario realizar correcciones para estimar la velocidad de viento promediada a 1 minuto, tal como se reporta en los boletines meteorológicos. Para el cálculo de las expresiones (Avelar, 2006) que permiten modificar el intervalo de promediación.

La expresión para el Océano Atlántico que nos permite modificar el intervalo de promediación de la velocidad de viento calculada con el modelo paramétrico, a la velocidad de viento reportada en los boletines meteorológicos es (Avelar, 2006).

$$V_c = 0.0012V_m^2 + 1.1114V_m$$

Donde: V_c es la velocidad máxima de viento en Km/h reportada en el catálogo de huracanes, V_m es la velocidad máxima de viento calculada con el modelo paramétrico. Para el Pacífico la relación es:

$$V_c = 0.002 V_m^2 + 0.9953 V_m$$

A continuación se muestra el procedimiento que se realizó con el programa para el cálculo de la historia de velocidades para cada gasolinera.



Figura 2.6 Programa para calcular la Historia de velocidades

Para ello se localizaron las coordenadas de las direcciones de cada una de las gasolineras. Posteriormente se hizo un bloc de notas donde se escribieron cada una de las coordenadas geográficas de las gasolineras, se indica el huracán del cual se quiere saber la historia de velocidades de los puntos seleccionados (Figura 2.6.1).

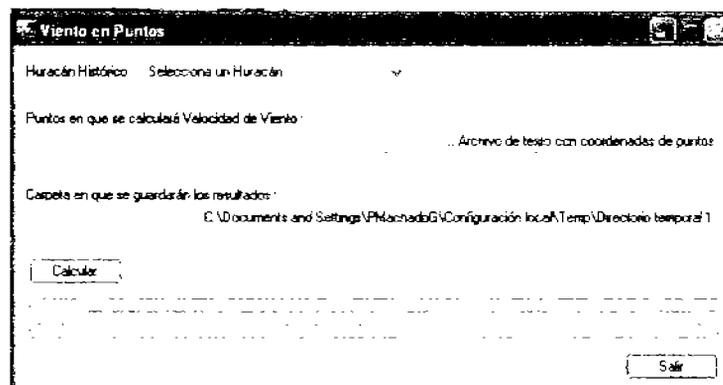


Figura 2.6.1 Corrida del programa



Se selecciona la carpeta en donde se quieren guardar los resultados, y finalmente se hace clic en calcular.

Al termino de la corrida lo que arroja es la historia del Huracán Wilma sobre ese punto y las velocidades que representaron a lo largo del tiempo en que estuvo presente el Fenómeno Hidrometeorológico como se muestra en la Tabla 2.6

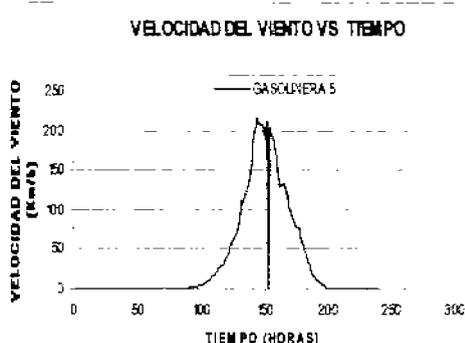
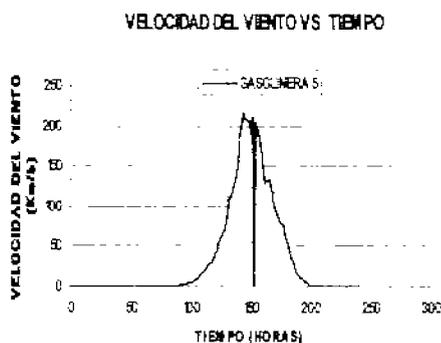
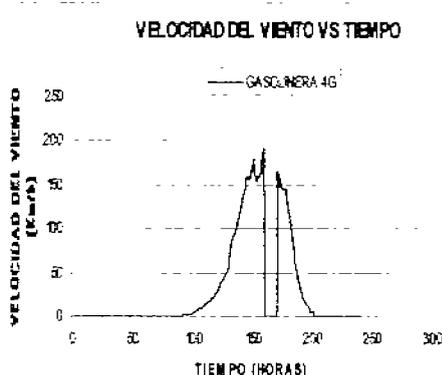
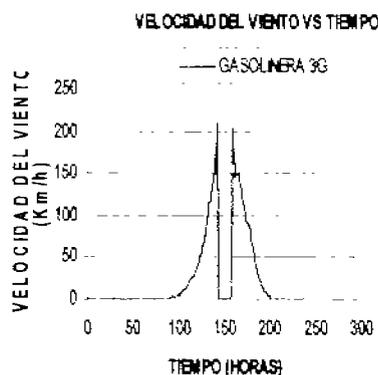
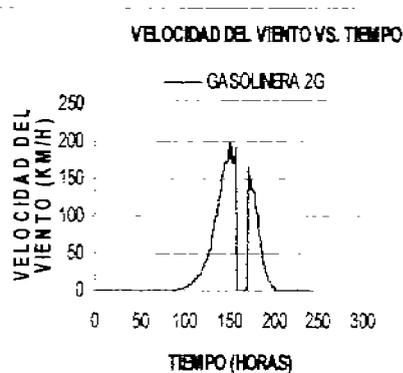
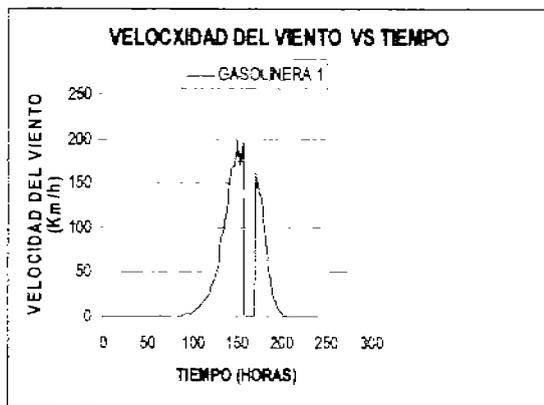
Tabla 2.6 Resultados del Programa

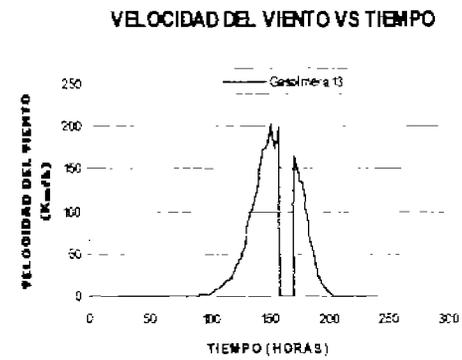
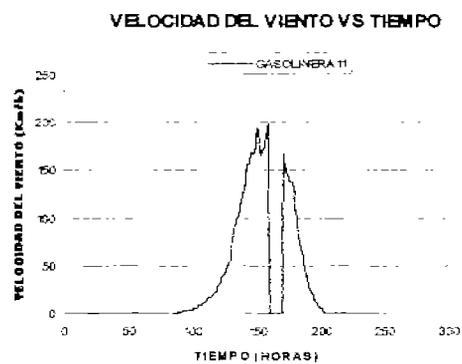
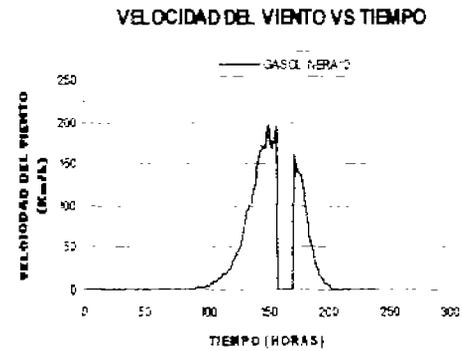
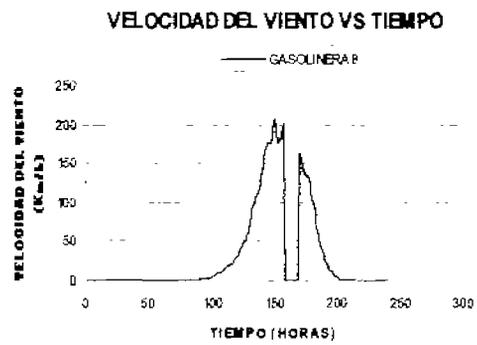
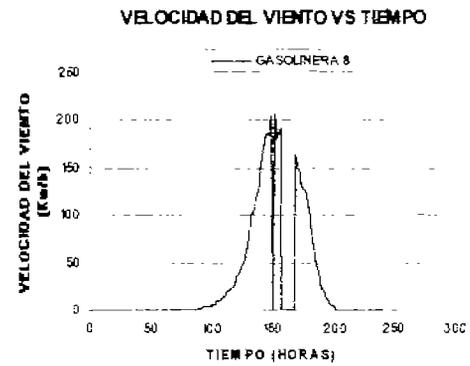
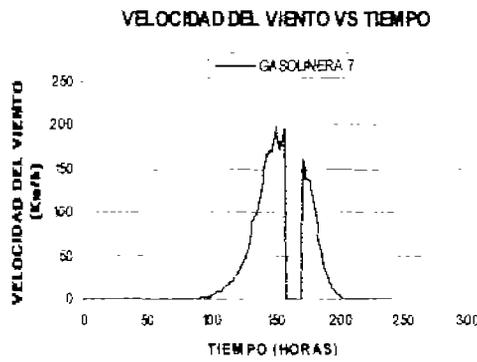
Wilma_Punto2_-86.82075_21.1557_2_G - Bloc de notas			
Fecha	Velocidad (km/h)		
Cálculo de Registro de velocidad de Viento para el Huracán: Wilma			
Cálculo: M.Ing. Carlos Eduardo Avelar Frausto.			
ERN Evaluación de Riesgos Naturales.			
Fecha de cálculo: 29/06/2007 09:42:33 p.m.			
Punto: 2			
Coordenadas del Punto: -86.82075,21.1557			
Nota: 2_G			
Fecha	Velocidad (km/h)		
20/10/2005 01:00:00	a.m.	9.0015	
20/10/2005 02:00:00	a.m.	9.119755	
20/10/2005 03:00:00	a.m.	10.12396	
20/10/2005 04:00:00	a.m.	11.2368	
20/10/2005 05:00:00	a.m.	12.63073	
20/10/2005 06:00:00	a.m.	13.87993	
20/10/2005 07:00:00	a.m.	15.08447	
20/10/2005 08:00:00	a.m.	16.69479	
20/10/2005 09:00:00	a.m.	18.18675	
20/10/2005 10:00:00	a.m.	19.74133	
20/10/2005 11:00:00	a.m.	19.94542	
20/10/2005 12:00:00	p.m.	20.97737	
20/10/2005 01:00:00	p.m.	22.06068	
20/10/2005 02:00:00	p.m.	24.34492	
20/10/2005 03:00:00	p.m.	27.23646	
20/10/2005 04:00:00	p.m.	30.45607	
20/10/2005 05:00:00	p.m.	33.67365	
20/10/2005 06:00:00	p.m.	36.77082	
20/10/2005 07:00:00	p.m.	40.07033	
20/10/2005 08:00:00	p.m.	41.98231	
20/10/2005 09:00:00	p.m.	44.75961	
20/10/2005 10:00:00	p.m.	47.76859	
20/10/2005 11:00:00	p.m.	51.45214	
21/10/2005		55.26102	
21/10/2005 01:00:00	a.m.	59.19154	
21/10/2005 02:00:00	a.m.	69.43415	
21/10/2005 03:00:00	a.m.	80.18501	
21/10/2005 04:00:00	a.m.	92.58934	
21/10/2005 05:00:00	a.m.	94.8974	
21/10/2005 06:00:00	a.m.	98.68702	
21/10/2005 07:00:00	a.m.	102.592	
21/10/2005 08:00:00	a.m.	109.2722	
21/10/2005 09:00:00	a.m.	114.8169	
21/10/2005 10:00:00	a.m.	120.3822	
21/10/2005 11:00:00	a.m.	129.2673	
21/10/2005 12:00:00	p.m.	139.1105	
21/10/2005 01:00:00	p.m.	149.3495	
21/10/2005 02:00:00	p.m.	159.3144	
21/10/2005 03:00:00	p.m.	161.89	
21/10/2005 04:00:00	p.m.	170.0302	
21/10/2005 05:00:00	p.m.	173.3573	
21/10/2005 06:00:00	p.m.	172.5446	
21/10/2005 07:00:00	p.m.	171.6919	
21/10/2005 08:00:00	p.m.	180.0515	
21/10/2005 09:00:00	p.m.	189.4206	
21/10/2005 10:00:00	p.m.	199.7575	
21/10/2005 11:00:00	p.m.	188.6018	
22/10/2005		179.9167	
22/10/2005 01:00:00	a.m.	169.9778	
22/10/2005 02:00:00	a.m.	175.4704	
22/10/2005 03:00:00	a.m.	178.4038	
22/10/2005 04:00:00	a.m.	181.1948	
22/10/2005 05:00:00	a.m.	192.8203	
22/10/2005 06:00:00	a.m.	0	
22/10/2005 07:00:00	a.m.	0	
22/10/2005 08:00:00	a.m.	0	

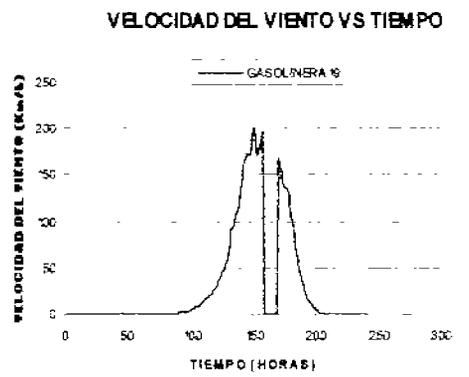
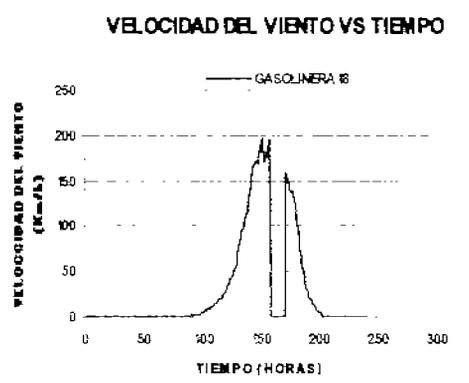
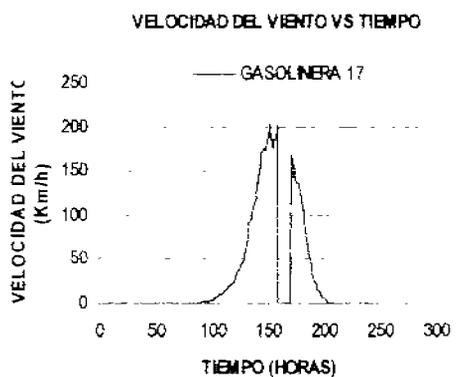
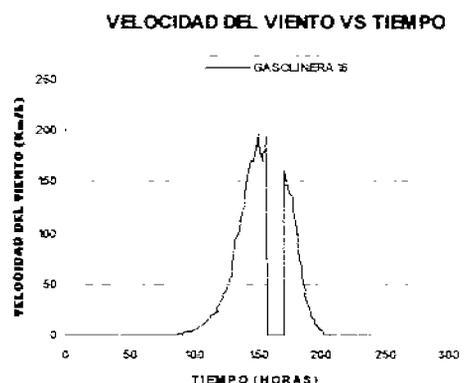
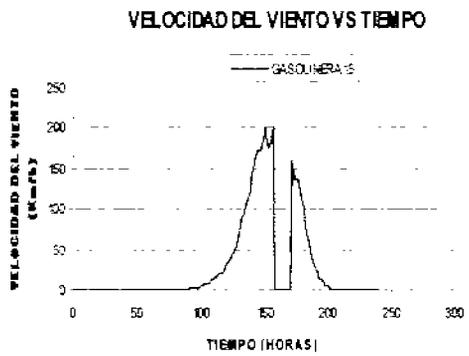
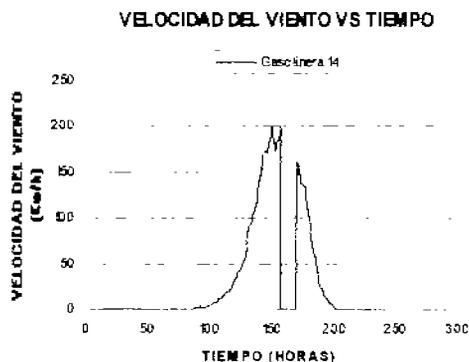
Con los resultados obtenidos, se realizaron las gráficas de cada uno de los puntos de las gasolineras como se muestra a continuación, en donde se aprecia la hora en la que se alcanzo la velocidad máxima horaria.

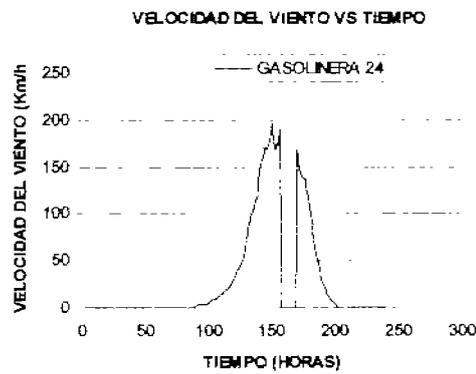
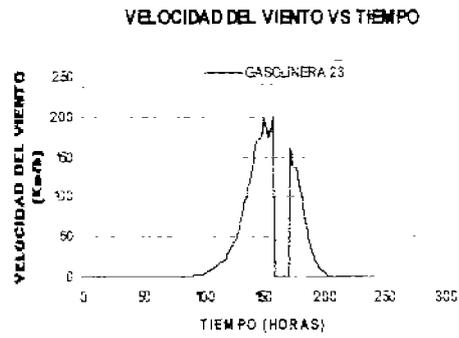
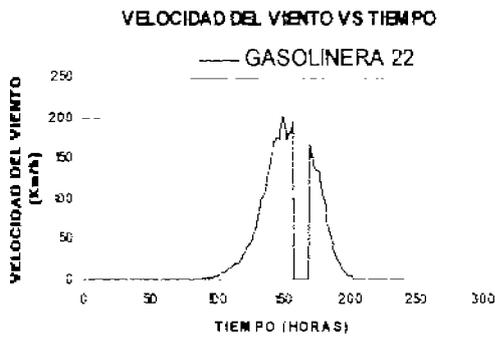
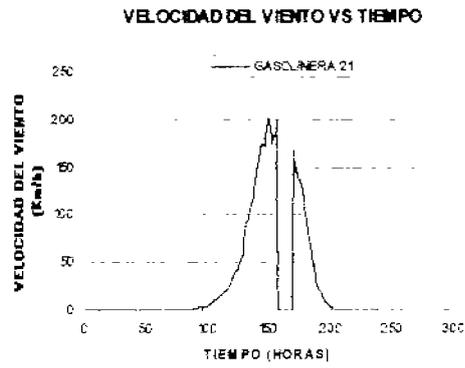
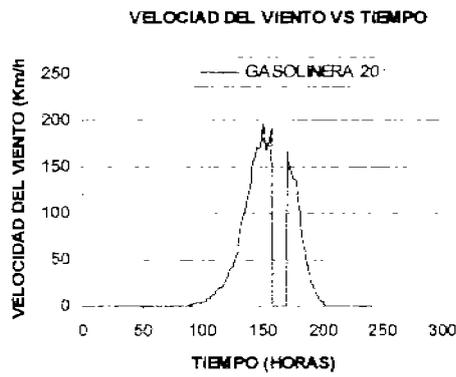


En las gráficas se pueden observar que en algunas horas la velocidad presentada era cero, esto es debido a que en esa hora el ojo del huracán se encontraba en ese punto, a medida que el ojo del huracán se alejaba, la estructura se volvía más vulnerable ya que la velocidad del viento aumentaba hasta llegar a una velocidad máxima alcanzada, punto más crítico para la estructura. Por lo que se puede suponer que a mayor velocidad del viento, mayores serán los daños. En el siguiente subcapítulo se analizarán la relación de los daños con la velocidad del viento.









La velocidad máxima alcanzada para cada gasolinera se muestra en la tabla 2.6.1

**Tabla 2.6.1 Velocidad máxima alcanzada**

GASOLINERA	FECHA	HORA	VEL. MÁX Km/h
1G	21/10/2005	10:00 a.m	197.9425
2G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199.7575
3G	21/10/2005	02:00:00 p.m.	209.1754
4G	22/10/2005	07:00:00 a.m.	192.4131
5G	21/10/2005	04:00:00 p.m.	215.3312
6G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	203.6088
7G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198.3926
8G	21/10/2005	11:00:00 p.m.	205.3289
9G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	205.3582
10G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	196.5902
11G	22/10/2005	06:00:00 a.m.	199.2508
13G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	203.3335
14G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200.581
15G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201.3599
16G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	196.9628
17G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202.7025
18G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	197.516
19G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200.0549
20G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	196.75
21G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201.9717
22G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201.8423
23G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199.8058
24G	21/10/2005	10:00:00 p.m.	195.9327

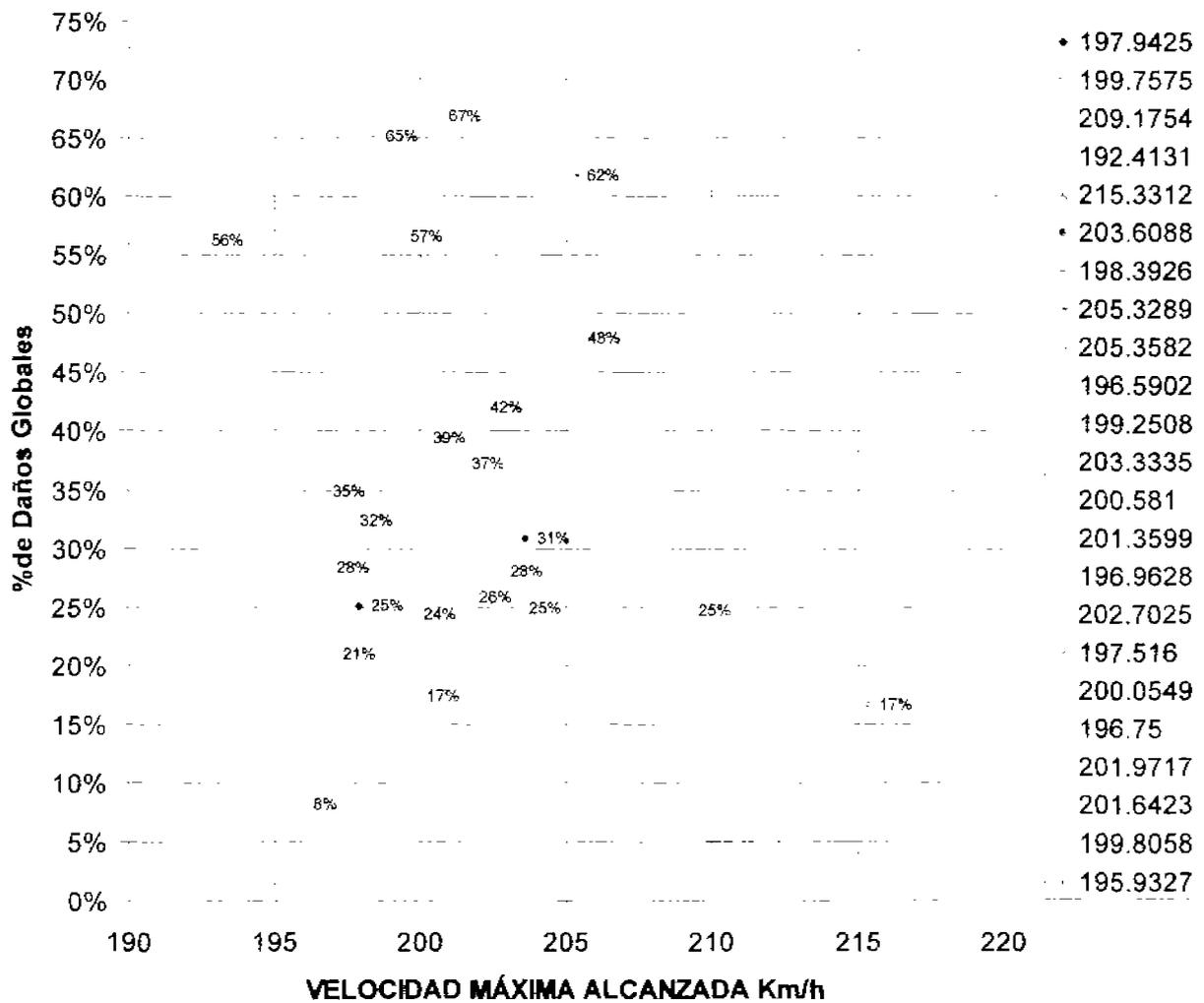
2.7 Descripción de los daños

Para describir los daños es necesario relacionarlos con los factores posibles que ocasionaron los porcentajes de daños obtenidos de la información recopilada de las empresas aseguradas.

En la grafica 2.7 se muestra la relación de los daños con la velocidad del viento en la que se puede apreciar la relación.

Como se observa no existe un comportamiento lineal en el cual se pueda tener una relación de a mayor velocidad mayor porcentaje de daños globales ya que depende de los contenidos que se tenga en cada gasolineras y de la forma en que haya afectado las lluvias a los contenidos.

Sin embargo tomando las gasolineras 4G y 5G como nuestro límite inferior y superior de las velocidades máximas alcanzadas, se puede concluir que a partir de que se presenta una velocidad de 192.4131 Km/h para el caso de la gasolinera 4G se puede tener un porcentaje de daños global máximo del 56% y cuando se presenta una velocidad de 215.3312 Km/h como la que presento la gasolinera 5G se puede tener un porcentaje de daños global mínimo del 17%,



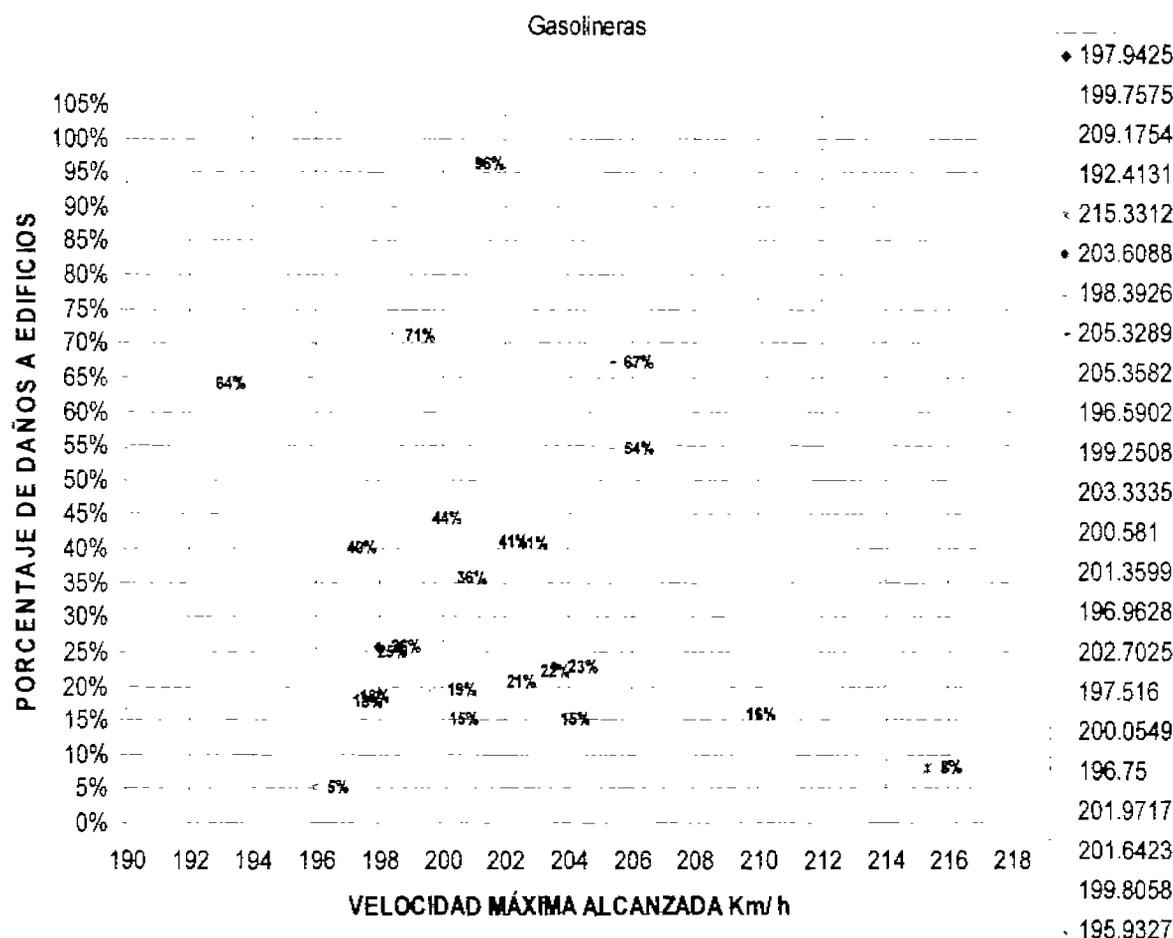
Gráfica 2.7 Relación de los daños global con la velocidad máxima del viento

Para obtener el porcentaje de daños globales esperados en gasolineras ante un nuevo fenómeno hidrometeorológico como Wilma, se realizó un promedio de velocidad máxima alcanzada y un promedio de porcentaje de daños global, los resultados fueron: $V_{m\acute{a}x. esperada} = 200.95 \text{ Km/h}$, porcentajes de daños globales esperados = 35%.

Si se llega a presentar un fenómeno hidrometeorológico como fue el huracán Wilma en los próximos años y, si en la reparación de estas estructuras se tomaron los mismos criterios de diseño para la reconstrucción de los inmuebles afectados, así como el mismo tipo de material para la techumbre (mismo grosor de lámina, mismos conectores, etc), es probable que se presente un 35% de daños globales a gasolineras.



Como se observa en la gráfica 2.7.1 el porcentaje de daños a edificios es variable y no se relaciona directamente con la velocidad máxima alcanzada, sin embargo sí se relaciona con las dimensiones de la techumbre y de los componentes, ya que si tiene minisuper aumentan los porcentajes de daños por que la estructura de los minisuper son más vulnerables al viento.

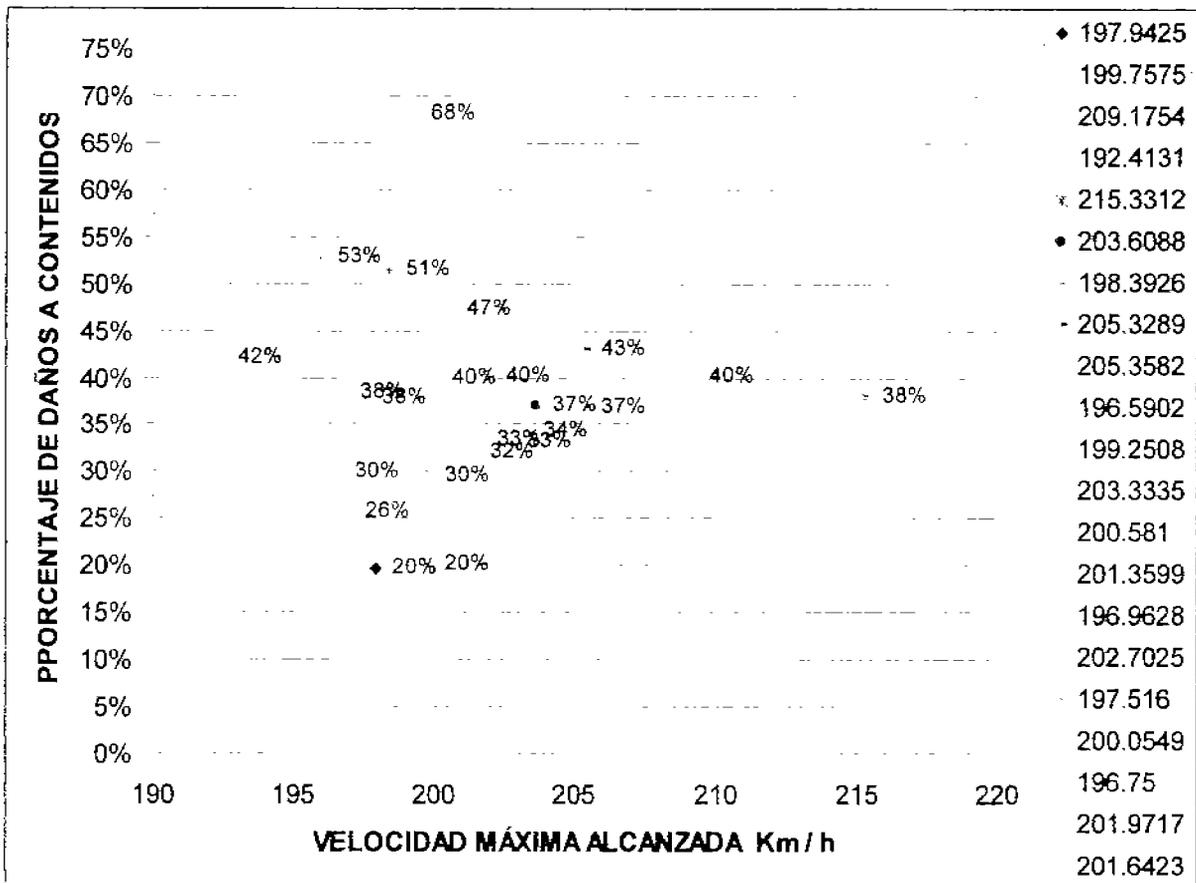


Gráfica 2.7.1 Relación de los daños a edificios con la velocidad máxima del viento

Se realizó un promedio de la velocidad máxima alcanzada y de los porcentajes de daños al edificio, los resultados fueron: $V_{m\acute{a}x. esperada} = 200.95 \text{ Km/h}$, porcentajes de daños globales esperados = 34%.

Con los resultados obtenidos se puede concluir que los daños a edificios esperados ante un futuro huracán como fue Wilma pueden ser alrededor del 35%. Con una velocidad de 201 Km/h.

Para los porcentajes de daños a contenidos se muestra la gráfica 2.7.2



GRÁFICA 2.7.2 Relación de los daños a contenidos con la velocidad máxima del viento

De igual manera, con los datos obtenidos en la gráfica, se realizó un promedio de daños a contenidos, los resultados que se obtuvieron son: $V_{m\acute{a}x. esperada} = 200.95$ Km/h, porcentajes de daños globales esperados= 34%.

Revisando el anexo de gasolineras se aprecia que los daños se presentaron en su mayoría en la estructura secundaria de las techumbres, esto es, al desprendimiento de láminas y conectores.

En los anuncios también se desprendieron las láminas quedando el marco principal.

En el caso particular de los minisuper, la mayoría sufrió daños a los vidrios debido a los siguientes factores:

- Velocidad del viento
- Daños indirectos, proyectiles lanzados (ramas de árboles, piedras, otros objetos)



- Lluvia
- Ubicación (cercanía a las costas).
- Conexión inadecuada del marco de aluminio con la estructura.

A consecuencia de la ruptura de los vidrios esto propicio la entrada de agua al minisuper dañando los contenidos (mercancía, productos perecederos, aparatos eléctricos), además de dañar los muros de tablaroca.

Realizando la tabla 2.7.1 se observa la relación de la velocidad del viento con los % de ruptura de vidrios donde se muestra que a partir de obtener una velocidad de 192.4131 Km/h (velocidad mínima alcanzada de nuestra muestra) se puede tener pérdida total de todos los vidrios del minisuper

Tabla 2.7.1 Gasolineras con minisuper mostrando los % de pérdida en vidrio con respecto la velocidad máxima alcanzada

	VEL. MÁX. Km/h	% DE RUPTURA DE VIDRIOS
1G	197.9425	70
3G	209.1754	100
4G	192.4131	100
5G	215.3312	100
6G	203.6088	100
8G	205.3289	100
9G	205.3582	100
10G	196.5902	100
17G	202.7025	100
18G	197.516	70
19G	200.0549	80
20G	196.75	100
23G	199.8058	70
24G	195.9327	90

Aunque la tendencia debería de ser, a mayor velocidad mayor porcentaje de pérdidas, es notable que en la tabla no se muestre tal comportamiento, esto se debe a que no solo interviene el factor de velocidad del viento si no los mencionados al principio los cuales modifican esta relación. Por lo que es importante analizar los otros factores que intervienen en los daños ocasionados por un fenómeno hidrometeorológico.

Para analizar estos daños es necesario saber que el huracán Wilma según la tabla 1.2 encontró en la categoría 4 donde se tienen "Derrumbes más extensos de muros de revestimiento y en las pequeñas residencias derrumbe total de los tejados."

También se menciona que a partir de que un huracán se encuentra en la categoría 2 se presentan "Algunos daños causados a los tejados, puertas y



ventanas de los edificios; daños considerables para la vegetación, las viviendas móviles expuestas y muelles, ruptura de las amarras de las pequeñas embarcaciones con anclajes no protegidos". Por lo que si se analiza que la velocidad mínima registrada de las ubicaciones de las gasolineras es de 192.4131 Km/h se presentarán daños a los árboles como ruptura de ramas que serán lanzadas como proyectiles a los edificios ocasionando principalmente daños a los vidrios. En la foto 2.7.1 se presenta la gasolinera azotada por la velocidad del viento mínima de la muestra que fue de 192.4131 Km/h , teniendo el 100% de los daños a vidrios.

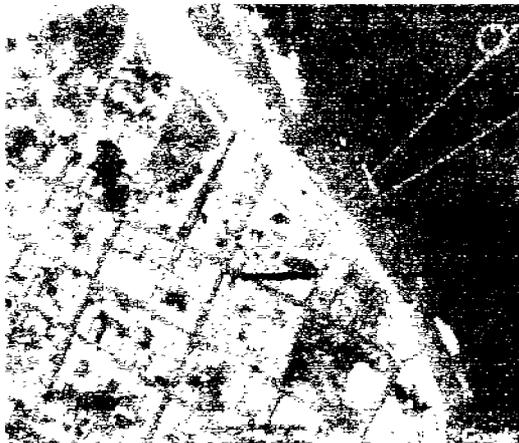
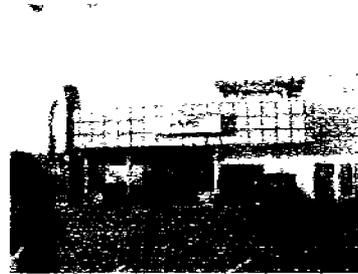


FOTO 2.7.1 Gasolinera 4G

En su ubicación se puede apreciar que a sus alrededores se encuentra vegetación, los cuales al ser azotados por la velocidad del viento sus ramas fueron desprendidas y al ser lanzadas provocaron la ruptura de los vidrios. Por otro lado se puede apreciar que la gasolinera 4G se encuentra cerca de las costas, por lo que el daño que obtuvo también se debió al oleaje.

En la foto 2.7.2 se presenta la gasolinera azotada con una velocidad máxima de la muestra de 215.3312 Km/h teniendo el 100% de los daños.

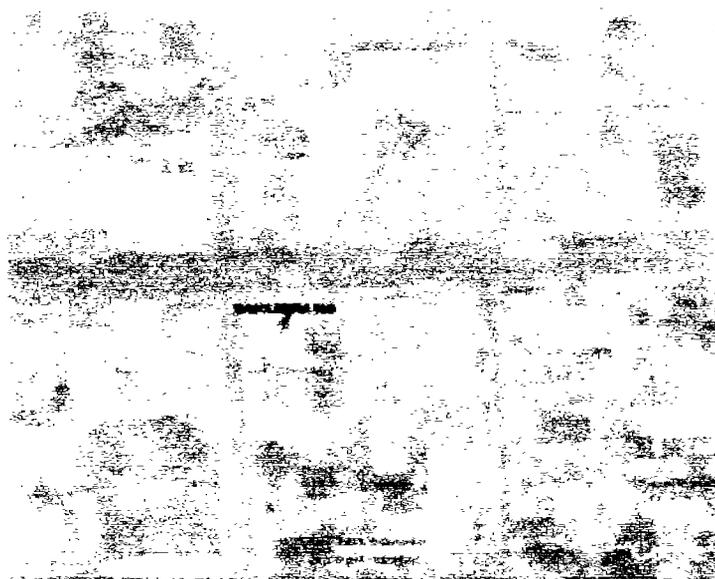
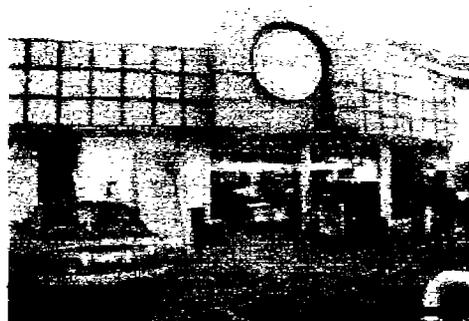


FOTO 2.7.2 Gasolinera 5G

En la foto 2.7.3 se muestra una gasolinera con daños del 100% en vidrios, y que de acuerdo a su ubicación se encuentran árboles, lo cual es un factor que intervino en el 100% de daños a los vidrios.

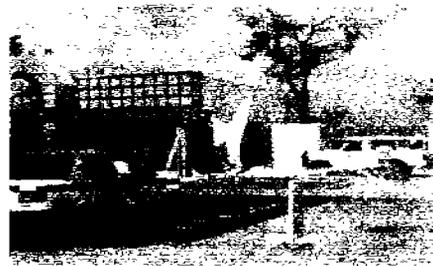


Foto 2.7.3UBICACIÓN DE LA GASOLINERA 17G



3. PÉRDIDAS OBSERVADAS EN COMERCIOS

En este capítulo se hablará de los daños ocasionados por el huracán Wilma a las estructuras de comercios. Los datos que se utilizaron para obtener los porcentajes de daños a contenidos, edificios y en algunos casos de los porcentajes de daños a remoción de escombros, pérdidas consecuenciales y bienes al intemperie fueron recopiladas por los datos obtenidos por las empresas aseguradoras como fue en el caso de las gasolineras.

3.1 Ubicación de los comercios

La zona de estudio para el análisis de daños a las estructuras de comercios se muestra en el mapa 1, donde abarca los municipios de Benito Juárez, Cancún, Cozumel, Solidaridad, Playa del Carmen. Las coordenadas obtenidas en el Google para cada comercio se muestran en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Coordenadas Geográficas de los comercios

CLAVE	Coordenadas Geográficas		CLAVE	Coordenadas Geográficas	
	W	N		W	N
C-1	-86.82898611	21.16218056	C-33	-86.747275	21.13418333
C-2	-86.82568333	21.15285556	C-34	-86.83423333	21.15557778
C-3	-86.82820556	21.17060278	C-35	-86.76424722	21.111065
C-4	-86.821825	21.16236667	C-36	-86.75788889	21.11718889
C-5	-86.82652778	21.15767222	C-37	-86.82535278	21.14805833
C-6	-86.7467	21.13499444	C-38	-86.84141667	21.098075
C-7	-86.74676111	21.13440556	C-39	-86.76433333	21.11054722
C-8	-86.75775833	21.11745556	C-40	-86.82534722	21.14839444
C-9	-86.76415278	21.11071944	C-41	-86.82239722	21.15083889
C-10	-86.8731	21.03814722	C-42	-86.83065278	21.15181111
C-11	-86.86394167	21.15217778	C-43	-86.83565833	21.14834722
C-12	-86.74840833	21.13646111	C-44	-86.8503	21.04372778
C-13	-86.834675	21.14611389	C-45	-86.7645	21.1031
C-14	-86.77403056	21.141125	C-46	-86.832125	21.15965556
C-15	-86.82163056	21.15926111	C-47	-86.749325	21.13730833
C-16	-86.85575556	21.14721389	C-48	-86.844825	21.14746944
C-17	-86.75821667	21.1164	C-49	-86.82473333	21.165275
C-18	-86.82433611	21.15609167	C-50	-86.749825	21.26105
C-19	-86.76562778	21.10158056	C-51	-86.82450278	21.15829722
C-20	-86.74747778	21.13221944	C-52	-86.82508889	21.16816389
C-21	-86.84675	21.16469167	C-53	-86.74785278	21.13369722
C-22	-86.82816389	21.16355278	C-54	-86.76408056	21.10682222
C-23	-86.82363333	21.16139722	C-55	-86.82752222	21.15208333
C-24	-86.82988611	21.16347222	C-56	-86.82543056	21.17148333
C-25	-86.75798889	21.11691944	C-57	-86.89014167	21.87725
C-26	-86.75066667	21.137275	C-58	-86.82048056	21.15661667
C-27	-86.82625833	21.16364722	C-59	-86.82406944	21.15499722
C-28	-86.82128611	21.16061111	C-60	-86.74794722	21.13328333
C-29	-86.82228333	21.15201389	C-61	-86.78125	21.14465278
C-30	-86.82450278	21.11794444	C-62	-86.82708333	21.17036667
C-31	-86.82176111	21.15753333	C-63	-86.82368056	21.14700278
C-32	-86.82371389	21.14728056	C-64	-86.85033889	21.16313333



Las coordenadas se utilizaran en el subcapítulo 3.5 para obtener la historia de velocidades de cada uno de los comercios

3.2 Componentes de los comercios

Los componentes de los comercios a diferencia de las gasolineras son estructuras muy variables en forma, arquitectura, material y uso. Para poder describir cada uno de los comercios se realizó un anexo de comercios que se muestra al final de la tesis. En donde se muestra una descripción de los componentes estructurales y de los montos monetarios ajustados y asegurados así como los porcentajes de daños y en algunos casos fotos de los componentes dañados de la estructura.

3.3 Daños ocasionados a los componentes del inmueble comercial

Debido a que las estructuras de cada comercio son variables, al analizar los daños de nuestra muestra se observaron que uno de los daños que se obtuvieron fueron a los objetos encontrados en la azotea (foto 3.3) como son:

- Ductos de aire acondicionado
- Tinacos
- Oxidación de gas estacionario
- Tuberías



Foto 3.3 Objetos en la azotea dañados por la lluvia y la velocidad del Viento

En este caso los factores importantes que ocasionaron los daños al intemperie fue la lluvia y la velocidad del viento.

La ruptura de vidrios (Foto 3.3.1) se debió a las grandes áreas expuestas a la velocidad del viento y a proyectiles, objetos lanzados con la velocidad del viento. Otro factor fue las lluvias intensas registradas a lo largo del paso del huracán



Wilma ya que ocasionó oxidación a objetos metálicos y la entrada de agua al inmueble produjo daños a techos y muros con falso plafón así como a los contenidos como ropa, aparatos eléctricos, muebles, mercancía (Foto 3.3.3), pintura interior y exterior (Foto 3.3.2), instalación eléctrica, instalación sanitaria, etc.

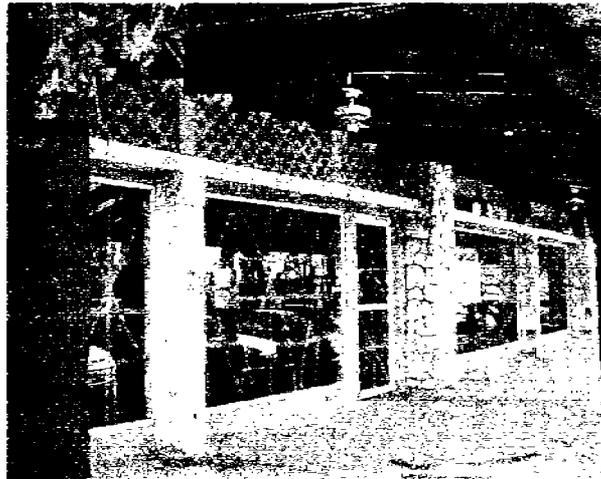


FOTO. 3.3.1 Daños a vidrios

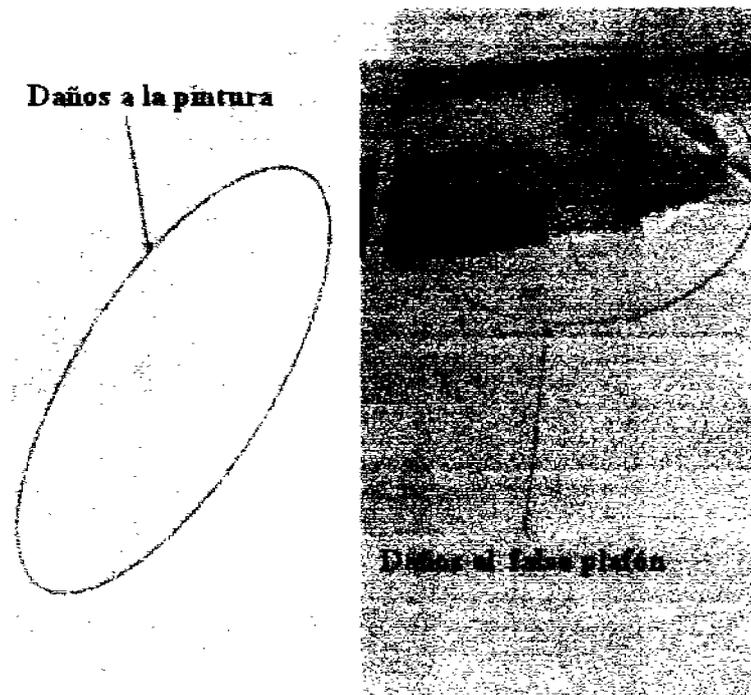


Foto. 3.3.2 Daños a la pintura interior y falso plafón de las paredes.

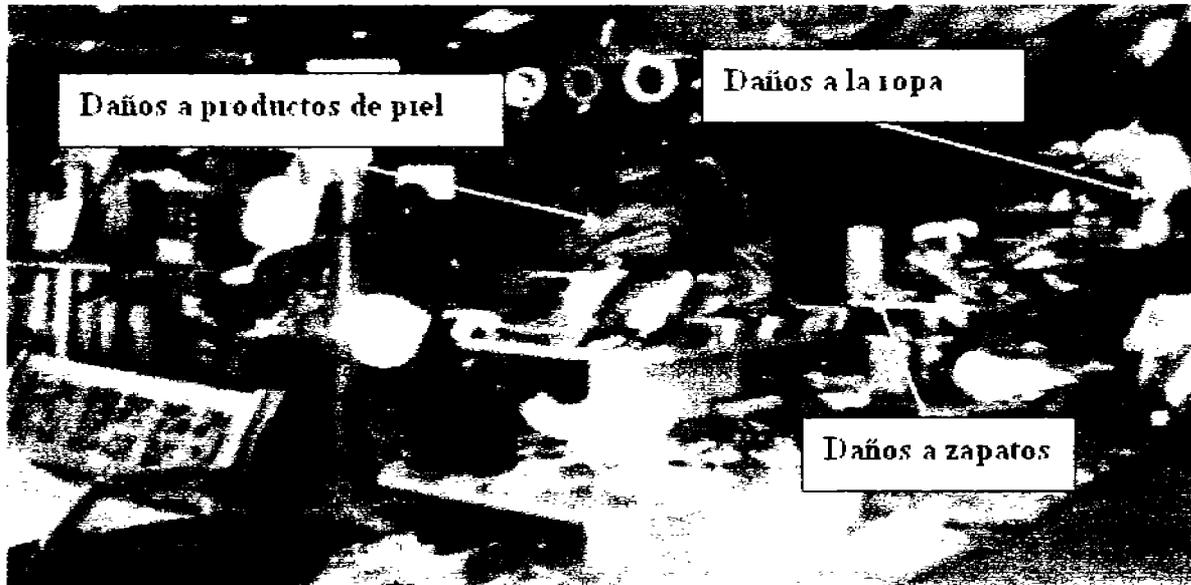


Foto 3.3.3 Daños a contenidos

Otro de los materiales vulnerables a la velocidad del viento son las tejas, que se colocan en los techos, como se muestra en la foto 3.3.4, estas presentaron desprendimientos en su totalidad, además de que cada teja al ser desprendida puede adquirir con la velocidad del viento la fuerza necesaria para ser un proyectil capaz de romper un vidrio e incluso tener una víctima humana.

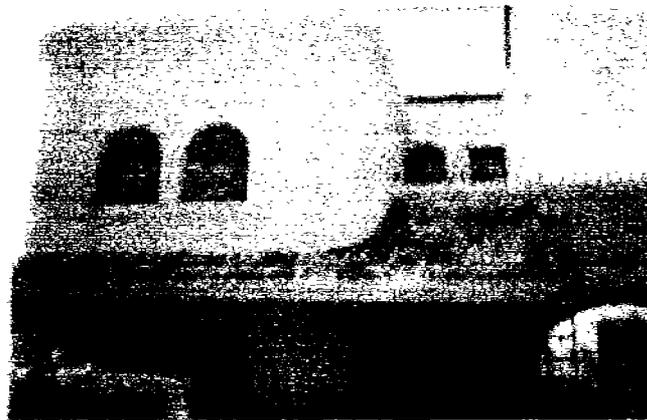


Foto 3.3.4 Desprendimiento de las tejas a consecuencia de la velocidad del viento

Los techos más vulnerables a la velocidad del viento y a la intensidad de lluvia son los de lámina como las bodegas (Foto 3.3.5) y los techos de palmas como son las palapas (Foto 3.3.6).



Foto 3.3.5 Daños a techos de lámina

En la muestra de comercios se muestran que los daños a techos de lámina y techos de palmas fueron los más afectados, en comparación con los de losa de concreto.



Foto 3.3.6 Daños a los techos de palmas

3.4 Daños a los contenidos de los inmuebles comerciales

A partir de la recopilación de información proporcionada por las empresas aseguradoras, se obtuvieron los porcentajes de los daños a edificio, contenidos y en algunos casos bienes al intemperie, remoción de escombros y pérdidas consecuenciales.

A continuación se muestran los porcentajes de daños a contenidos que se obtuvieron para los comercios con los que sí contaban con información de montos ajustados y montos asegurados en edificios.



Tabla 3.4 Porcentaje de Daños a Contenidos

CLAVE	% CONTENIDOS	CLAVE	% CONTENIDOS
C-1	58%	C-33	75%
C-2	6%	C-34	10%
C-3	0%	C-35	17%
C-4	12%	C-36	50%
C-5	0%	C-37	12%
C-6	0%	C-38	100%
C-7	0%	C-39	17%
C-8	0%	C-40	6%
C-9	24%	C-41	12%
C-10	0%	C-42	0%
C-11	0%	C-43	
C-12	0%	C-44	36%
C-13	7%	C-45	30%
C-14	9%	C-46	66%
C-15	19%	C-47	100%
C-16	0%	C-48	9%
C-17	0%	C-49	0%
C-18	40%	C-50	0%
C-19	0%	C-51	0%
C-20	0%	C-52	8%
C-21	0%	C-53	0%
C-22	0%	C-54	4%
C-23	9%	C-55	100%
C-24	3%	C-56	0%
C-25	2%	C-57	15%
C-26	0%	C-58	6%
C-27	0%	C-59	7%
C-28	0%	C-60	0%
C-29	9%	C-61	0%
C-30	54%	C-62	44%
C-31	0%	C-63	21%
C-32	2%	C-64	14%

3.5 Daños a los edificios

Los porcentajes de daños se obtuvieron se muestran en la tabla 3.5, estos datos se obtuvieron del cociente de los montos ajustados entre los montos asegurados de los edificios.



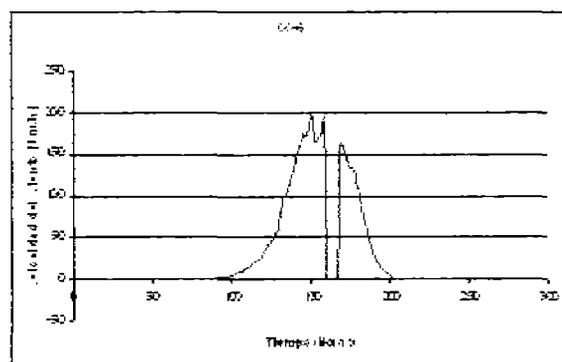
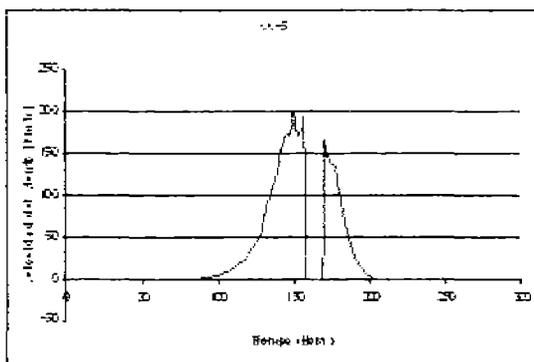
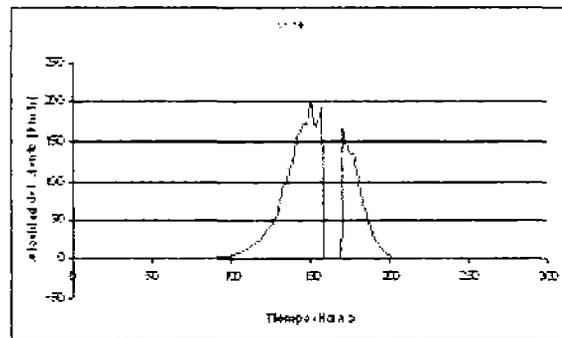
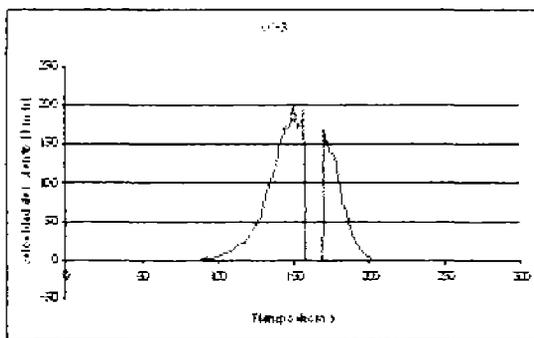
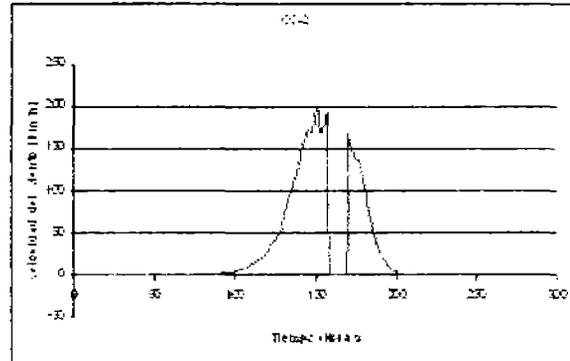
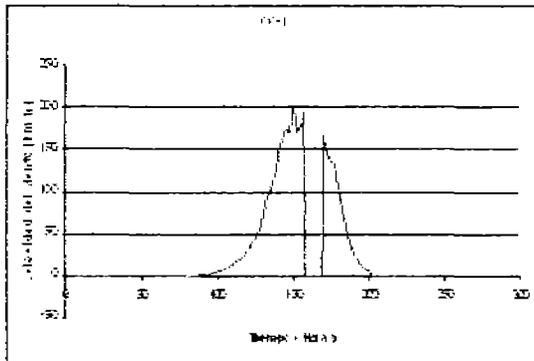
Tabla 3.5 Porcentaje de Daños a los Edificios

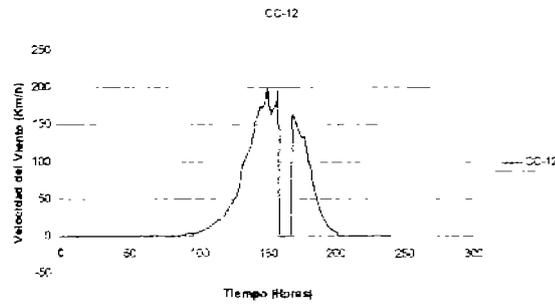
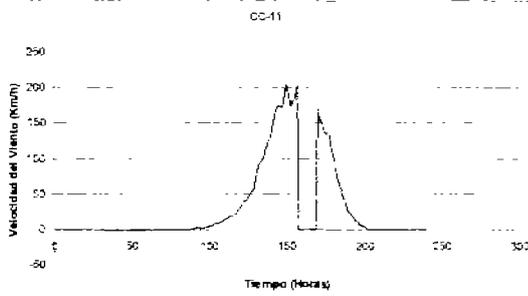
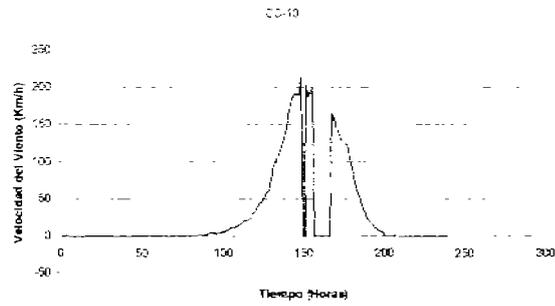
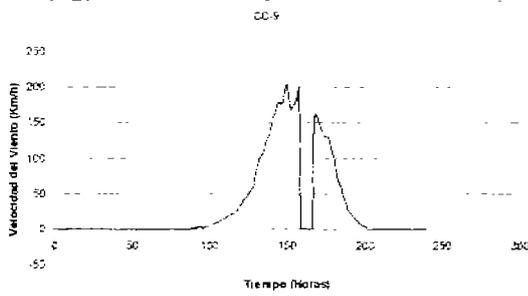
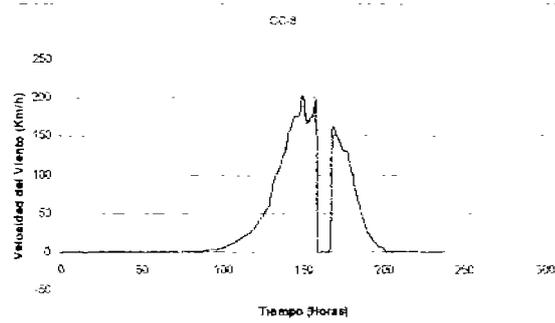
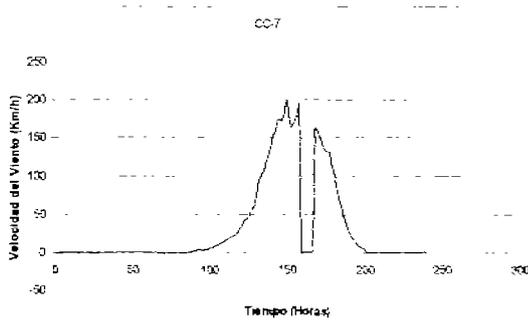
CLAVE		CLAVE	
C-1	0%	C-33	76%
C-2	4%	C-34	0%
C-3	0%	C-35	53%
C-4	0%	C-36	96%
C-5	84%	C-37	0%
C-6	50%	C-38	0%
C-7	37%	C-39	53%
C-8	0%	C-40	37%
C-9	0%	C-41	9%
C-10	95%	C-42	3%
C-11	0%	C-43	
C-12	2%	C-44	0%
C-13	0%	C-45	0%
C-14	29%	C-46	0%
C-15	3%	C-47	0%
C-16	0%	C-48	0%
C-17	1%	C-49	0%
C-18	13%	C-50	0%
C-19	0%	C-51	0%
C-20	26%	C-52	0%
C-21	1%	C-53	0%
C-22	13%	C-54	0%
C-23	0%	C-55	0%
C-24	0%	C-56	100%
C-25	0%	C-57	8%
C-26	6%	C-58	4%
C-27	13%	C-59	0%
C-28	10%	C-60	3%
C-29	0%	C-61	14%
C-30	0%	C-62	15%
C-31	2%	C-63	0%
C-32	32%	C-64	0%

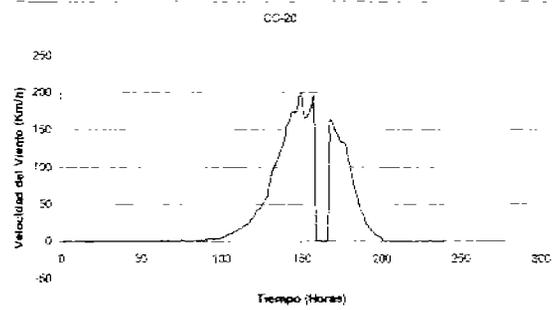
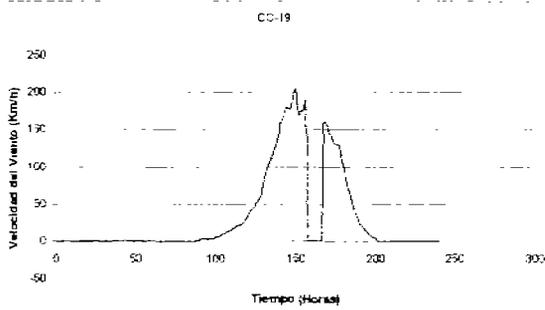
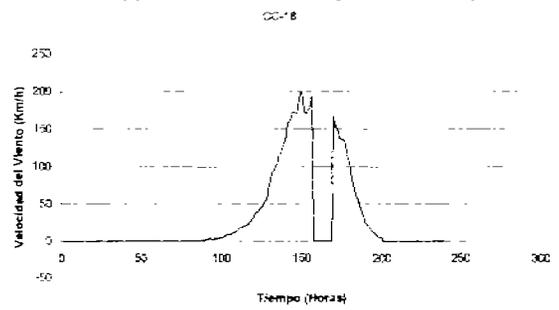
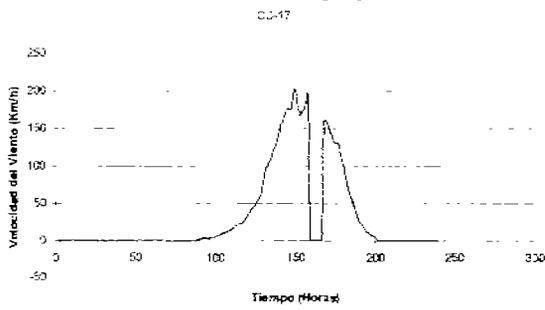
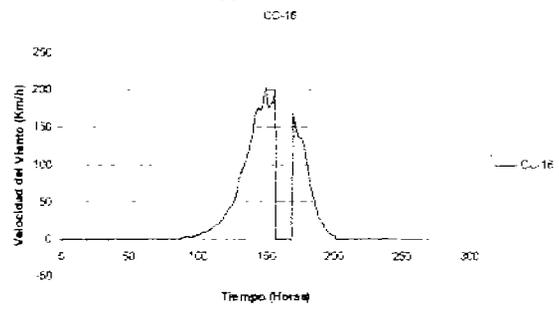
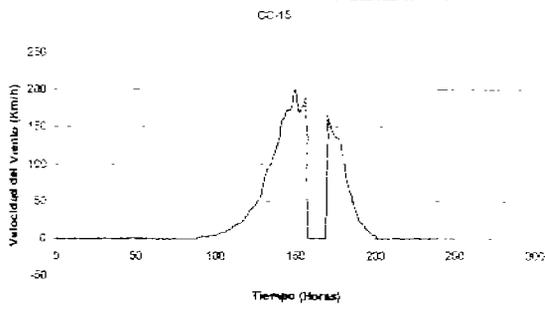
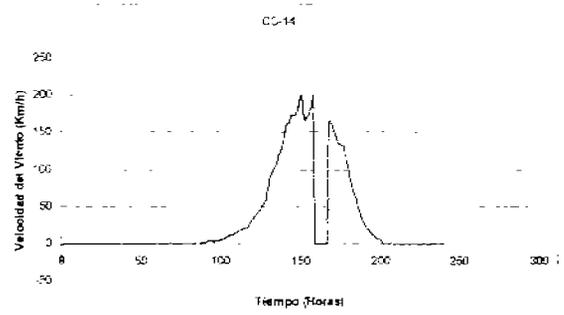
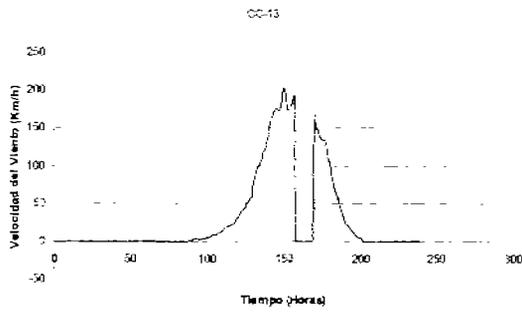


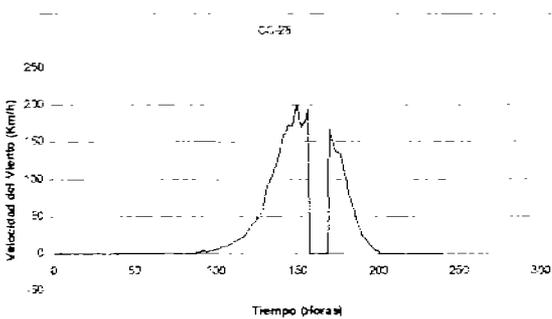
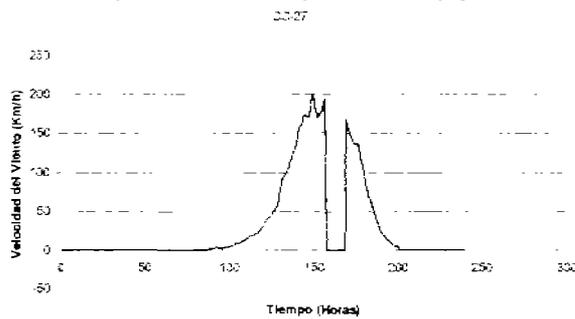
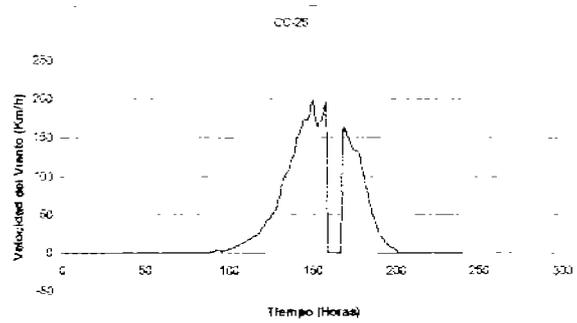
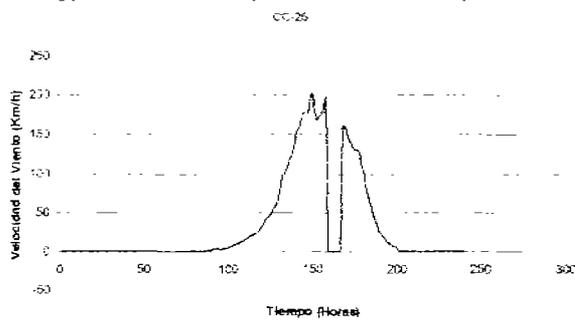
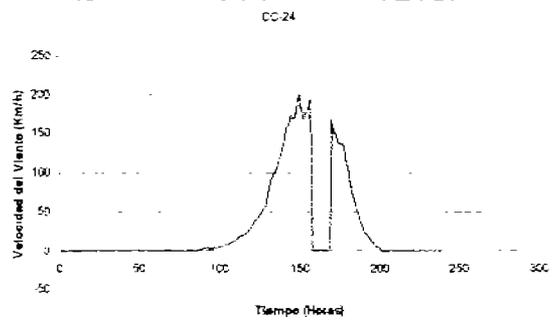
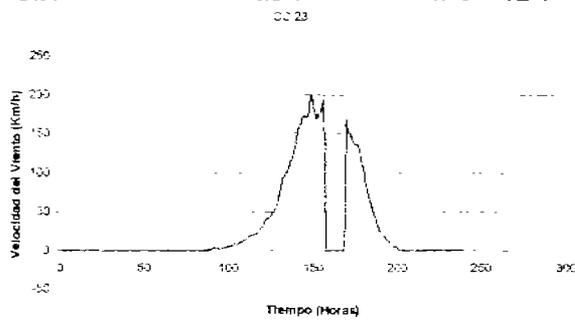
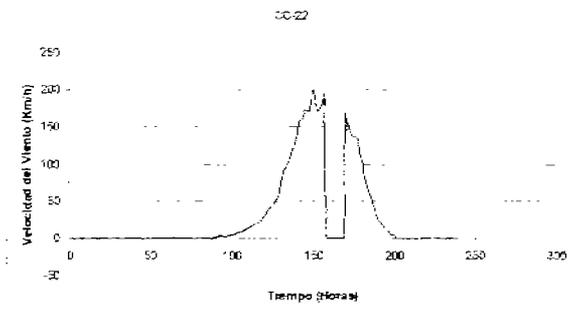
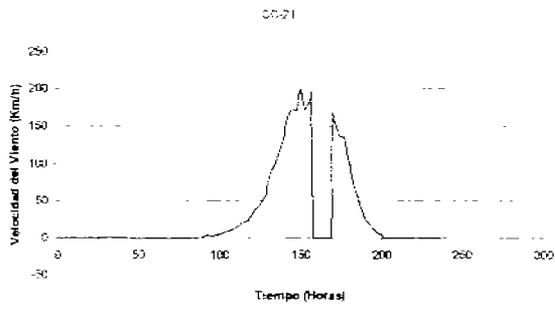
3.6 Historia de velocidades

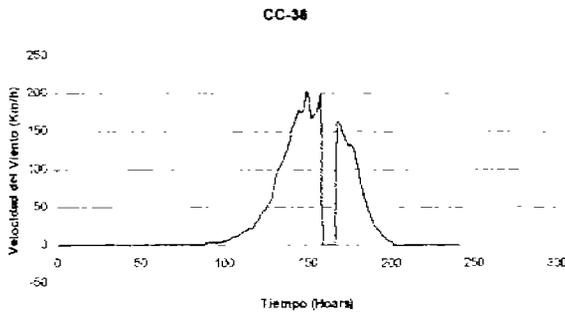
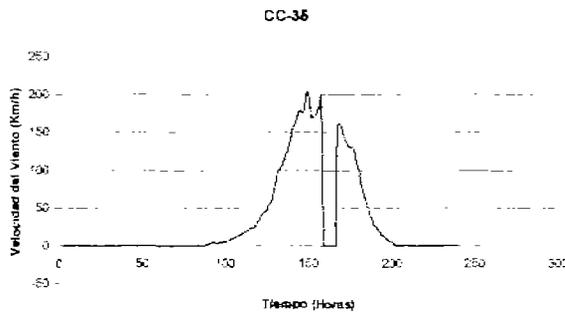
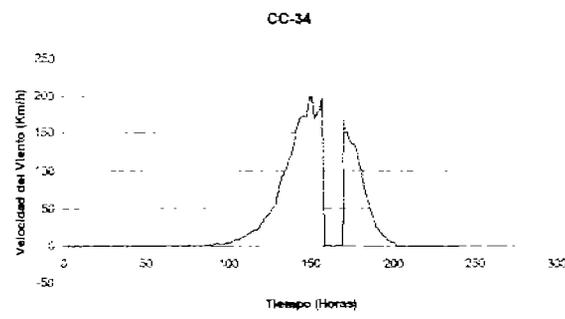
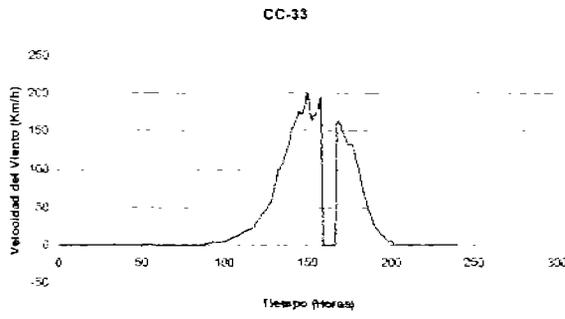
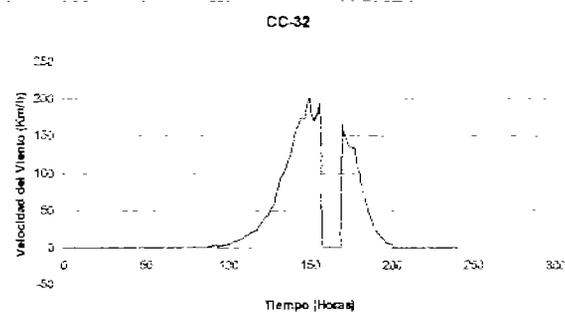
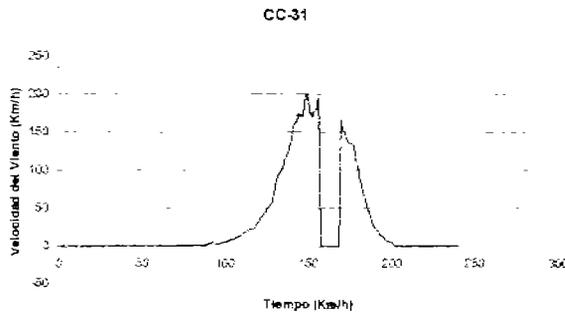
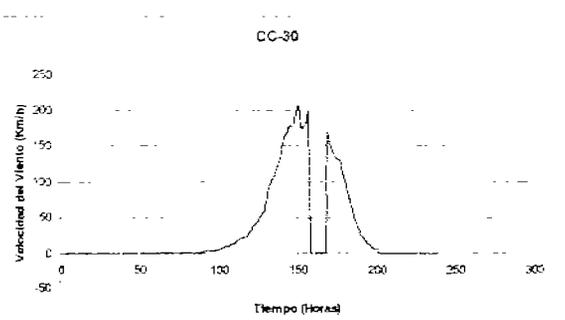
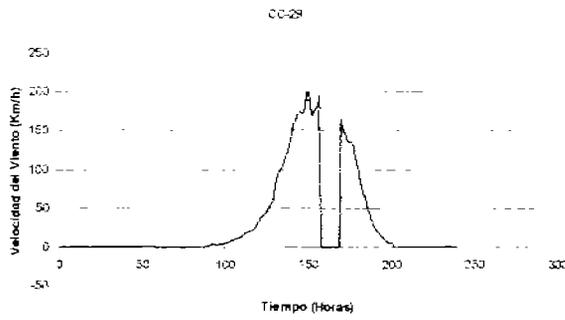
Para obtener la historia de velocidades se utilizó el programa que se describió en el subcapítulo 2.6. A continuación se muestran las graficas de cada uno de los comercios donde se aprecia la historia de velocidades a lo largo del fenómeno Wilma.

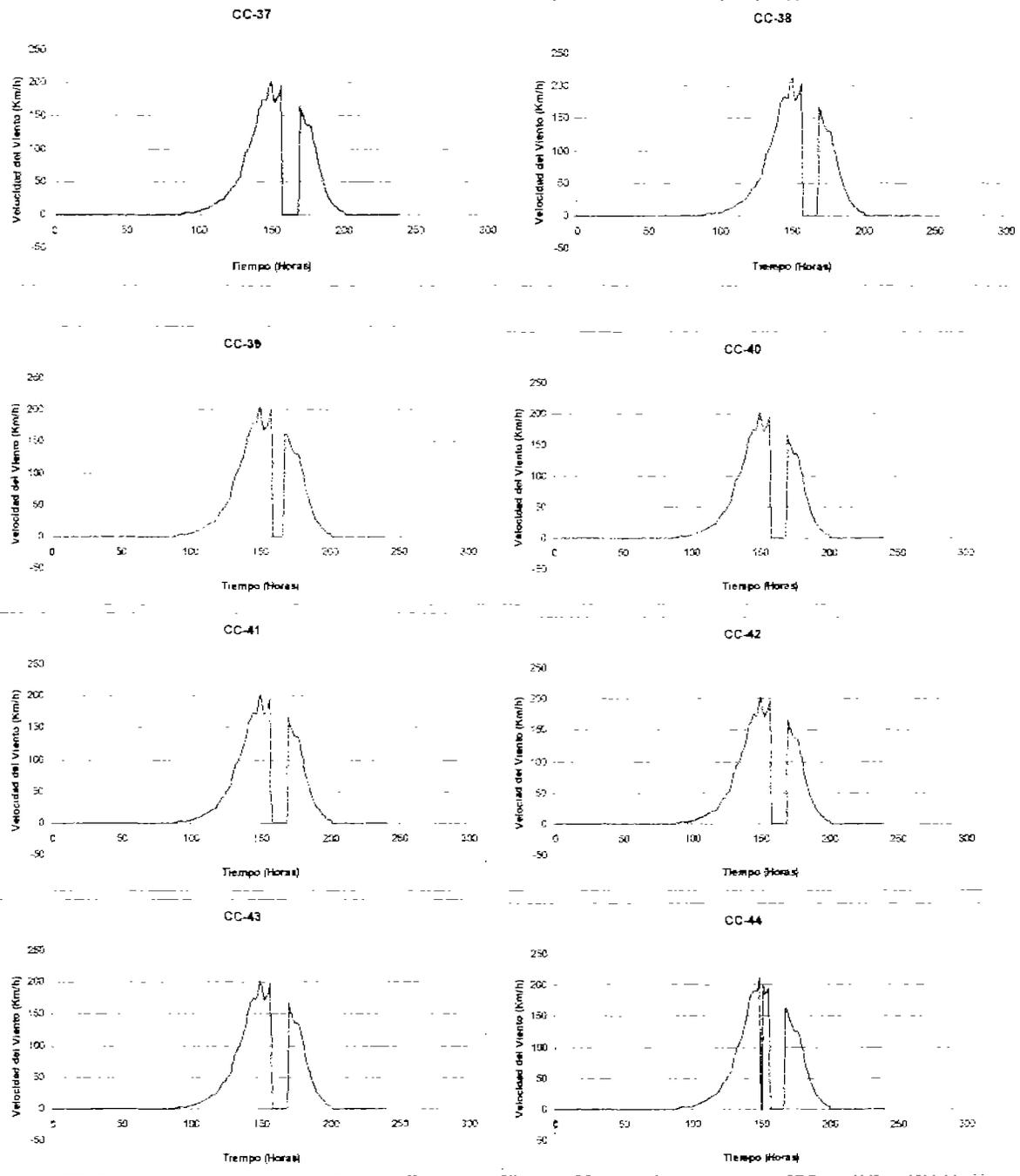


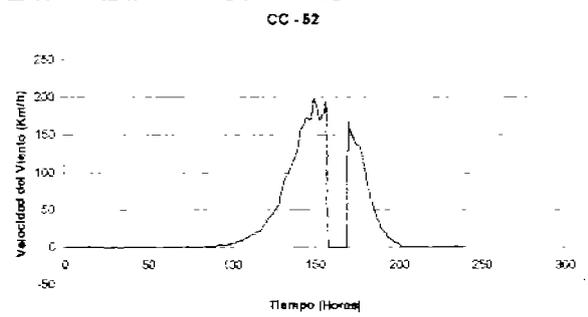
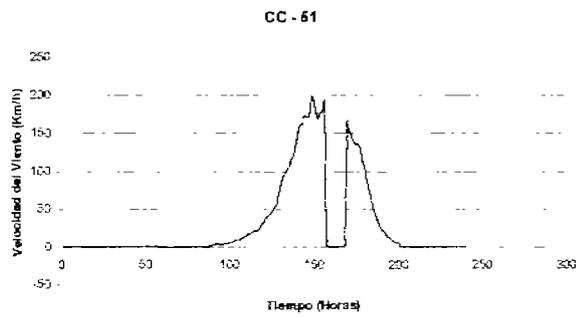
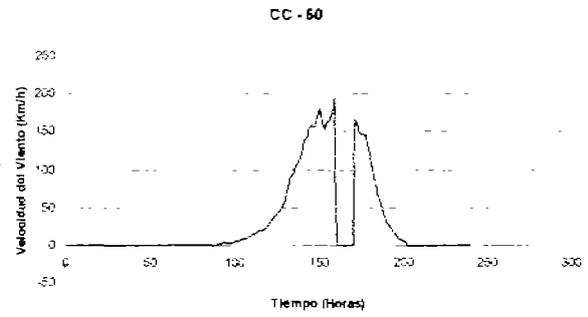
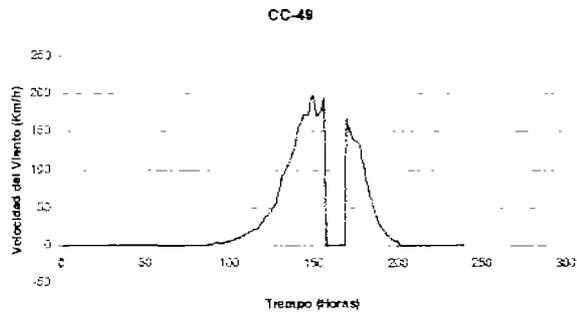
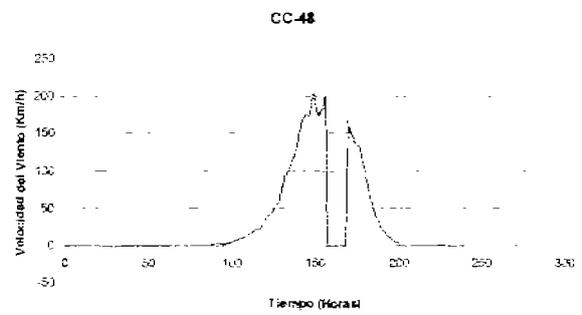
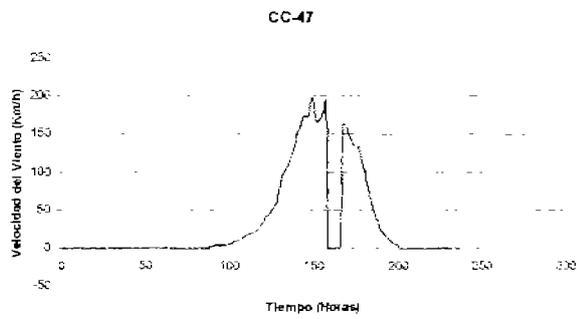
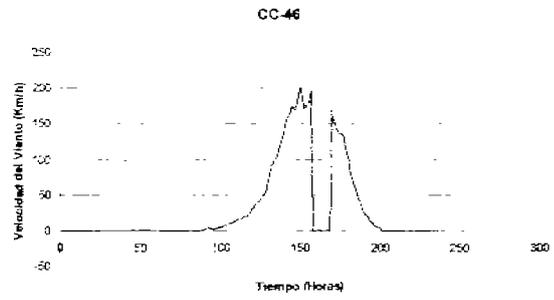
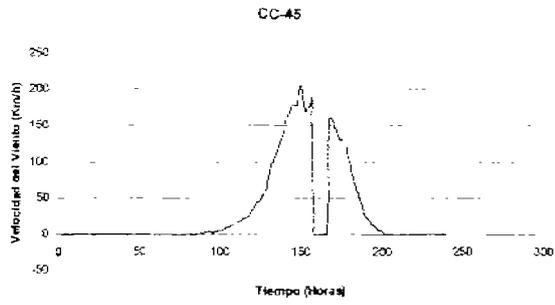


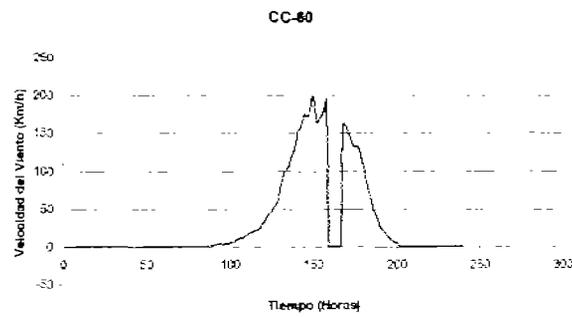
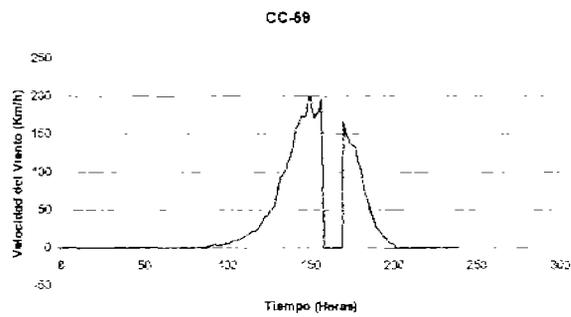
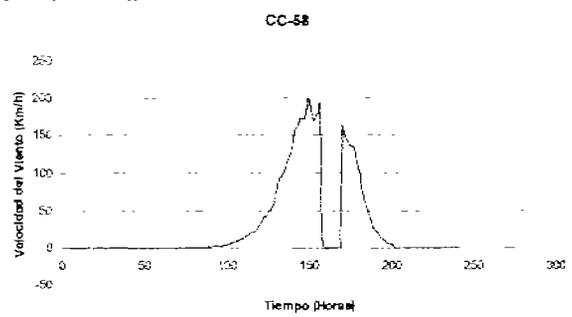
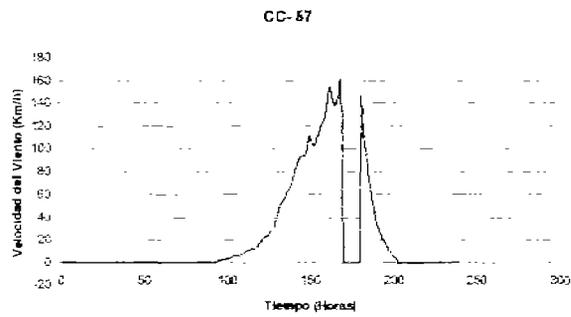
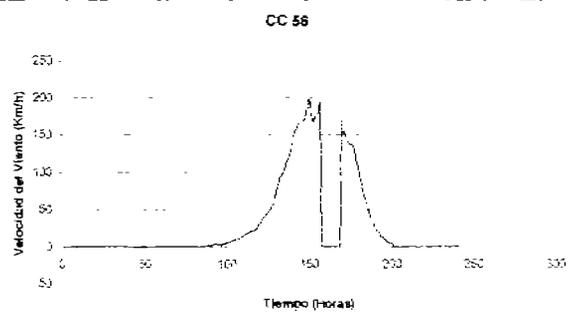
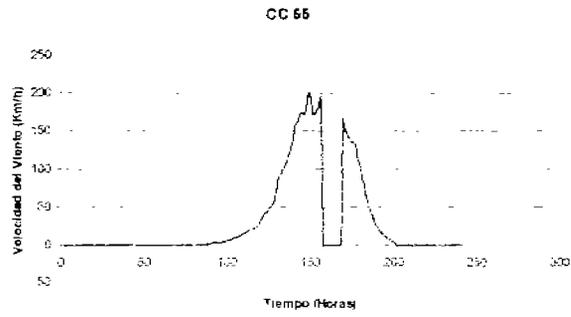
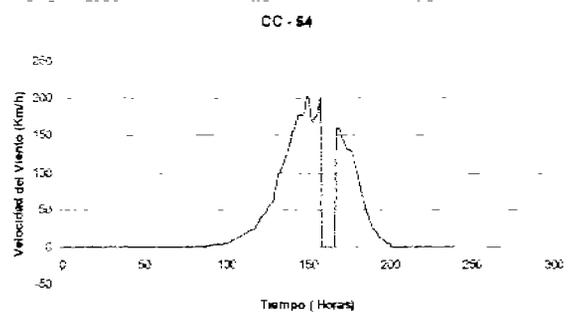
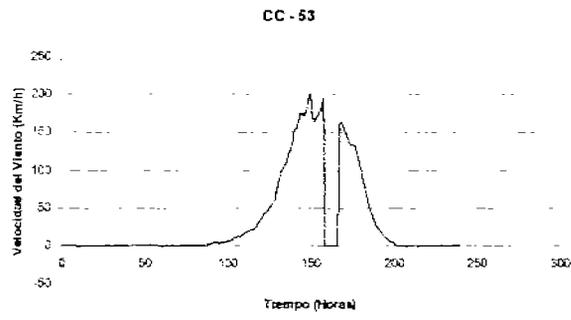


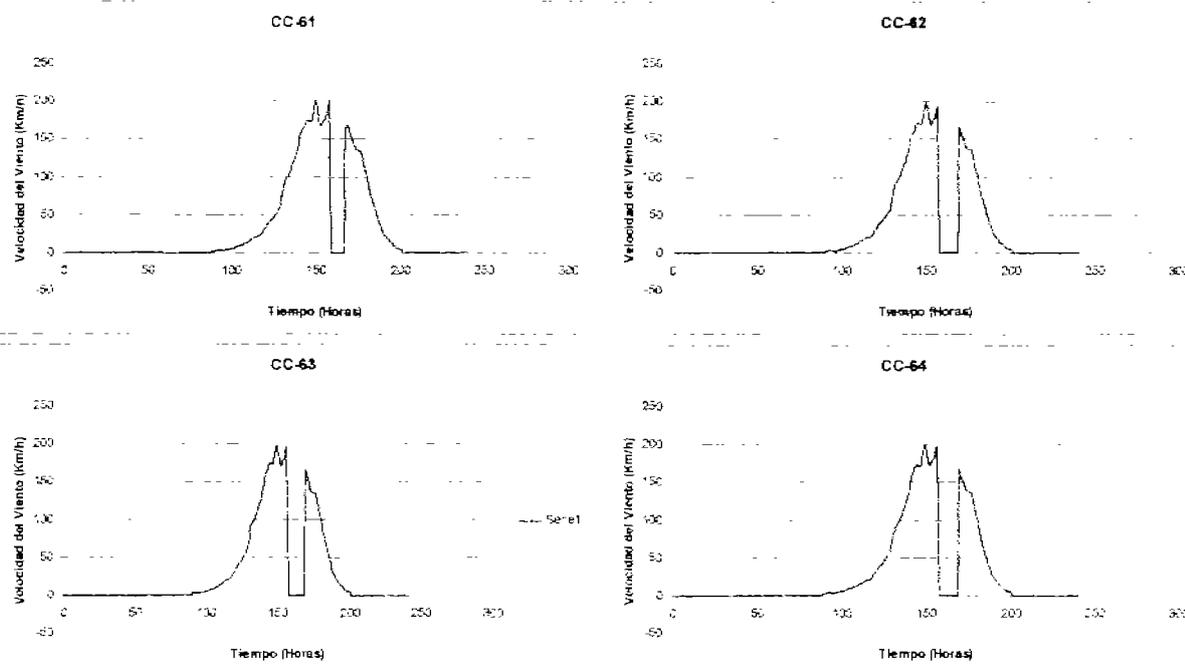












En la tabla 3.5 se muestra la velocidad máxima alcanzada para cada comercio donde se observa que el comercio CC-10 tuvo la mayor velocidad que es de 213 Km/h, y la mínima velocidad la registro el comercio 57 con una velocidad de 160 Km/h



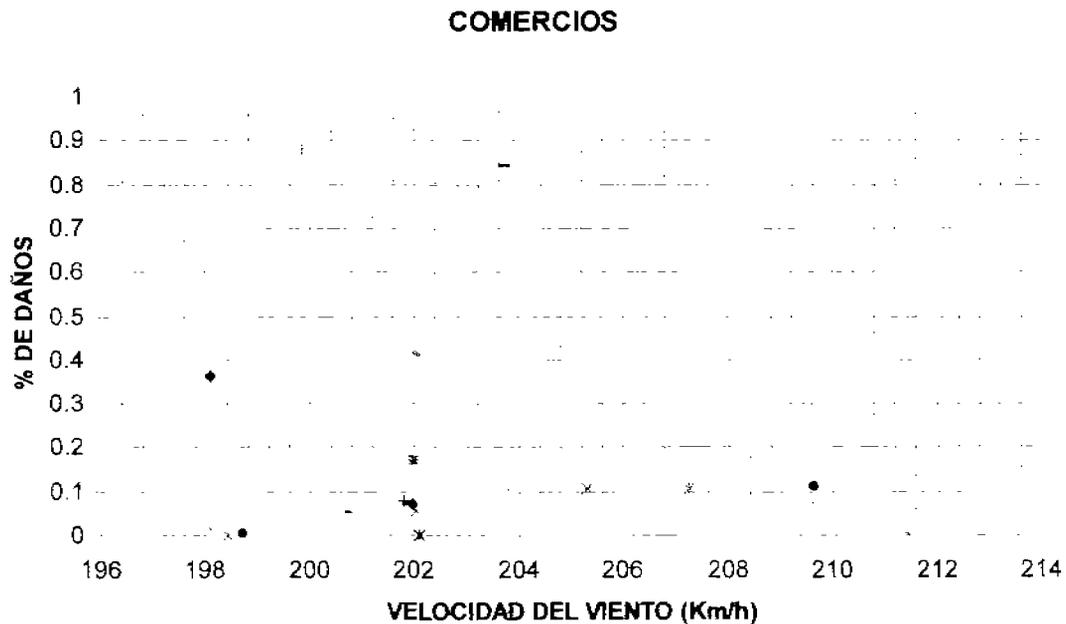
TABLA 3.5 Velocidades máximas alcanzadas para cada comercio

CLAVE	FECHA	HORA	VEL. MAX. Km/h
CC-1	22/10/2005	05:00:00 a.m.	194
CC-2	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-3	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-4	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-5	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200
CC-6	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-7	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-8	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-9	21/10/2005	10:00:00 p.m.	204
CC-10	21/10/2005	09:00:00 p.m.	213
CC-11	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-12	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-13	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-14	22/10/2005	06:00:00 a.m.	198
CC-15	21/10/2005	11:00:00 p.m.	199
CC-16	21/10/2005	10:00:00 p.m.	203
CC-17	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-18	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200
CC-19	21/10/2005	10:00:00 p.m.	206
CC-20	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-21	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-22	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-23	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-24	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-25	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-26	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-27	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-28	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-29	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200
CC-30	21/10/2005	10:00:00 p.m.	207
CC-31	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199
CC-32	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201
CC-33	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-34	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200
CC-35	21/10/2005	10:00:00 p.m.	204
CC-36	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-37	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201
CC-38	21/10/2005	10:00:00 p.m.	212
CC-39	21/10/2005	10:00:00 p.m.	204
CC-40	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201
CC-41	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201
CC-42	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201
CC-43	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-44	21/10/2005	09:00:00 p.m.	210
CC-45	21/10/2005	10:00:00 p.m.	205
CC-46	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200
CC-47	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-48	21/10/2005	10:00:00 p.m.	202
CC-49	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198
CC-50	22/10/2005	07:00:00 a.m.	192.3768
CC-51	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199.4859
CC-52	21/10/2005	10:00:00 p.m.	197.8054
CC-53	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198.5512
CC-54	21/10/2005	10:00:00 p.m.	204.4975
CC-55	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200.7302
CC-56	21/10/2005	10:00:00 p.m.	197.2548
CC-57	22/10/2005	05:00:00 p.m.	160.795
CC-58	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199.5837
CC-59	21/10/2005	10:00:00 p.m.	200.0453
CC-60	21/10/2005	10:00:00 p.m.	198.6252
CC-61	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199.3056
CC-62	21/10/2005	10:00:00 p.m.	197.518
CC-63	21/10/2005	10:00:00 p.m.	201.4525
CC-64	21/10/2005	10:00:00 p.m.	199.7039



3.7 Descripción de los daños

A partir de los porcentajes de daños obtenidos y las máximas velocidades alcanzadas para cada comercio, se obtuvo la gráfica que relaciona los porcentajes de daños globales con la velocidad del viento como se muestra en la gráfica 3.7



Gráfica 3.7 Relación de los daños globales con la velocidad máxima del viento

Para obtener el porcentaje de daños globales esperados en comercios ante un nuevo fenómeno hidrometeorológico como Wilma, se realizó con los datos de la gráfica 3.7 un promedio de velocidad máxima alcanzada y un promedio de porcentaje de daños global, que resultó de : $V_{m\acute{a}x. esperada} = 200 \text{ Km/h}$, porcentajes de daños globales esperados= 18%.

Para obtener los porcentajes de daños a edificios y contenidos se realizaron los mismos procedimientos que se utilizaron para las gasolineras como se muestra en las gráficas 3.7.1 y 3.7.2.

Con los datos obtenidos en las gráficas 3.7.1 y 3.7.2 se obtuvieron promedios para saber los posibles daños esperados ante un fenómeno como Wilma.

Los resultados para edificios fueron, daños a edificios de comercios esperados= 14% y daños a contenidos de comercios esperados= 16%



La máxima velocidad la presentó el comercio C-10 la cual tuvo el 95% de daños a edificios debido a su ubicación donde se observa que en su entorno existe bastante vegetación lo cual debido al desprendimiento de ramas lanzadas por la velocidad del viento dañaron al inmueble

En cuanto a los daños a contenidos se obtuvieron el 0% para este comercio ya que su uso era restaurante.

La velocidad mínima registrada se presentó en el comercio c-57 la cuál obtuvo porcentajes de daños a edificios del 8% y 15% en daños a contenidos.



4. CONCLUSIONES

Como se mencionó en el capítulo 2, la muestra de gasolineras se consideró como homogénea debido a que todas las gasolineras son estructuras metálicas, por lo que se realizó una curva de vulnerabilidad con la finalidad de poder obtener una relación más exacta de la relación de los daños globales con la velocidad del viento. No se realizó una curva de vulnerabilidad para comercios debido a que como se mencionó en el capítulo 3 es una muestra heterogénea ya que varían en su tipo estructural por lo que la curva no serviría ya que el porcentaje de error sería muy alto.

A continuación se muestra tabla 4.1 con el procedimiento que se realizó para la obtención de la curva.

Tabla 4.1 Datos para la obtención de la vulnerabilidad.

Velocidad Km/h	% Daños Globales	% Daños Normalizado	% Daños Acumulado
192.4131	56%	6.90%	6.90%
195.9327	8%	1.00%	7.89%
196.5902	35%	4.27%	12.16%
196.75	28%	3.48%	15.64%
196.9628	21%	2.57%	18.21%
197.516	32%	3.97%	22.19%
197.9425	25%	3.07%	25.26%
198.3926	65%	7.99%	33.25%
199.2508	57%	6.94%	40.19%
199.7575	24%	2.99%	43.18%
199.8058	17%	2.13%	45.31%
200.0549	39%	4.83%	50.14%
200.581	67%	8.20%	58.34%
201.3599	37%	4.57%	62.91%
201.6423	26%	3.17%	66.08%
201.9717	42%	5.15%	71.23%
202.7025	28%	3.43%	74.66%
203.3335	25%	3.06%	77.71%
203.6088	31%	3.78%	81.50%
205.3289	62%	7.58%	89.07%
205.3582	48%	5.87%	94.94%
209.1754	25%	3.03%	97.97%
215.3312	17%	2.03%	100.00%



Cada uno de los porcentajes de daños globales se dividieron entre el promedio que se obtuvo en el capítulo 2, posteriormente se realizó el acumulado para llegar al 100% de daños globales.

La vulnerabilidad por velocidad del viento se define como la probabilidad de una pérdida estructural debido a la intensidad con que es azotada la estructura.

Posteriormente se graficaron las velocidades con los porcentajes de daños globales acumulados (Gráfica 4.1.1)



Gráfica 4.1.1 Porcentaje de Daños Globales Acumulados

Posteriormente se inserto una línea de tendencia con la cual se obtuvo un modelo matemático que se presenta a continuación:

$$y = -0.0025x^2 + 1.078x - 114.84$$

donde :

y= es el porcentaje de daño global esperado

x= es la velocidad del viento presentada en la ubicación del inmueble en Km/ h



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Filip Lorenzo y Nava-Martínez Gabriela (2006), "**Reporte del efecto de los Huracanes Emily y Wilma sobre arrecifes de la costa Oeste del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel**", Parque Nacional Arrecifes de Cozumel Departamento de Monitoreo y Vinculación Científica, pp15

Avelar-Frausto Carlos (2006), "**Daños ocasionados por el huracán Wilma en Cancún**". XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural (este mismo CD).

Avelar-Frausto Carlos (2006b), "**Expresiones para modificar el intervalo de promediación en la velocidad de viento, entre los resultados de un modelo paramétrico y los boletines de huracanes**". Reporte Interno, ERN Ingenieros Consultores.

Chan C.-M. y Chui J.K.L. (2004), "**Wind-induced response and serviceability design optimization of tall steel buildings**", Engineering Structures 28, Department of Civil Engineering, Hong Kong University of Science and Technology, Kowloon, Hong Kong, China disponible para internet en 2005, pp11

Hernández Unzón Alberto y Bravo Chirillo (2005), "**Resumen del huracán "Wilma" del Océano Atlántico**", Comisión Nacional del Agua Subdirección General Técnica Unidad del Servicio Meteorológico Nacional Subgerencia de Pronóstico Meteorológico"

Hohl R.; Schiesser H., Aller D. (2002), "**HailFall: The relationship between radar-derived hail kinetic energy and hail damage to buildings**", Atmospheric Research 63, pp. 177 - 207.

Huerta-Garnica Benjamín, Vega-Serratos Beatriz Edith y Avelar-Frausto Carlos (2006), "**Caracterización del daño causado a estructuras y contenidos por inundaciones fluviales y costeras**", XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural (este mismo CD).

Kopp Gregory A., Surry David y Mans Christian (2004), "**Wind effects of parapets on low buildings: Part 1. Basic aerodynamics and local loads**", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 93, disponible para internet en 2005, pp 25

MERK; Reese et al. (2003), "**Micro-scale Risk Evaluation of Flood-prone Coastal Lowlands**"

Reinoso-Angulo Eduardo, Ordaz-Schroeder Mario y otros, "**Metodología para el Cálculo de Pérdidas en Edificios y Naves Industriales ante Fenómenos Hidrometeorológicos Ocurridos en México**" XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural.

Rogelio-Álvarez José (2000) **Enciclopedia de México Tomo 12**, Ciudad de México



Silva Rodolfo, Govaere, G., Salles, P., Bautista, G. y Díaz, G. (2002), "**Oceanographic vulnerability to hurricanes on the Mexican coast**". International Conference on Coastal Engineering. Cardiff, Wales: ASCE.

Simiu E. and Scanlan R. (1996), "**Wind Effects on Structures**", Third Edition, John Wiley and Sons.

Zeballos-Cabrera Antonio (2006), "**Efecto del granizo en estructuras y modelos de estimación de daños**". XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural (este mismo CD).

Zenteno-Casas Mauricio, Avelar-Frausto Carlos y Reinoso-Angulo Eduardo (2006), "**Estadísticas de los daños por viento causados a las estructuras por el Huracán Wilma en el Caribe Mexicano**", XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural (este mismo CD).

Servicio Meteorológico Nacional
<http://smn.cna.gob.mx/>

Centro Nacional de Prevención de Desastres
<http://www.cenapred.unam.mx/es/>

Wikipedia Enciclopedia Libre
<http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>

Servicio Nacional de Estudios Territoriales
<http://www.snet.gob.sv/ver/seccion+educativa/meteorologia/huracanes/estructura/>