

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

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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).

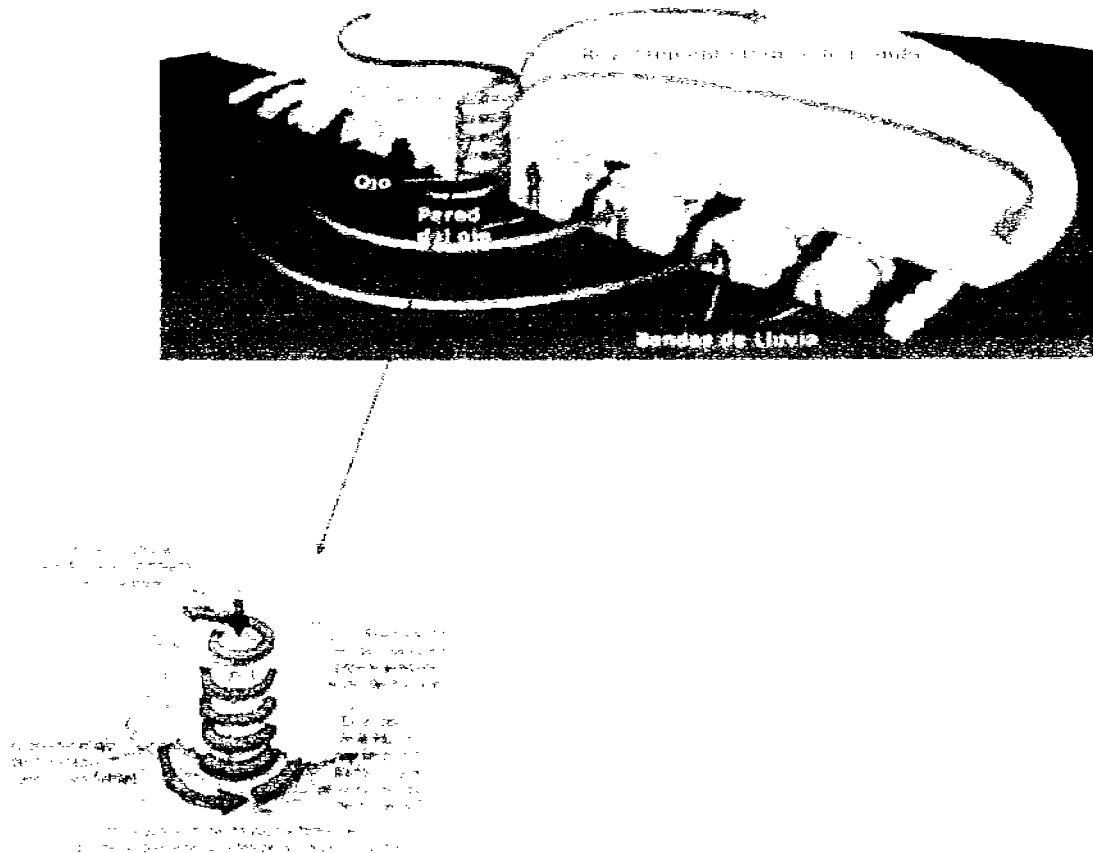


Figura 1.1 Estructura de un huracán

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)

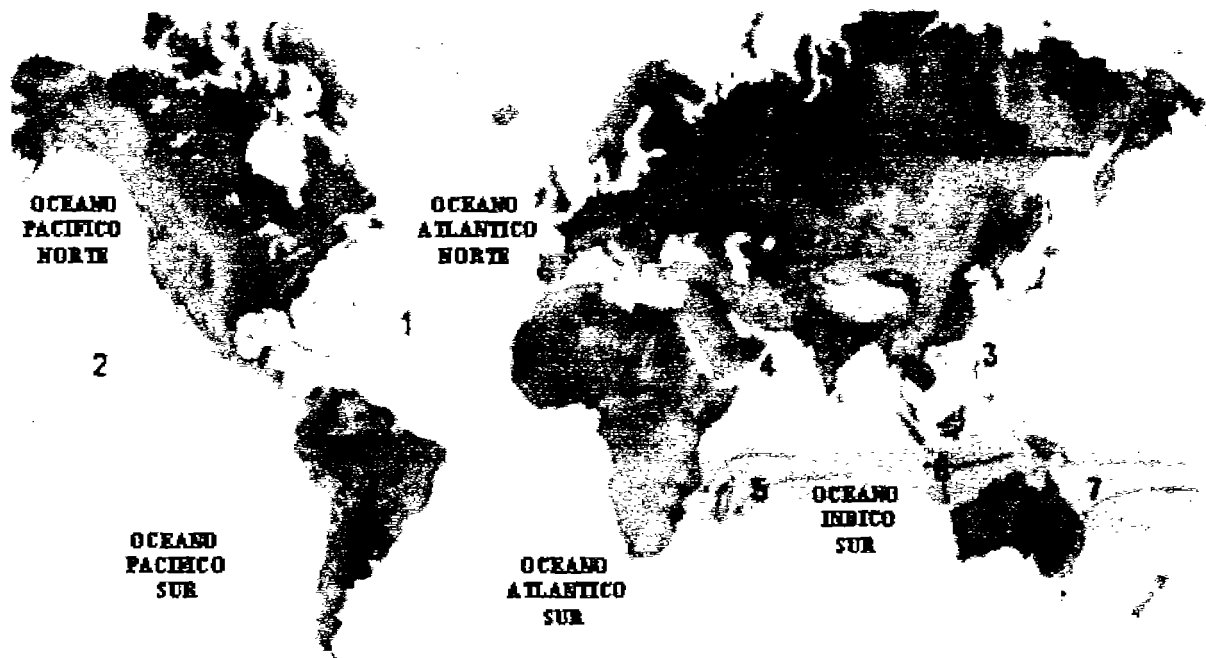


Figura 1.1.1 Zonas geográficas donde se forman los huracanes

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.

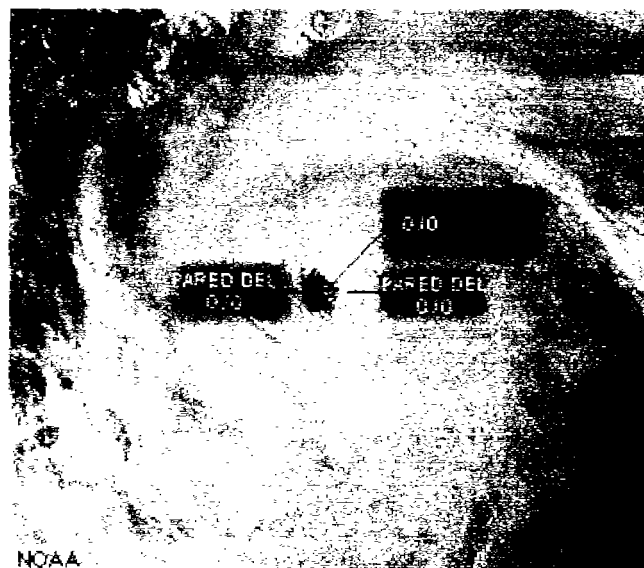


Figura 1.1.2 Partes principales de un huracán

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.

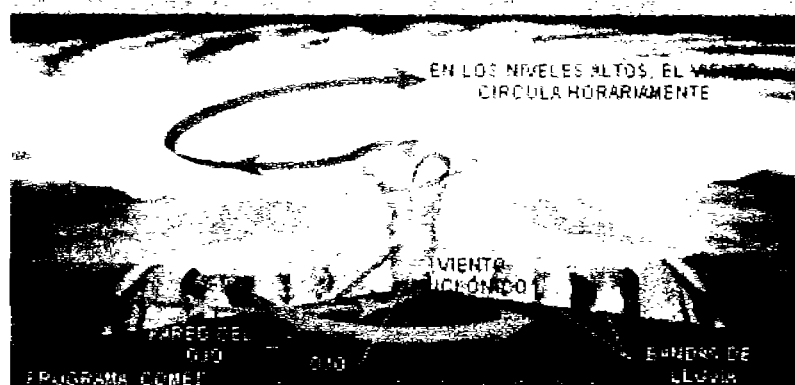


Figura 1.1.3 Niveles más altos de la atmósfera

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.

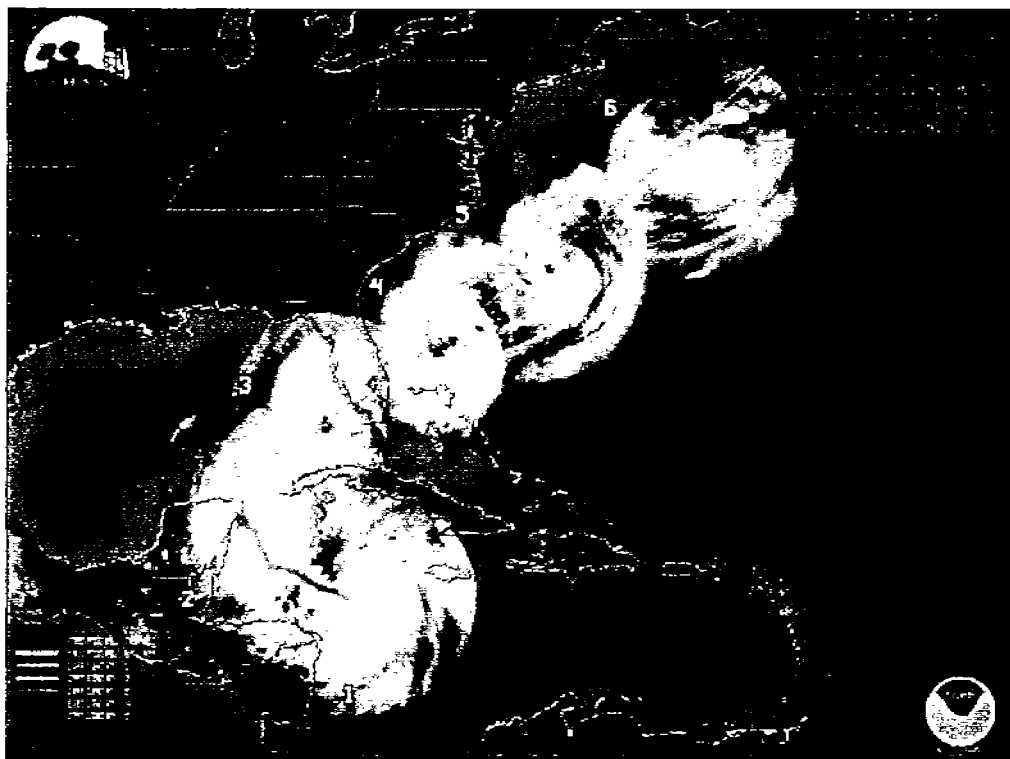


Figura 1.3.1 Trayectoria del huracán Wilma

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.

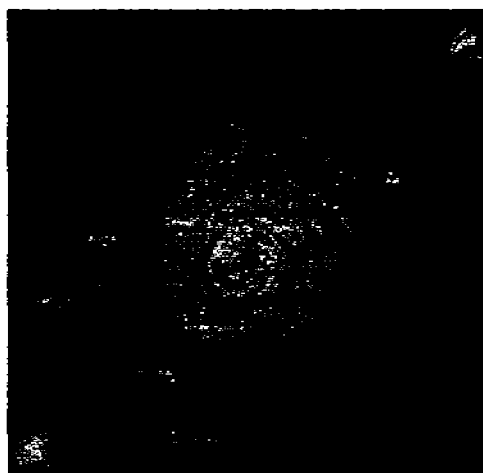


Figura 1.3.2 Imagen del radar de Cancún en el momento de impacto en tierra firme del ojo del huracán Wilma



El 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

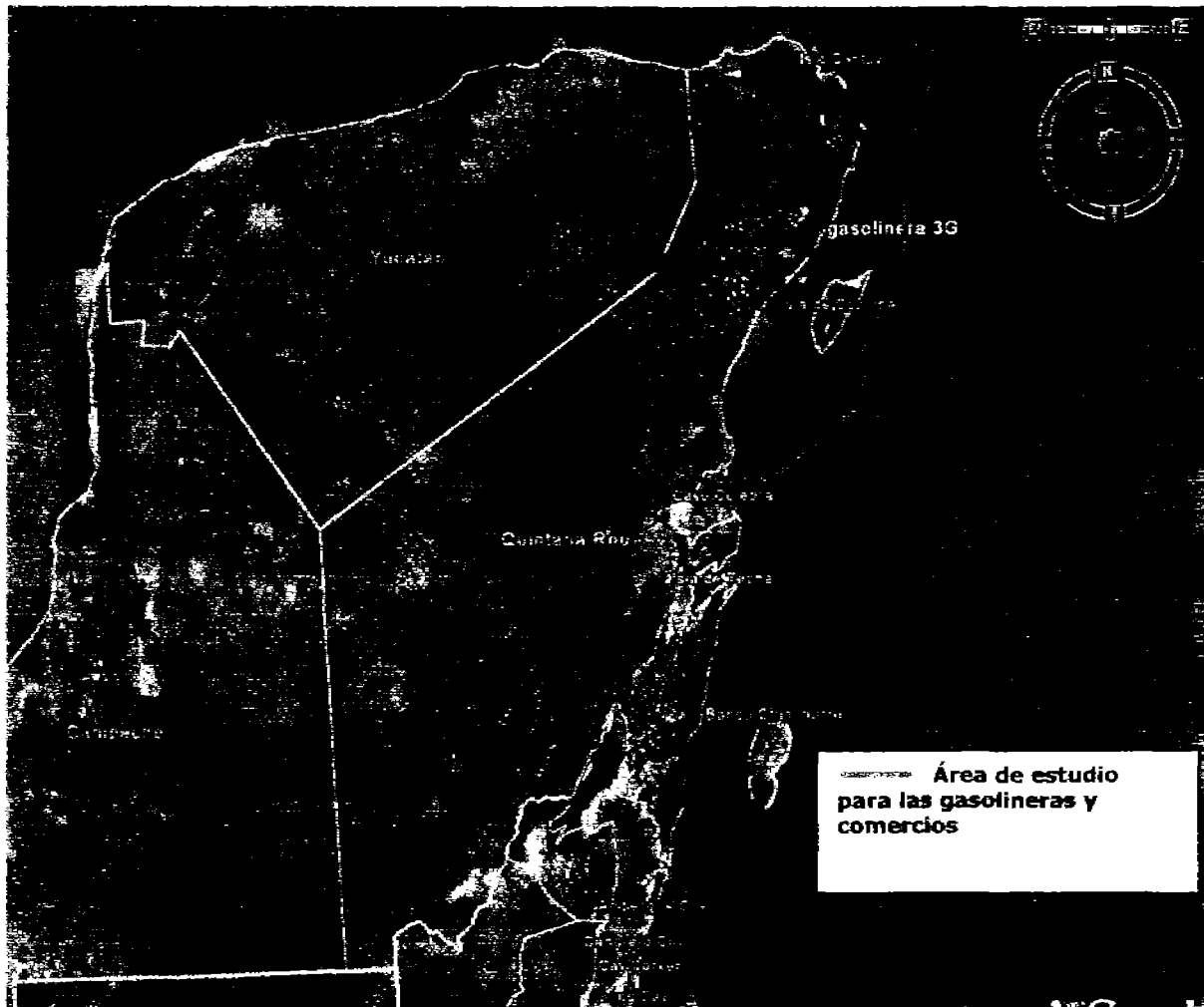
Quintana Roo esta situado en la porción oriental de la Península de Yucatán, tiene una superficie de 50 843 Km² (2.56% del territorio nacional). Linda al norte con el Golfo de México y el estado de Yucatán, el este con el mar Caribe, al sur con Belice y la República de Guatemala, y al oeste con el estado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

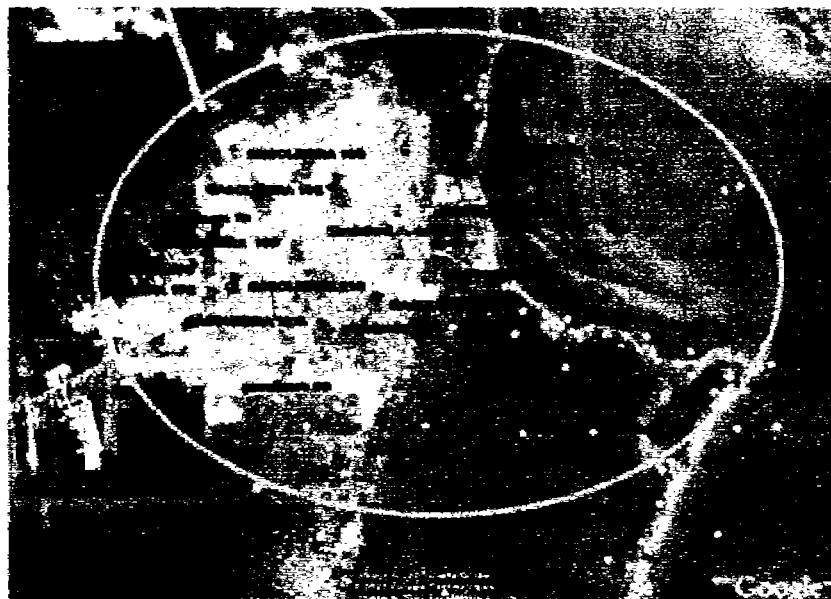


Figura 2.1 Ubicación de las gasolineras



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 | -86.8692369 | 21.172192 |
| 8G | Ubicación 42, ubicada en SM 30 iz 45, lotes 9 al 12, Av Lopez Portillo, Cancun, Quintana Roo | -86.8460563 | 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 69, 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 509, 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 | -86.9728722 | 21.162014 |
| 15G | Ubicación 49, ubicada en Smz 100, Mz 33, lote 6, 7 y 8, Av. Miguel Hidalgo, Cancun | -86.9728472 | 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 | -86.86706369 | 21.153692 |
| 22G | Ubicación 39, 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 Región 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. | | OFICINAS 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

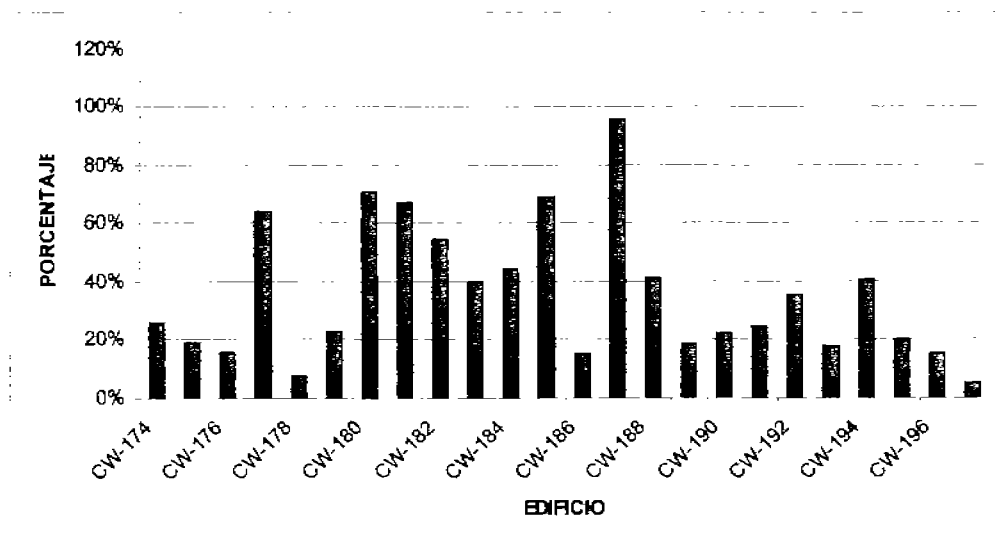
Para obtener los daños a contenidos y a edificios se recopiló información de los montos ajustados y montos asegurados de las empresas aseguradoras como se muestran en el anexo de gasolineras.

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



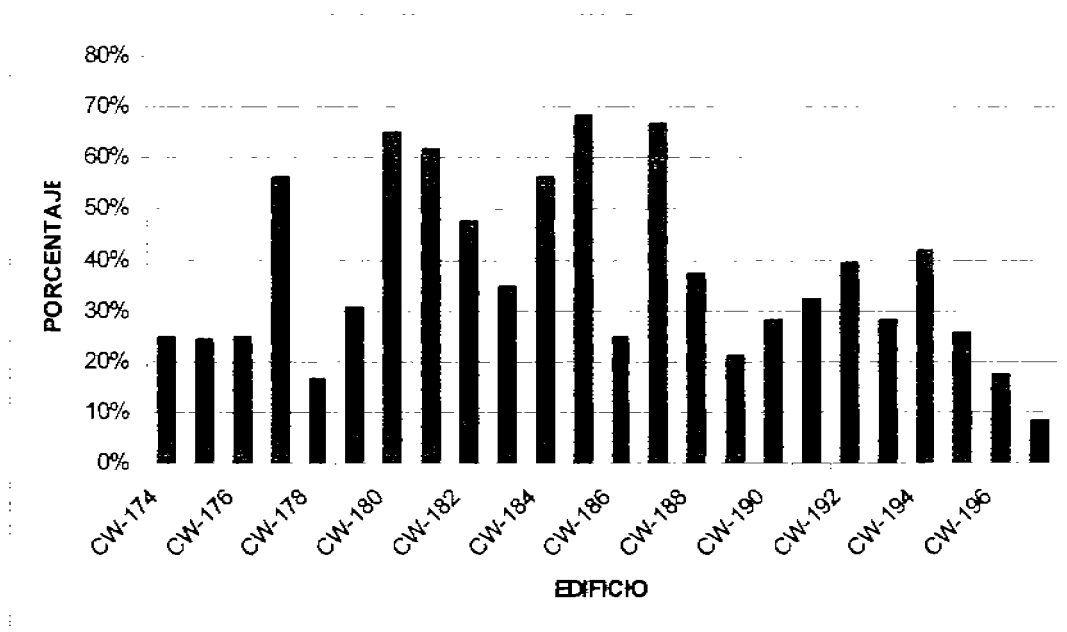
Obteniendo un promedio se obtiene que el porcentaje de daños general para contenidos en gasolineras es del 39% incluyendo las gasolineras que tienen minisuper.

2.5 Daños a los edificios

Para calcular los porcentajes de daños a edificios de las gasolineras se recopilamos 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 ciclostrófico, conocido también como radio de máximo gradiente. Todos estos parámetros pueden ser encontrados en boletines climatológicos, menos el radio ciclostrófico, por lo que para determinarlo se utiliza la siguiente expresión:

$$R = 0.4785 P_0 - 413.01$$

Donde R es el radio ciclostrófico (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 ciclostróficos. 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).

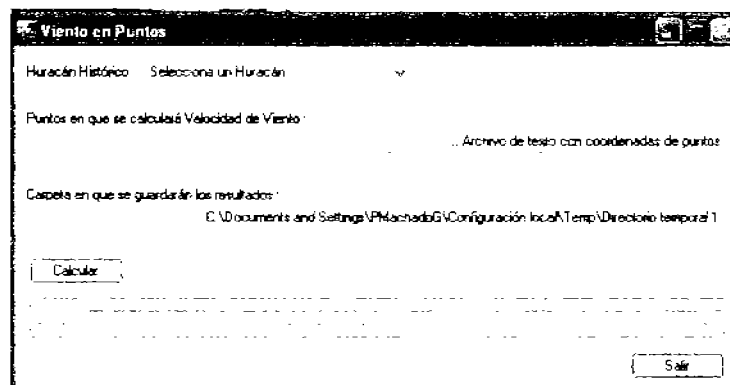


Figura 2.6.1 Corrida del programa



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

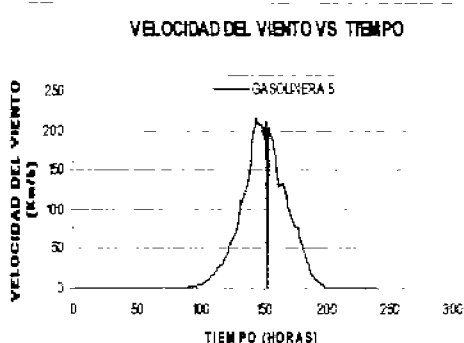
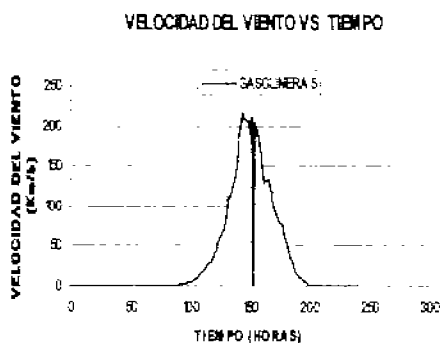
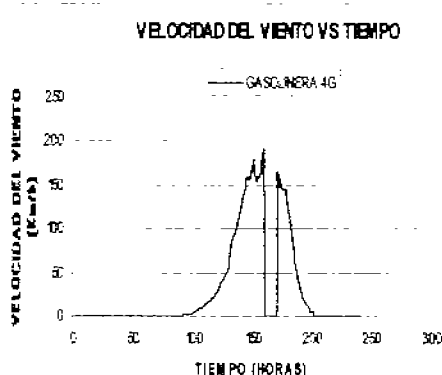
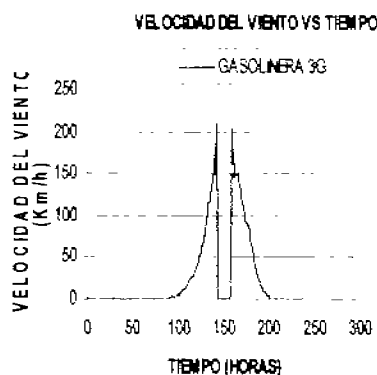
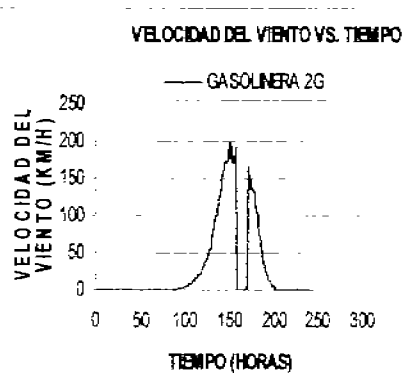
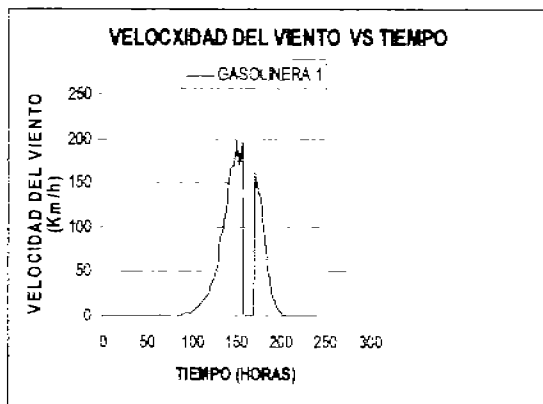
Tabla 2.6 Resultados del Programa

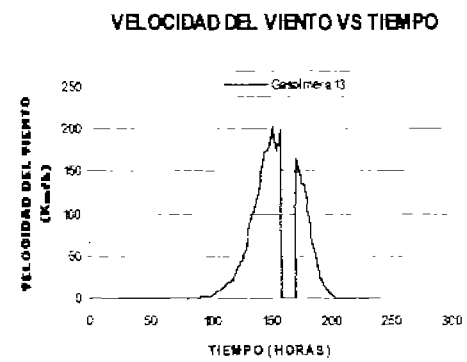
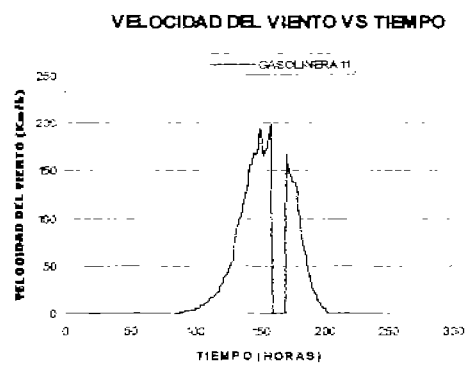
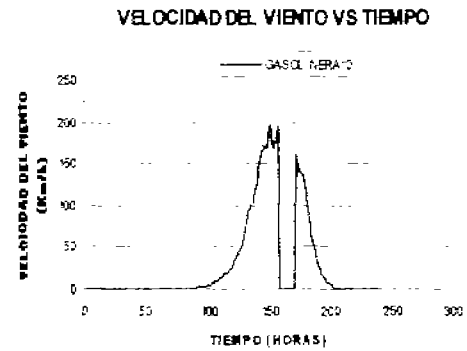
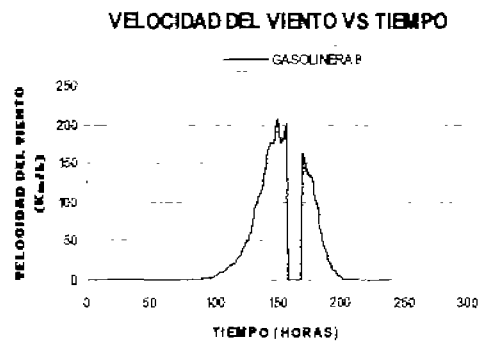
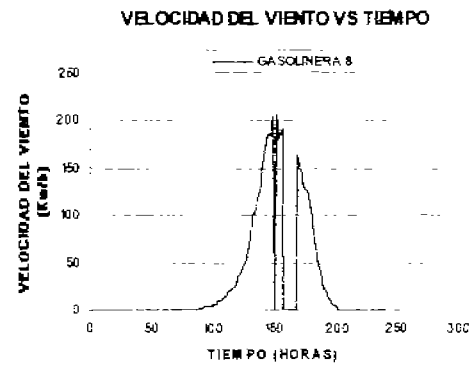
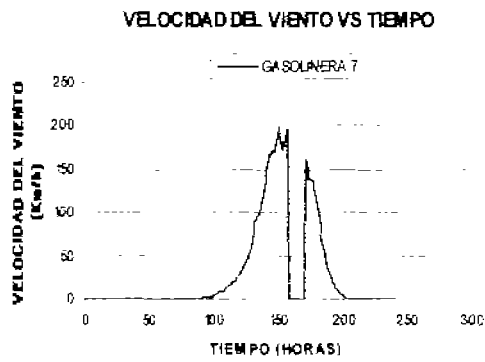
| Fecha | Velocidad (km/h) |
|--------------------------|------------------|
| 20/10/2005 01:00:00 a.m. | 9.0015 |
| 20/10/2005 02:00:00 a.m. | 9.119755 |
| 20/10/2005 03:00:00 a.m. | 10.12396 |
| 20/10/2005 04:00:00 a.m. | 11.2368 |
| 20/10/2005 05:00:00 a.m. | 12.63073 |
| 20/10/2005 06:00:00 a.m. | 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 01:00:00 a.m. | 55.26102 |
| 21/10/2005 02:00:00 a.m. | 59.19154 |
| 21/10/2005 03:00:00 a.m. | 69.43415 |
| 21/10/2005 04:00:00 a.m. | 80.18501 |
| 21/10/2005 05:00:00 a.m. | 92.58934 |
| 21/10/2005 06:00:00 a.m. | 94.8974 |
| 21/10/2005 07:00:00 a.m. | 98.68702 |
| 21/10/2005 08:00:00 a.m. | 102.592 |
| 21/10/2005 09:00:00 a.m. | 109.2722 |
| 21/10/2005 10:00:00 a.m. | 114.8169 |
| 21/10/2005 11:00:00 a.m. | 120.3822 |
| 21/10/2005 12:00:00 p.m. | 129.2673 |
| 21/10/2005 01:00:00 p.m. | 139.1105 |
| 21/10/2005 02:00:00 p.m. | 149.3495 |
| 21/10/2005 03:00:00 p.m. | 159.3144 |
| 21/10/2005 04:00:00 p.m. | 161.89 |
| 21/10/2005 05:00:00 p.m. | 170.0302 |
| 21/10/2005 06:00:00 p.m. | 173.3573 |
| 21/10/2005 07:00:00 p.m. | 172.5446 |
| 21/10/2005 08:00:00 p.m. | 171.6919 |
| 21/10/2005 09:00:00 p.m. | 180.0515 |
| 21/10/2005 10:00:00 p.m. | 189.4206 |
| 21/10/2005 11:00:00 p.m. | 199.7575 |
| 22/10/2005 01:00:00 a.m. | 188.6018 |
| 22/10/2005 02:00:00 a.m. | 179.9167 |
| 22/10/2005 03:00:00 a.m. | 169.9778 |
| 22/10/2005 04:00:00 a.m. | 175.4704 |
| 22/10/2005 05:00:00 a.m. | 178.4038 |
| 22/10/2005 06:00:00 a.m. | 181.1948 |
| 22/10/2005 07:00:00 a.m. | 192.8203 |
| 22/10/2005 08:00:00 a.m. | 0 |
| 22/10/2005 09:00:00 a.m. | 0 |

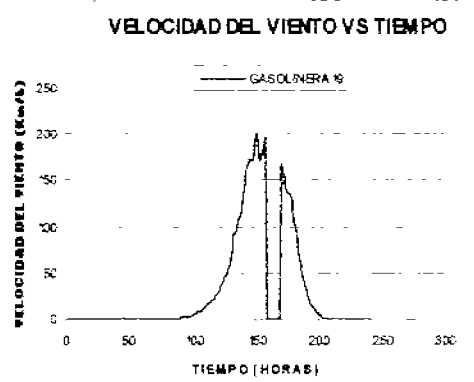
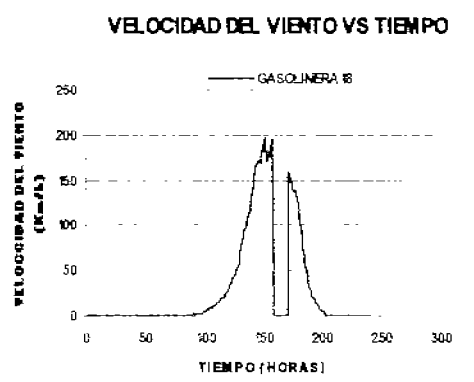
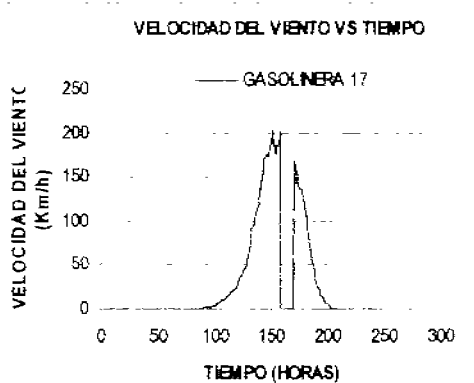
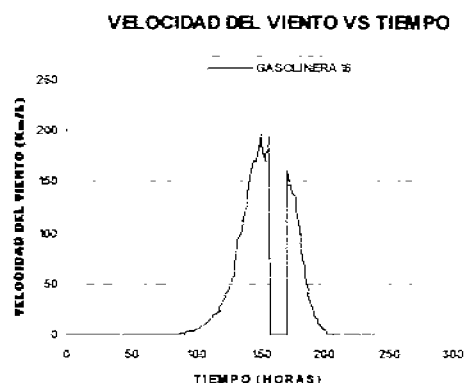
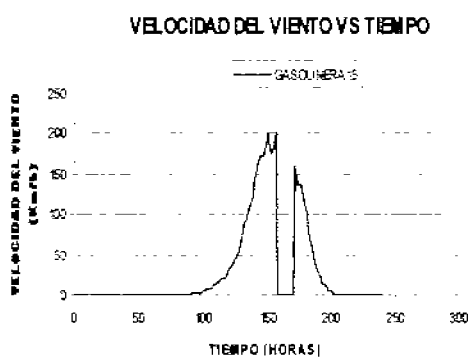
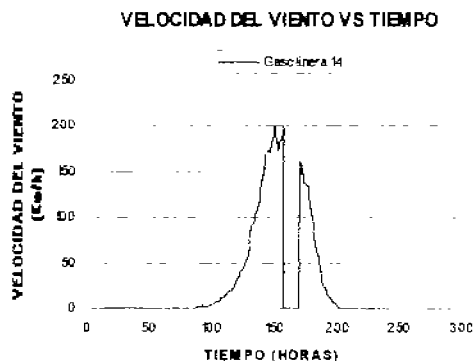
Con los resultados obtenidos, se realizaron las gráficas de cada uno de los puntos de las gasolineras como se muestra a continuación, en donde se aprecia la hora en la que se alcanzo la velocidad máxima horaria.

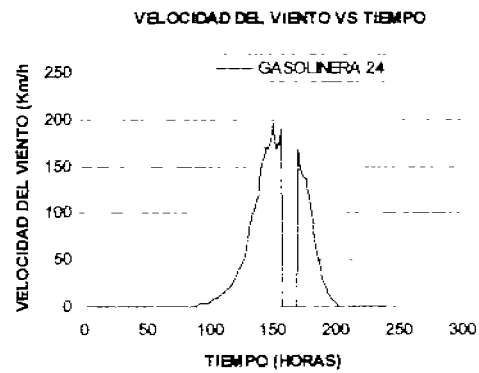
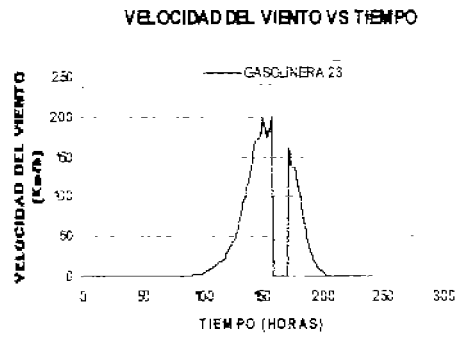
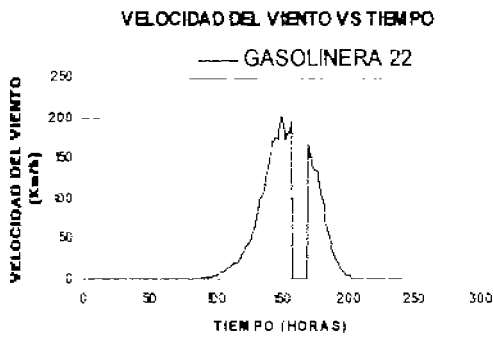
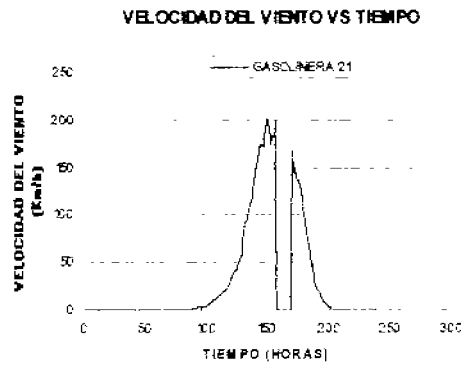
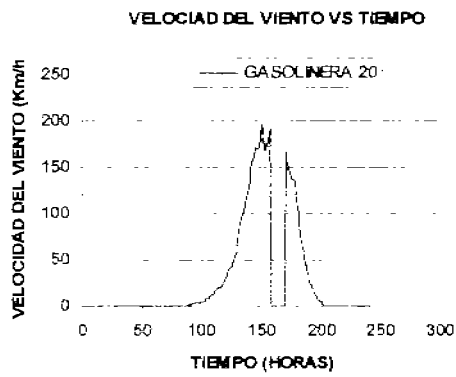


En las gráficas se pueden observar que en algunas horas la velocidad presentada era cero, esto es debido a que en esa hora el ojo del huracán se encontraba en ese punto, a medida que el ojo del huracán se alejaba, la estructura se volvía más vulnerable ya que la velocidad del viento aumentaba hasta llegar 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 |

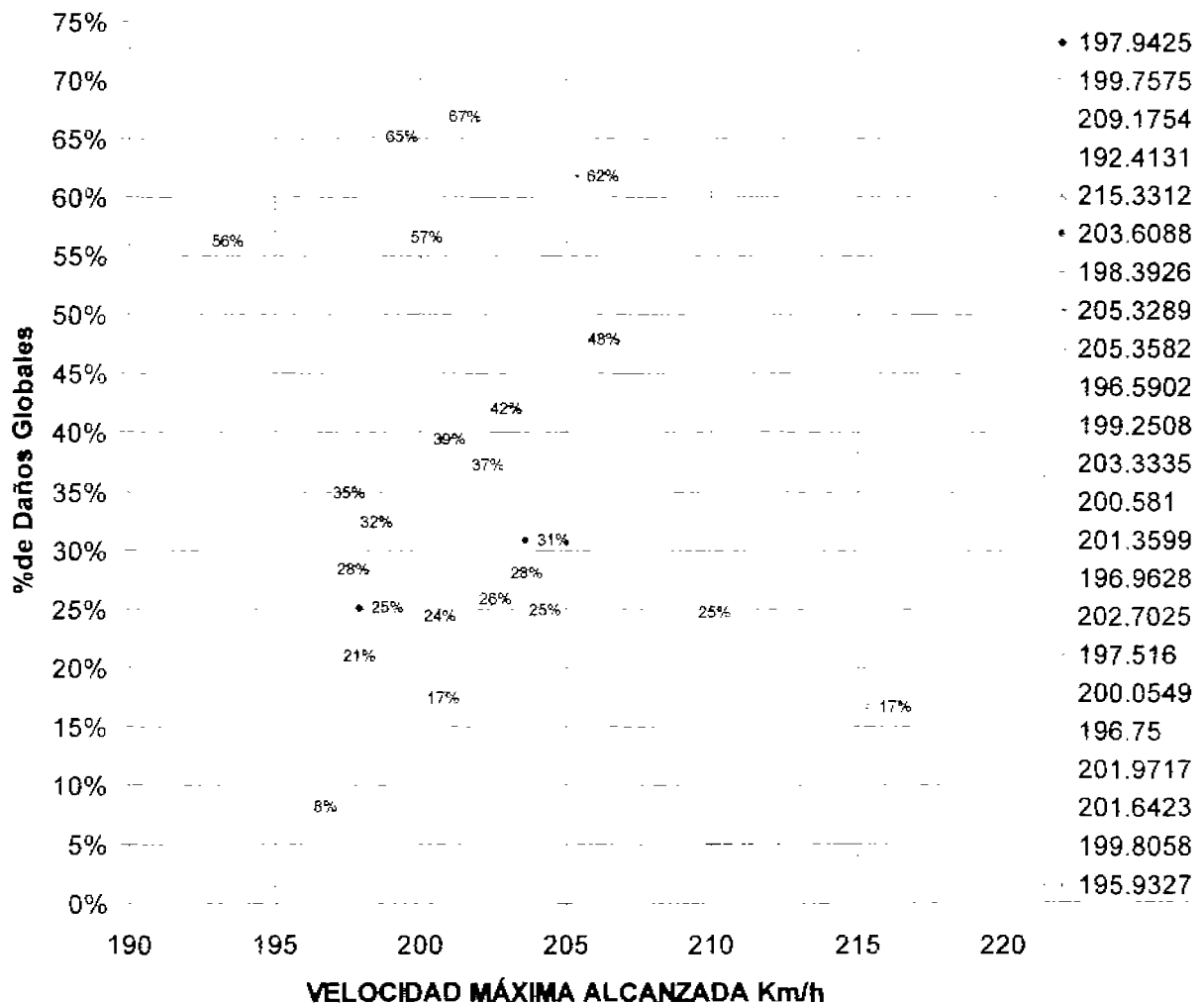
2.7 Descripción de los daños

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%,



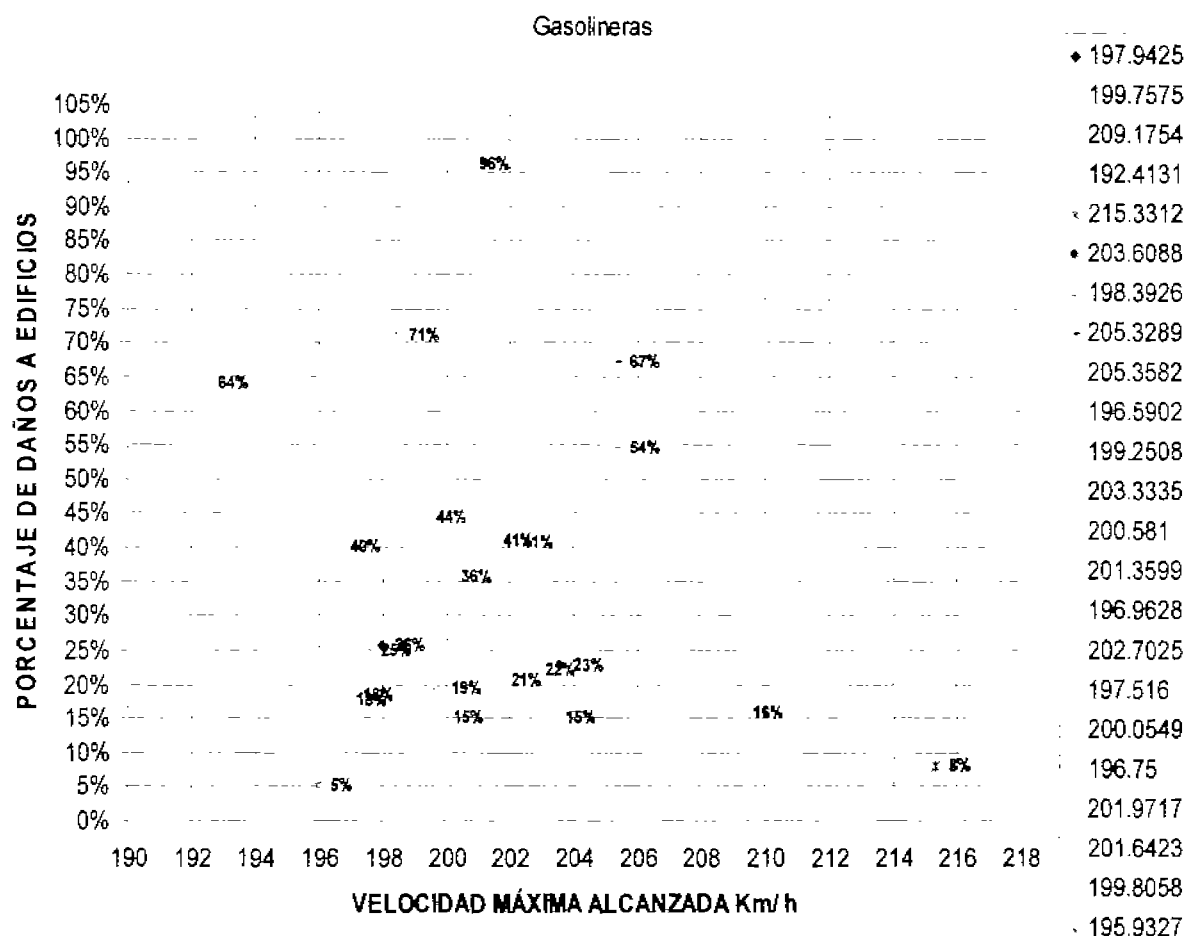
Gráfica 2.7 Relación de los daños global con la velocidad máxima del viento

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.

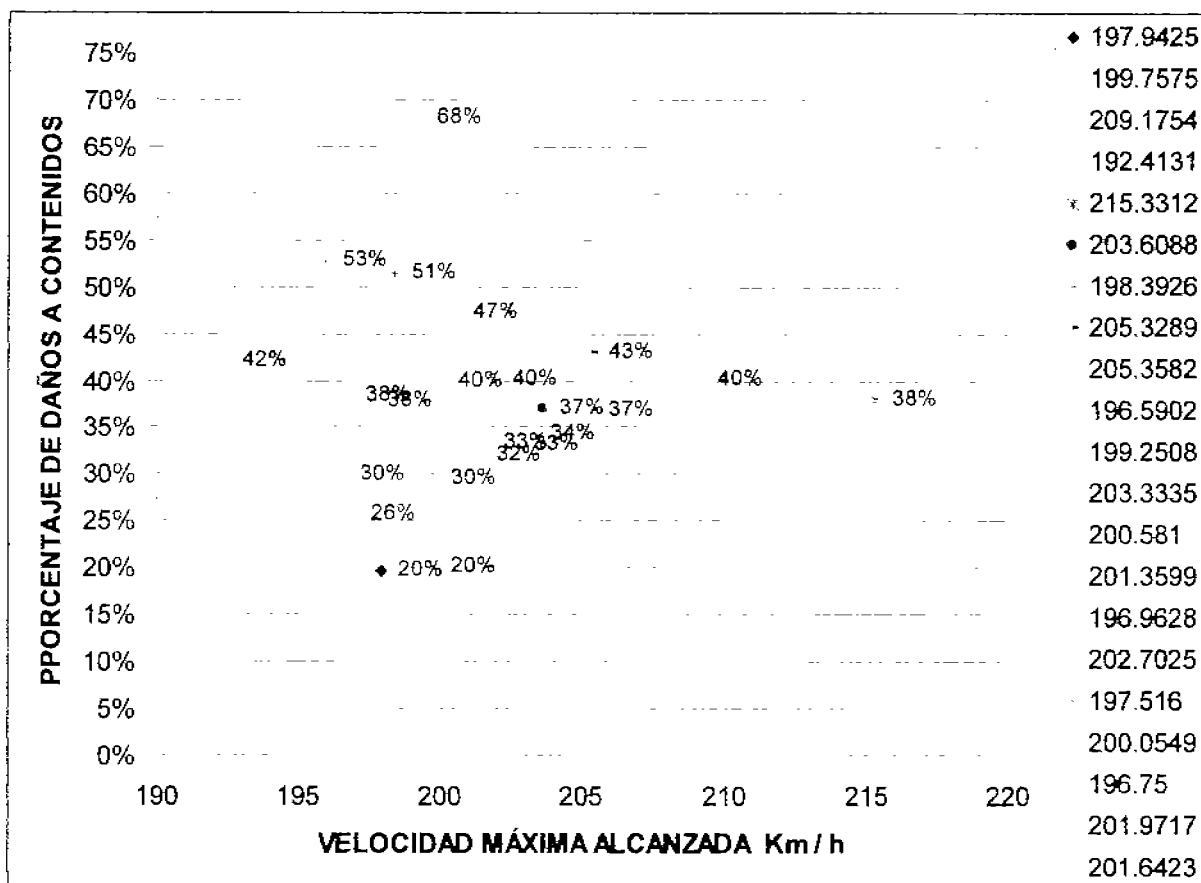


Gráfica 2.7.1 Relación de los daños a edificios con la velocidad máxima del viento

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 hidrometereológico.

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.

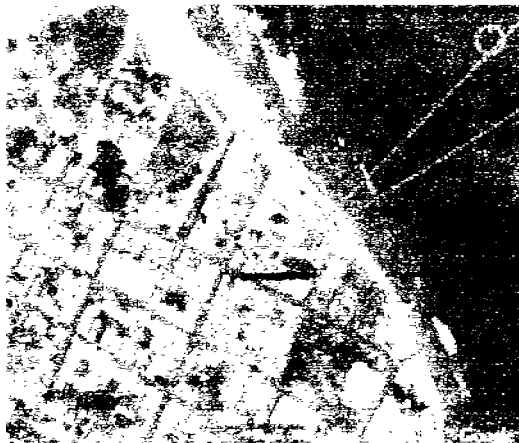
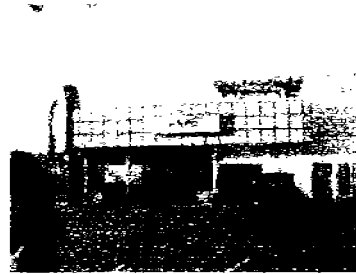


FOTO 2.7.1 Gasolinera 4G

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.

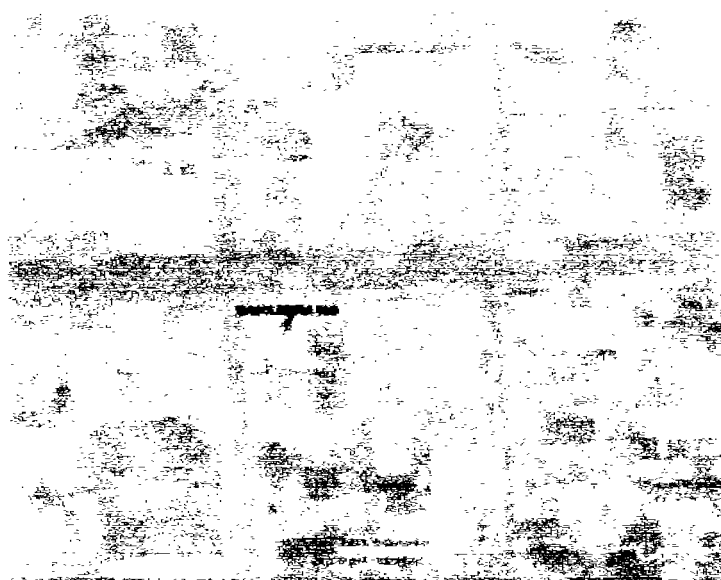


FOTO 2.7.2 Gasolinera 5G

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.

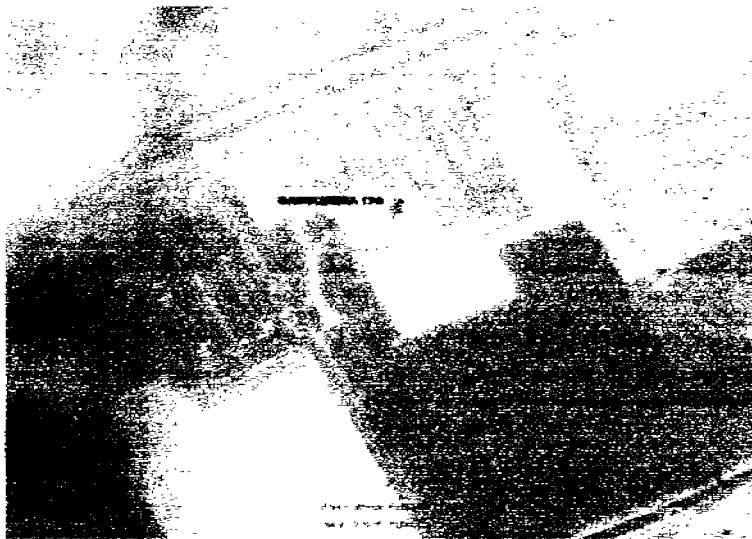
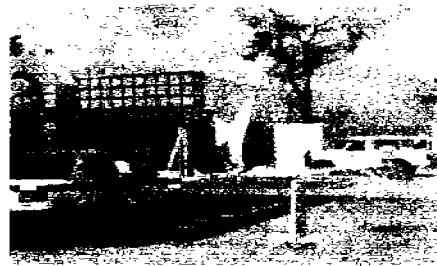


Foto 2.7.3UBICACIÓN DE LA GASOLINERA 17G



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

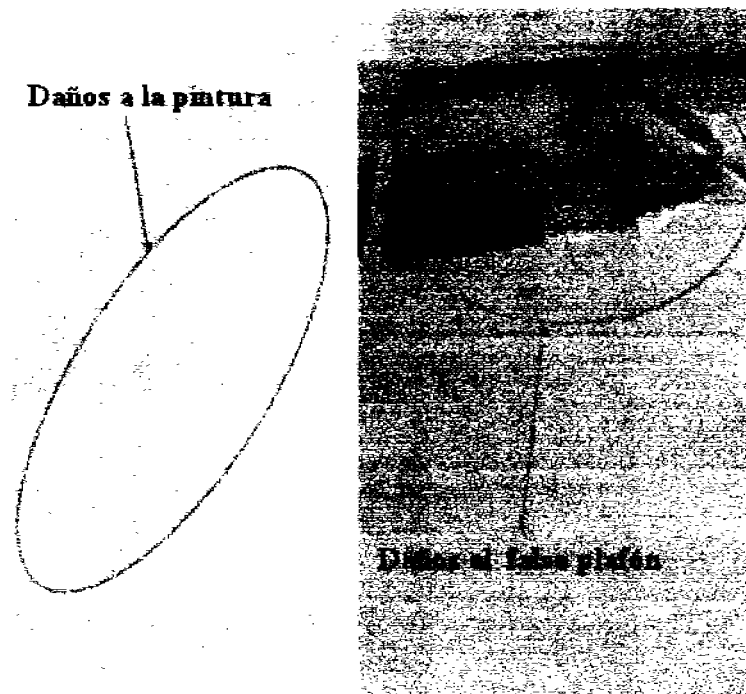


Foto. 3.3.2 Daños ala pintura interior y falso plafón de las paredes.

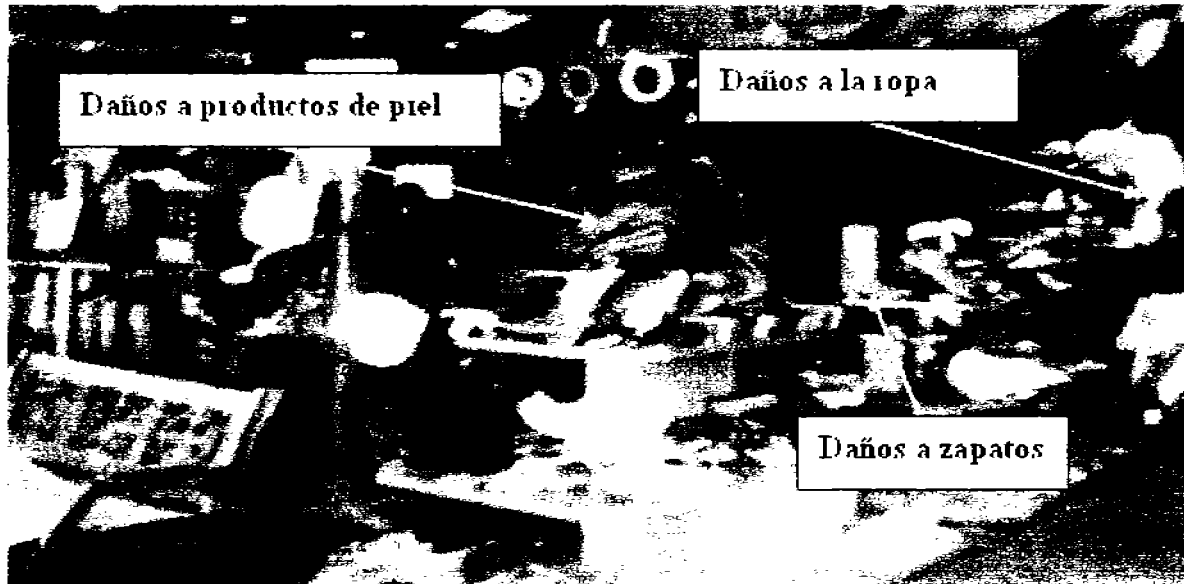


Foto 3.3.3 Daños a contenidos

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.

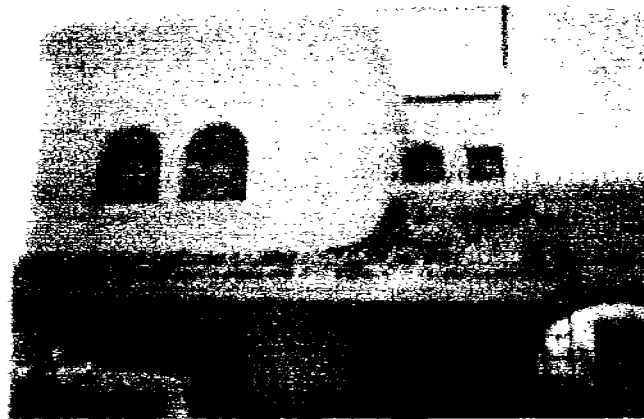


Foto 3.3.4 Desprendimiento de las tejas a consecuencia de la velocidad del viento

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.

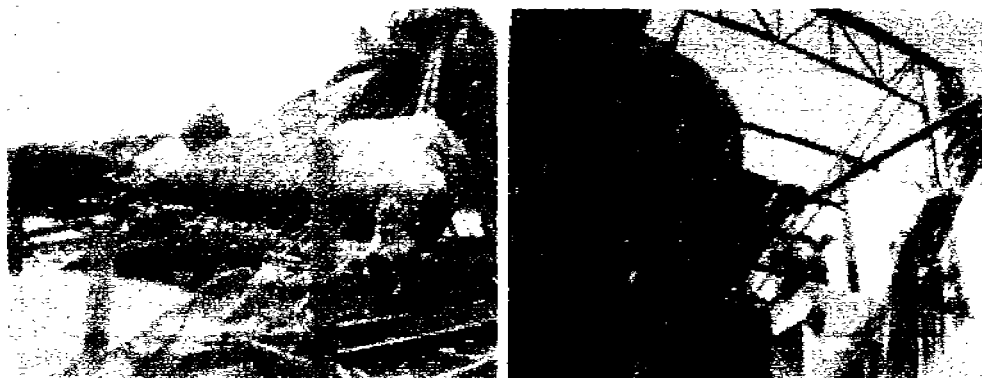


Foto 3.3.6 Daños a los techos de palmas

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.



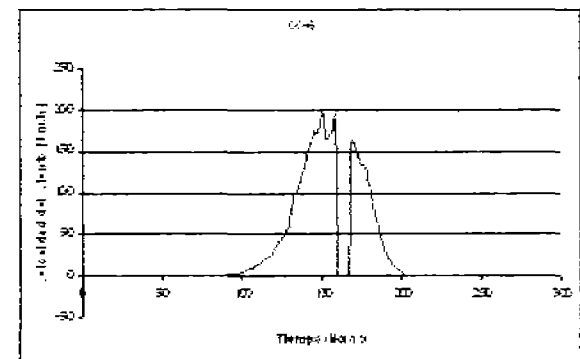
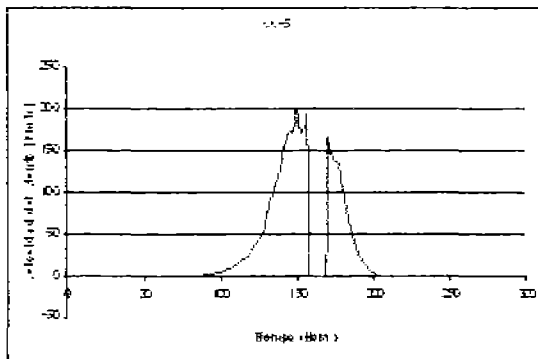
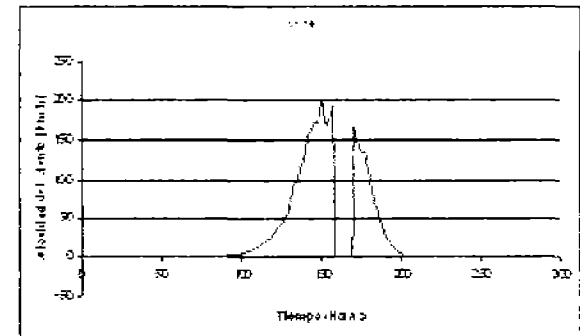
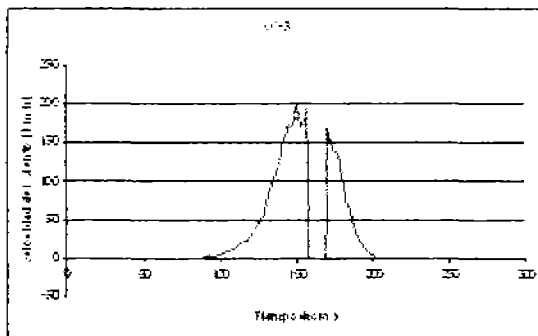
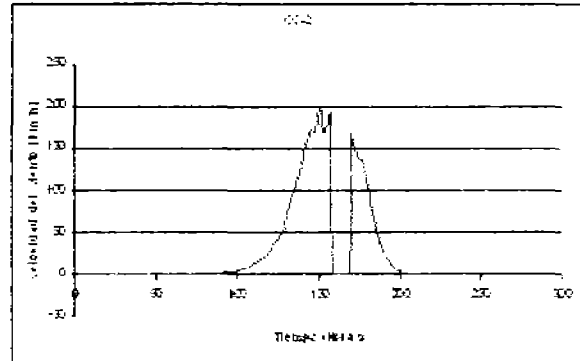
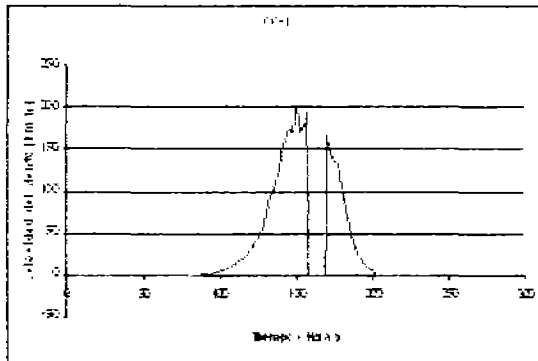
Tabla 3.5 Porcentaje de Daños a los Edificios

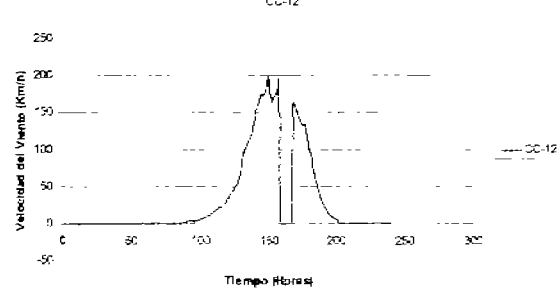
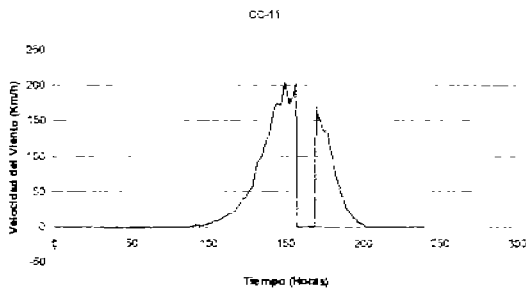
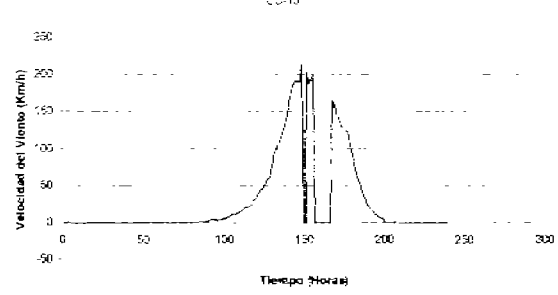
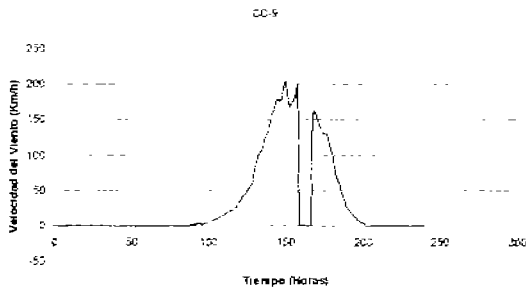
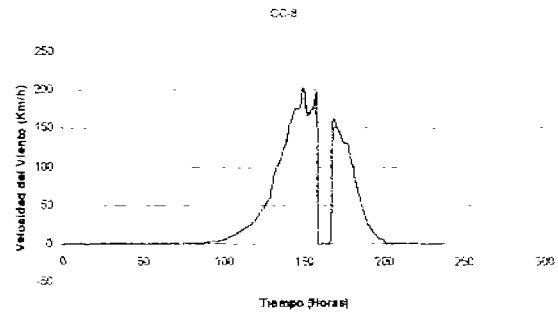
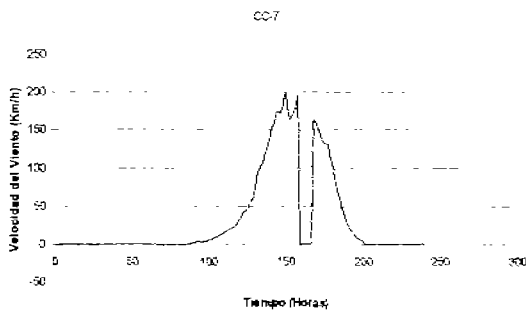
| CLAVE | | CLAVE | |
|-------|-----|-------|------|
| C-1 | 0% | C-33 | 76% |
| C-2 | 4% | C-34 | 0% |
| C-3 | 0% | C-35 | 53% |
| C-4 | 0% | C-36 | 96% |
| C-5 | 84% | C-37 | 0% |
| C-6 | 50% | C-38 | 0% |
| C-7 | 37% | C-39 | 53% |
| C-8 | 0% | C-40 | 37% |
| C-9 | 0% | C-41 | 9% |
| C-10 | 95% | 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% |

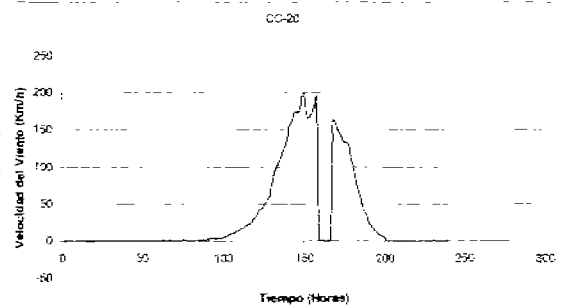
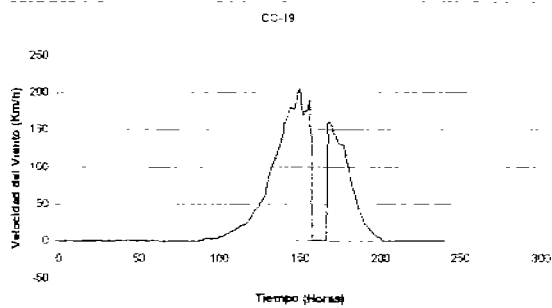
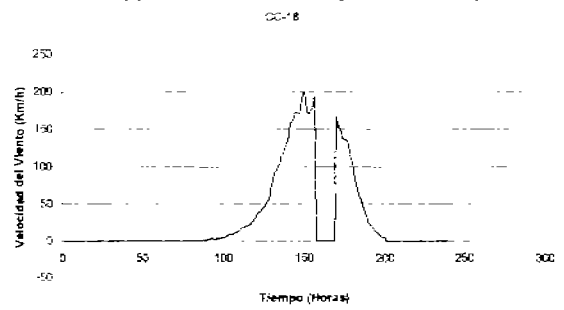
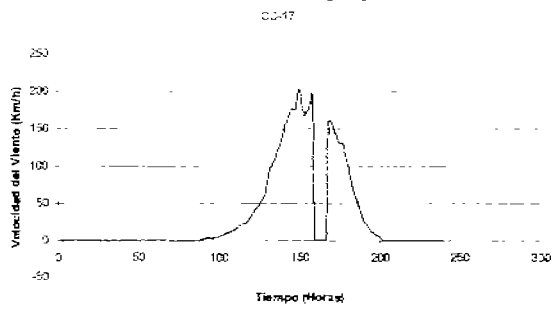
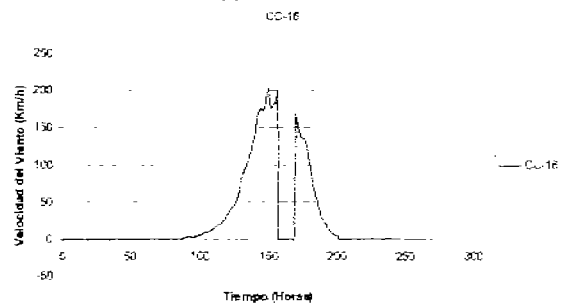
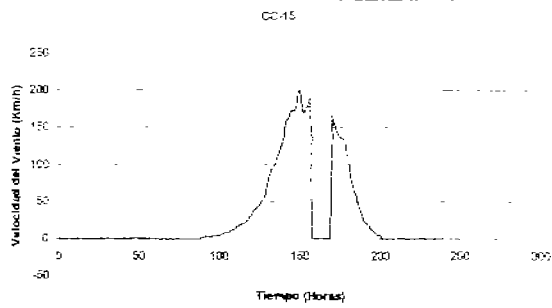
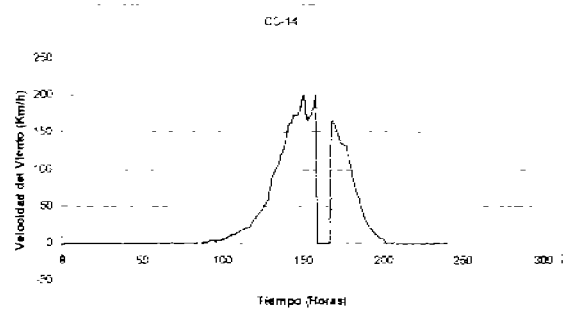
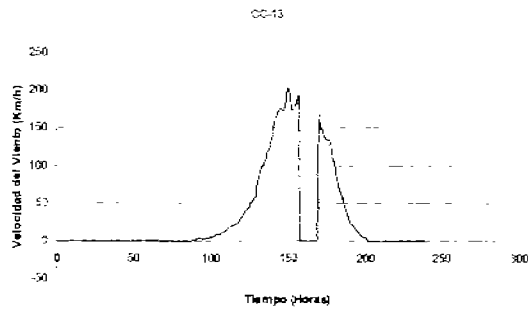


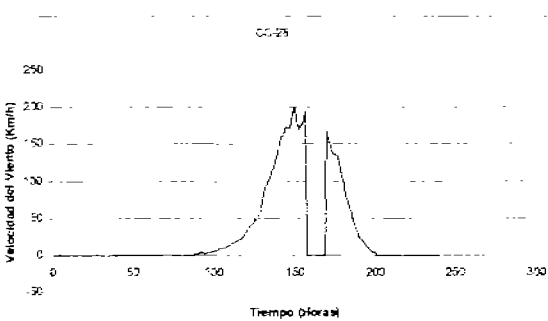
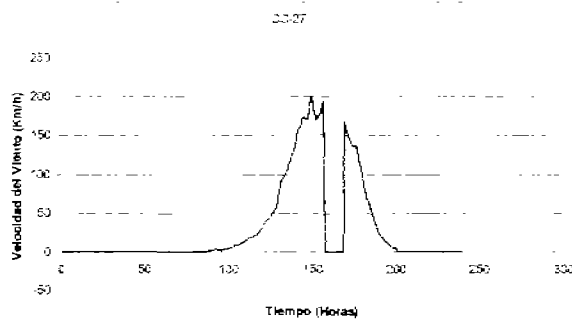
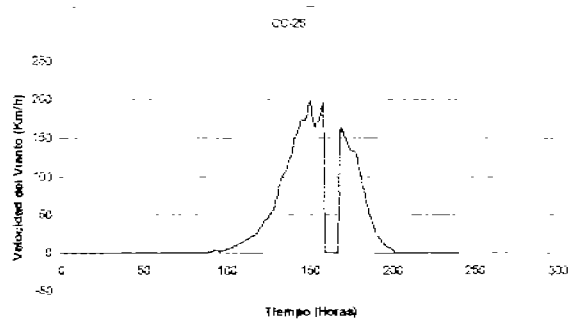
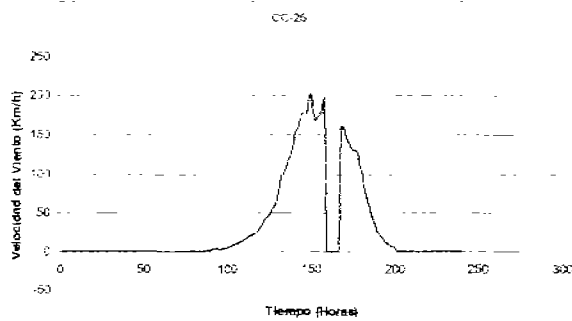
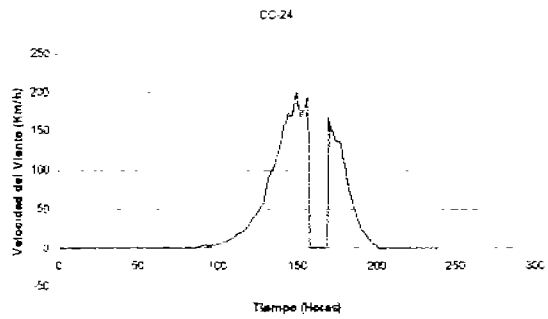
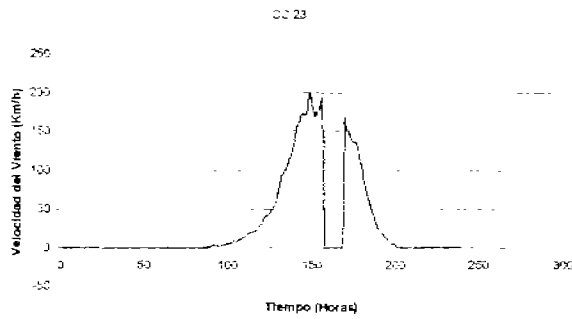
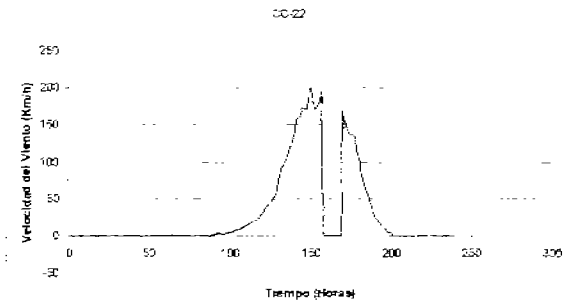
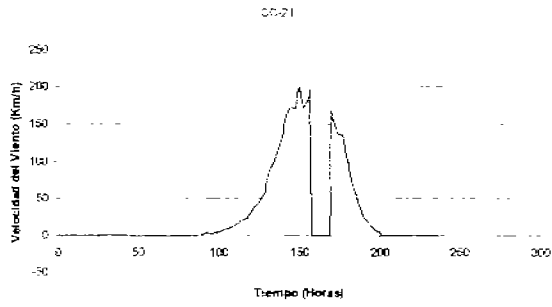
3.6 Historia de velocidades

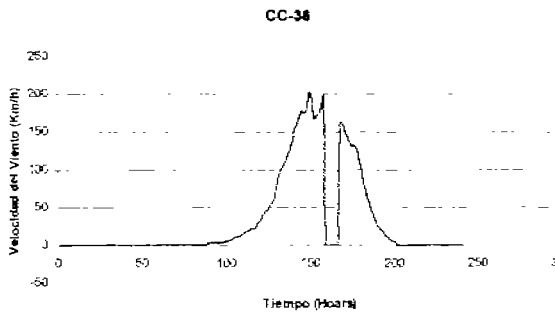
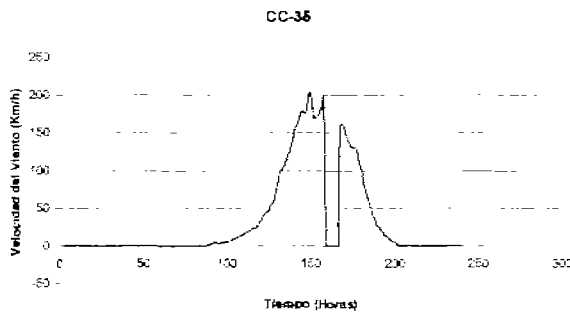
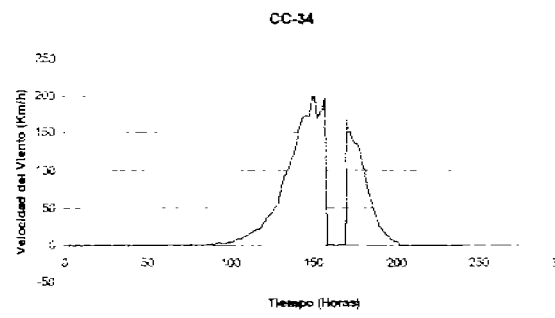
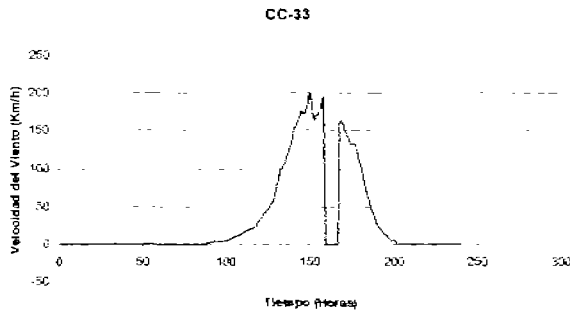
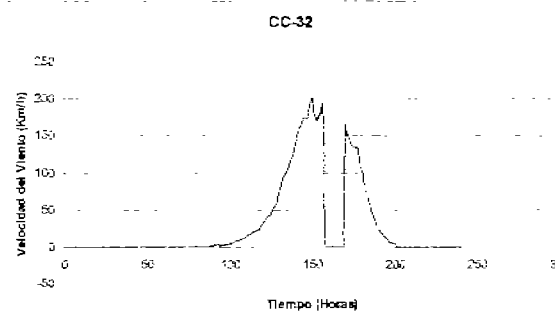
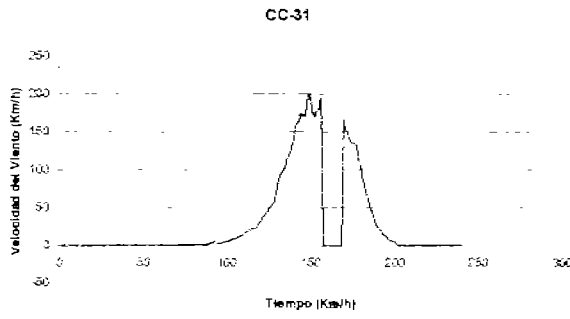
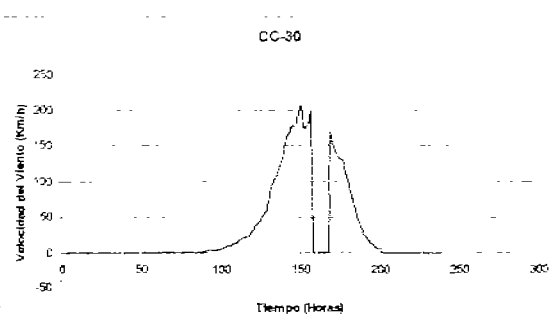
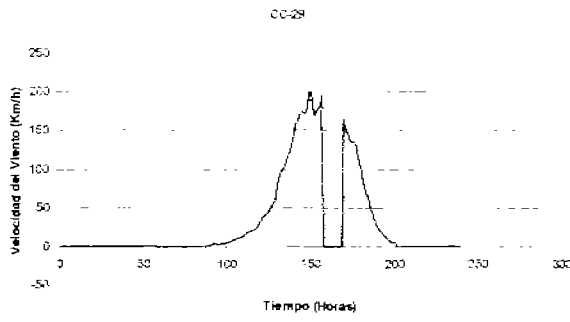
Para obtener la historia de velocidades se utilizó el programa que se describió en el subcapítulo 2.6. A continuación se muestran las graficas de cada uno de los comercios donde se aprecia la historia de velocidades a lo largo del fenómeno Wilma.

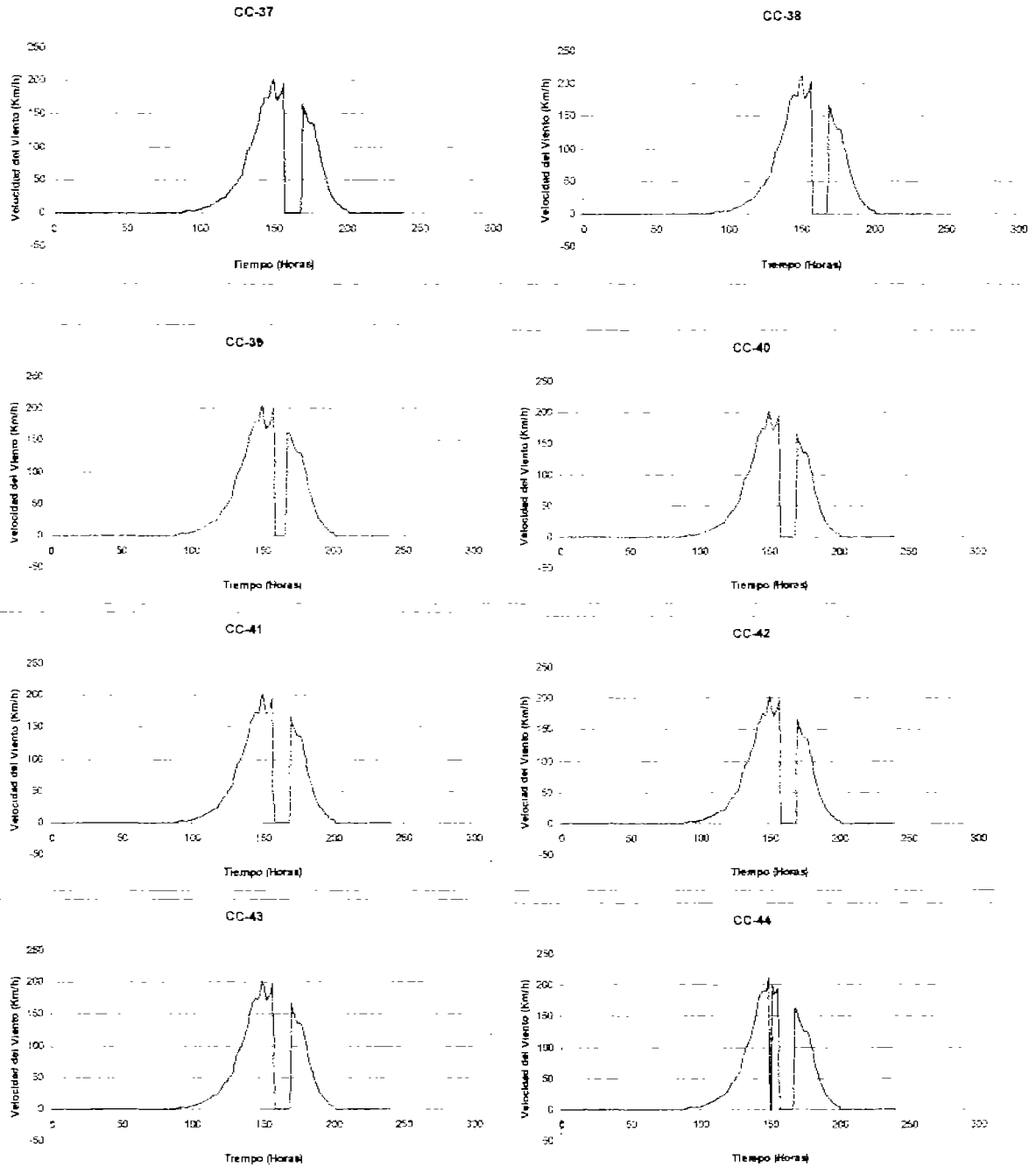


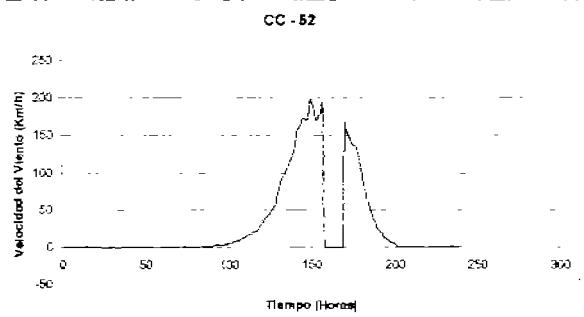
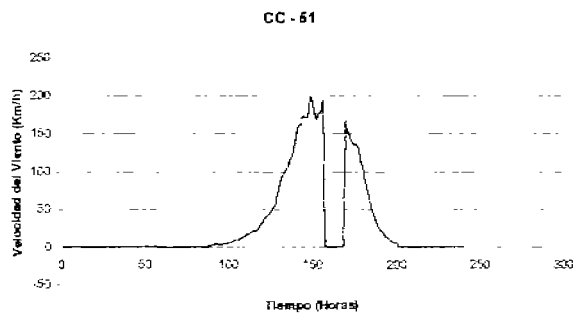
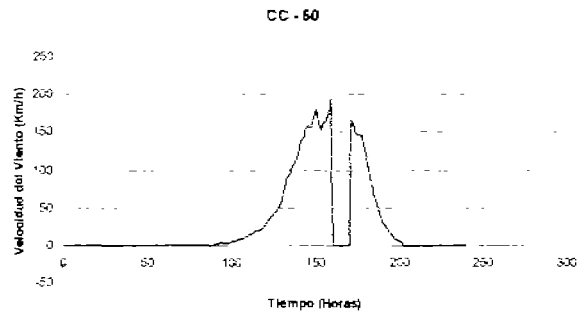
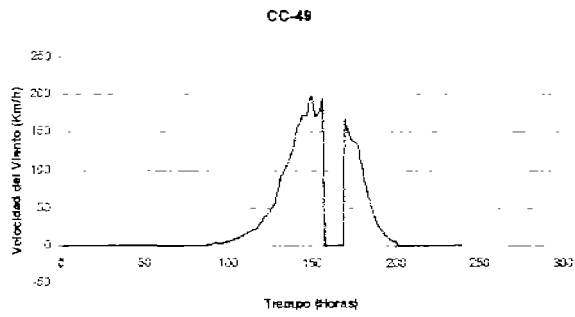
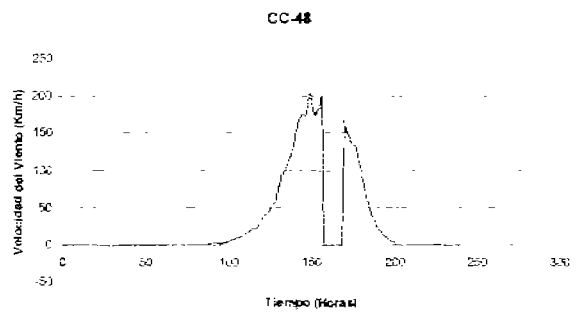
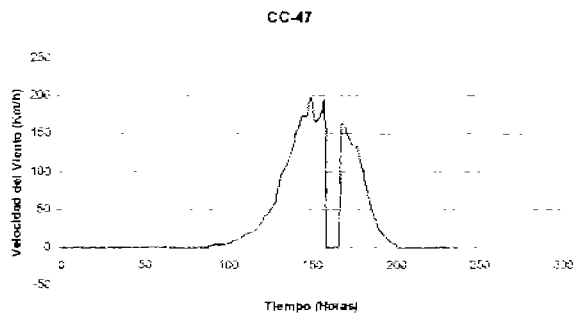
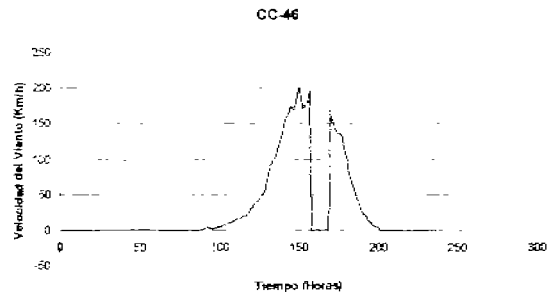
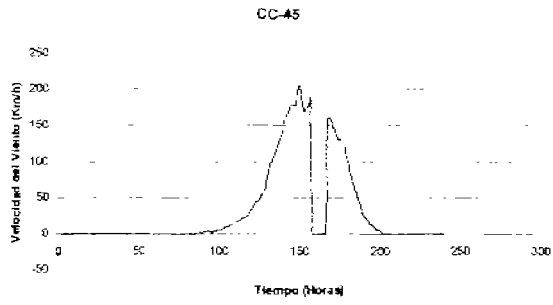


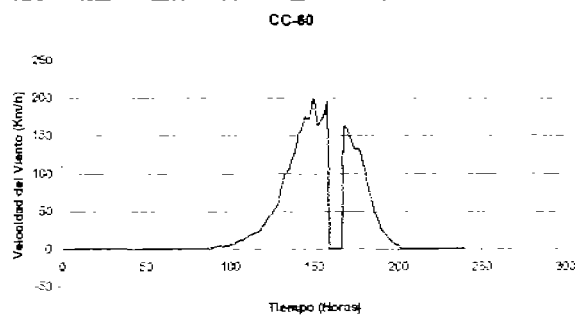
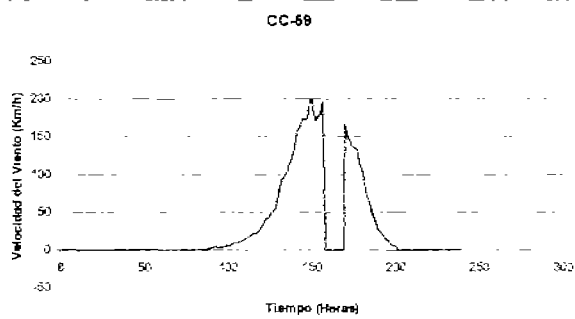
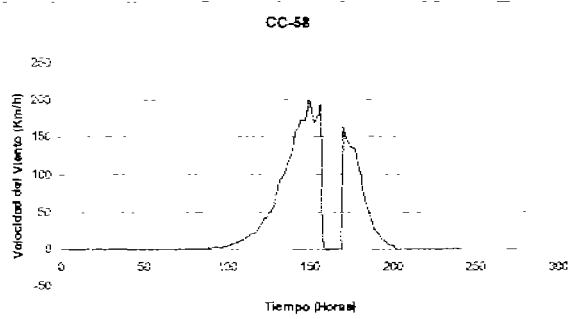
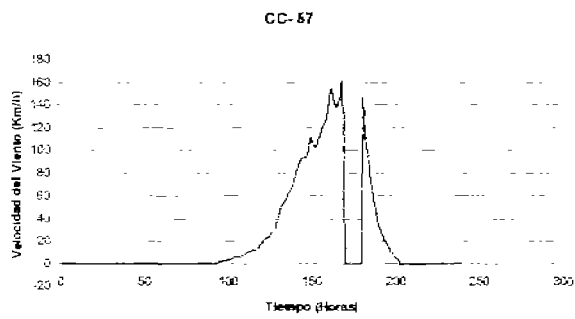
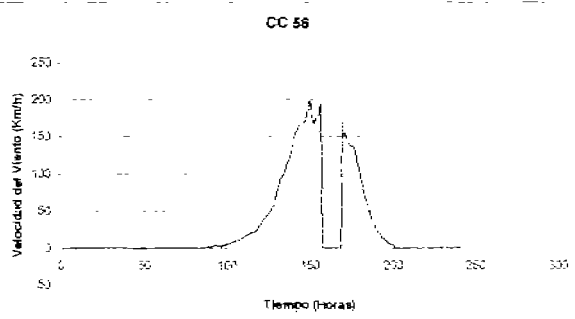
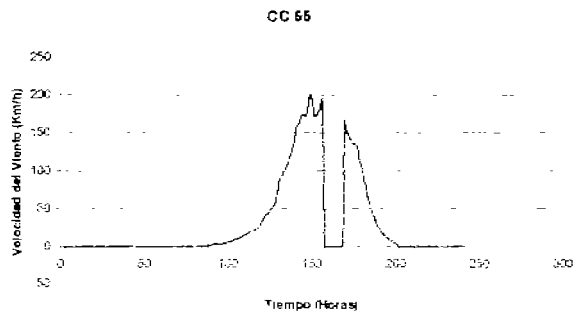
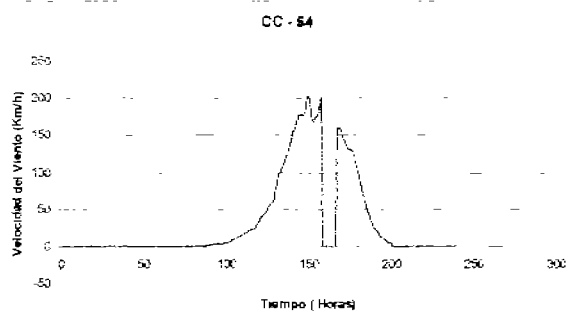
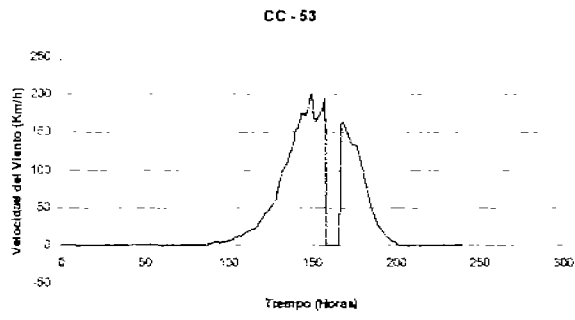


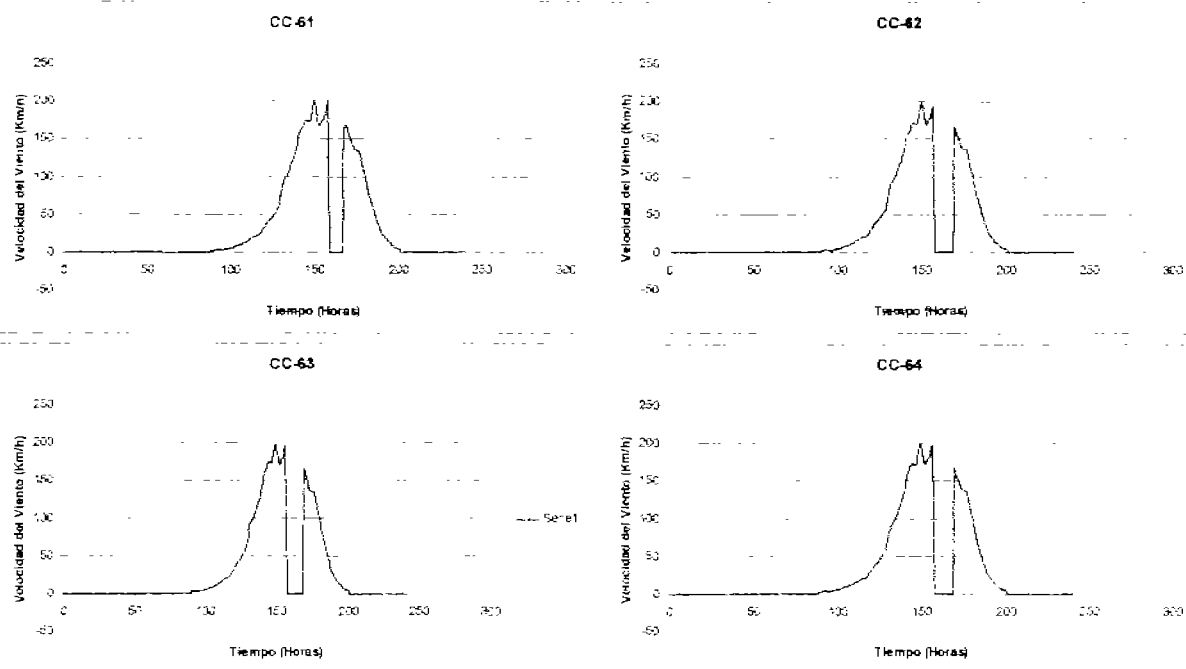












En la tabla 3.5 se muestra la velocidad máxima alcanzada para cada comercio donde se observa que el comercio CC-10 tuvo la mayor velocidad que es de 213 Km/h, y la mínima velocidad la registro el comercio 57 con una velocidad de 160 Km/h



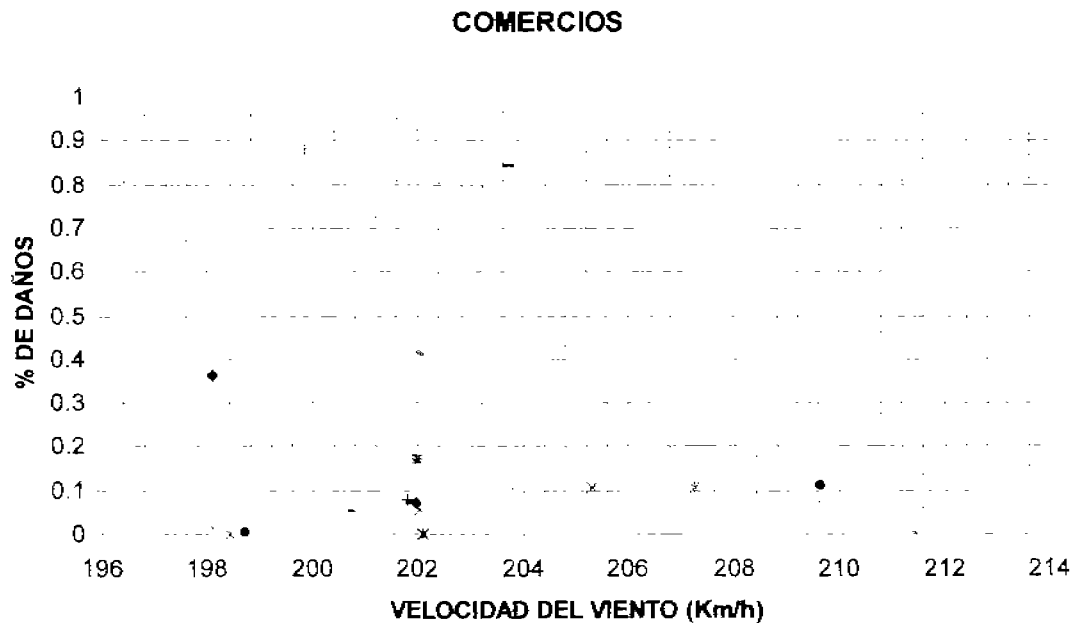
TABLA 3.5 Velocidades máximas alcanzadas para cada comercio

| 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

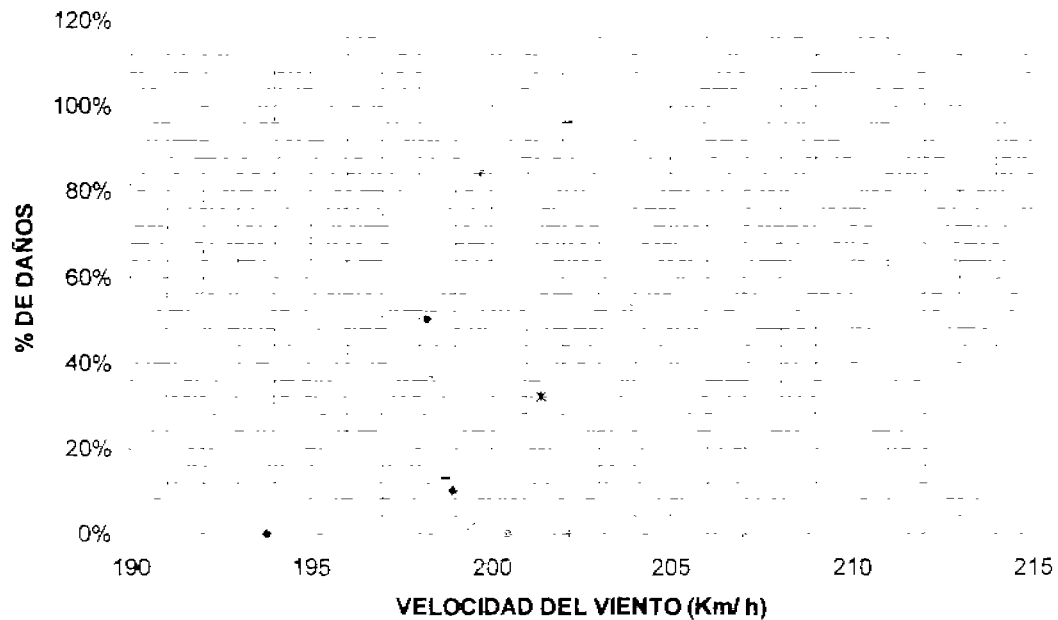


Gráfica 3.7 Relación de los daños globales con la velocidad máxima del viento

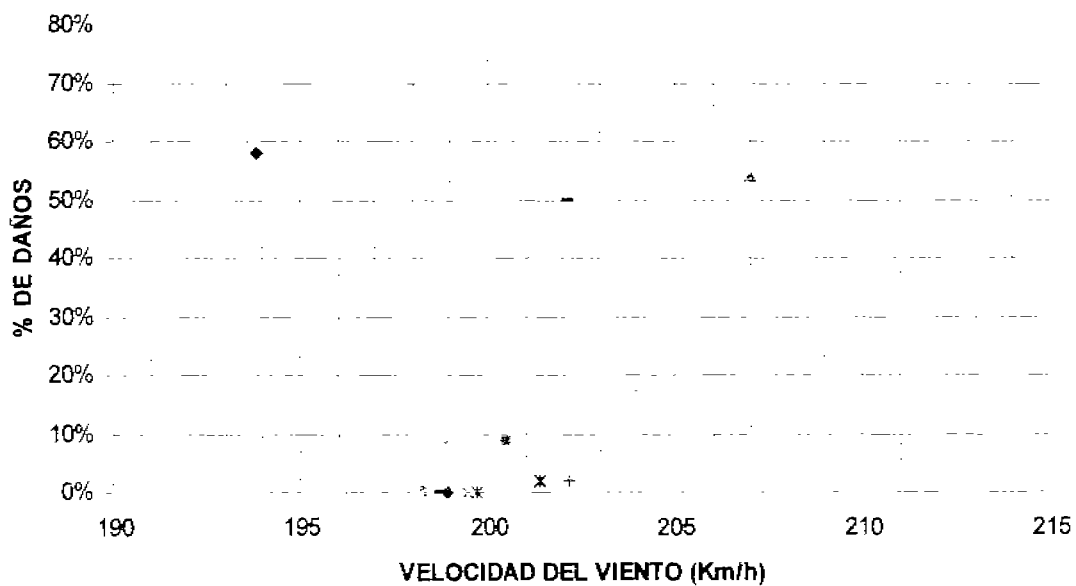
Para obtener el porcentaje de daños globales esperados en comercios ante un nuevo fenómeno hidrometeorológico como Wilma, se realizó con los datos de la gráfica 3.7 un promedio de velocidad máxima alcanzada y un promedio de porcentaje de daños global, que resultó de : $V_{\text{máx. esperada}} = 200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



Gráfica 3.7.1 Relación de los daños a edificios con la velocidad máxima del viento



Gráfica 3.7.2 Relación de los daños a contenidos con la velocidad del viento.



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.

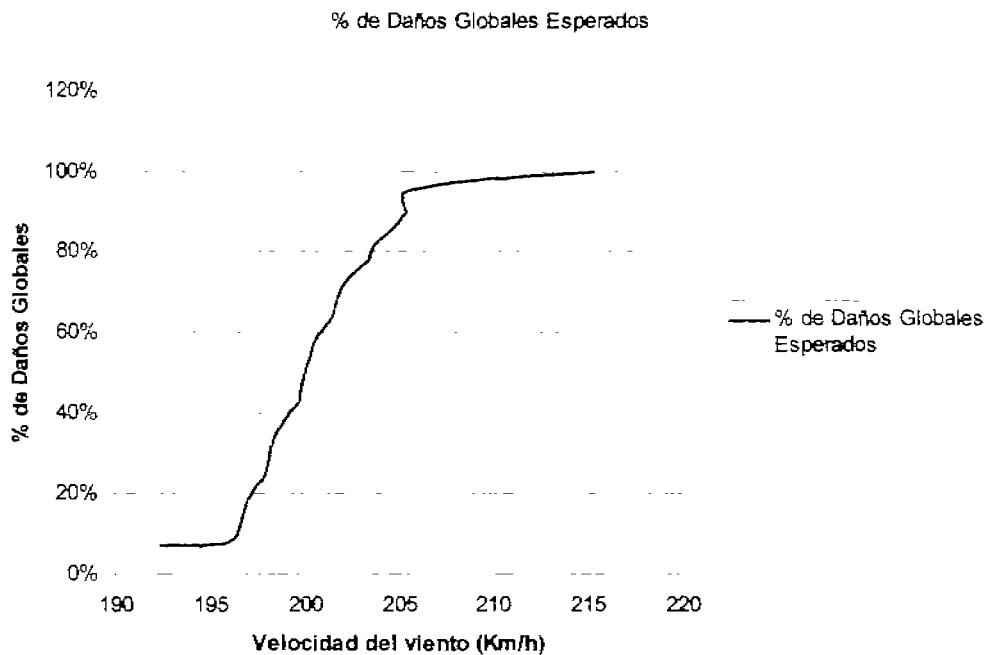
| Velocidad Km/h | % Daños Globales | % Daños Normalizado | % Daños Acumulado |
|-------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 192.4131 | 56% | 6.90% | 6.90% |
| 195.9327 | 8% | 1.00% | 7.89% |
| 196.5902 | 35% | 4.27% | 12.16% |
| 196.75 | 28% | 3.48% | 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/>