UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOECONÓMICAS

TESIS

TESIS
2016

SEBASTIÁN CUADROS CARDOZO

"Impactos socioeconómicos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en la región Golfo de México-Caribe"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOECONÓMICAS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA REGIONAL

TESIS

"Impactos socioeconómicos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en la región Golfo de México-Caribe"

que se presenta como requisito parcial para obtener
el grado de Maestro en Economía Regional

SEBASTIÁN CUADROS CARDOZO

Comité Evaluador:

Dr. Nicholas P. Sisto (Director)
Dr. Edgardo A. Ayala Gaytán (Co-director)
Dra. Miriam Valdés Ibarra (Lectora)

Saltillo, Coahuila
Agosto de 2016

Contenido

Resumen 1

Introducción 1

1 Marco conceptual y metodológico 5

1.1 Pruebas de quiebre o cambio estructural 6

Test de cambio estructural de Bai-Perron 7

1.2 Modelos $\boldsymbol{ARIMA}\ (\boldsymbol{p}, \boldsymbol{d}, \boldsymbol{q})$ 8

Proceso autorregresivo $(\boldsymbol{AR})$ 8

Procesos de medias móviles $(\boldsymbol{MA})$ 8

Proceso autorregresivo de medias móviles $(\boldsymbol{ARMA})$ 9

Procesos débilmente estacionarios 9

Series no estacionarias 9

Proceso Autorregresivo Integrado y de Medias Móviles $(\boldsymbol{ARIMA})$ 10

Proceso Autorregresivo Integrado y de Medias Móviles con variables exógenas $(\boldsymbol{ARIMAX})$ 11

2 Revisión de literatura 11

2.1 Cambio estructural 11

2.2 Desastres naturales 12

3 Datos y variables 13

4 Resultados 18

4.1 Impacto del huracán Wilma (2005) sobre el área urbana de Cancún y el estado de Quintana Roo 18

4.1.1 Producto Interno Bruto 18

4.1.2 Actividad económica 18

4.1.3 Actividades económicas terciarias 21

4.1.4 Empleo formal 24

4.1.5 Electricidad 27

4.1.6 Ventas al por mayor 29

4.1.7 Ventas al por menor 32

4.1.8 Actividad hotelera 34

4.1.9 Síntesis de hallazgos 37

4.2 Impacto de la inundación de 2007 sobre el área urbana de Villahermosa y el estado de Tabasco 38

4.2.1 Producto Interno Bruto 38
4.2.2 Actividad económica 39
4.2.3 Actividades económicas terciarias 40
4.2.4 Empleo formal 42
4.2.5 Electricidad 43
4.2.6 Producción manufacturera 45
4.2.7 Ventas al por mayor 46
4.2.8 Ventas al por menor 49
4.2.9 Actividad hotelera 50
4.2.10 Síntesis de hallazgos 52
4.3 Impacto del huracán Alex (2010) sobre el área urbana de Monterrey y el estado de Nuevo León 53
4.3.1 Producto Interno Bruto 53
4.3.2 Actividades económicas 53
4.3.3 Actividades económicas secundarias 55
4.3.4 Empleo formal 57
4.3.5 Electricidad 58
4.3.6 Producción manufacturera 60
4.3.7 Ventas al por mayor 62
4.3.8 Ventas al por menor 63
4.3.9 Actividad hotelera 65
4.3.10 Transporte urbano 67
4.3.11 Síntesis de hallazgos 71
4.4 Impactos del huracán Katrina sobre la zona metropolitana de New Orleans y el estado de Louisiana 72
4.4.1 Producto Interno Bruto 72
4.4.2 Empleo 73
4.4.3 Electricidad 79
4.4.4 Síntesis de hallazgos 82
Conclusiones 83
Bibliografía 85

Índice de Figuras

Figura 1: Trayectoria de los ciclones tropicales, golfo de México y cuenca del mar Caribe. 2
Figura 2: Impacto inicial, tiempo de recuperación y cuantía total del daño 5

Índice de Tablas

Tabla 1: Variables de la actividad económica, Quintana Roo y área urbana de Cancún 14
Tabla 2: Variables de la actividad económica, Tabasco y área urbana de Villahermosa 14
Tabla 3: Variables de la actividad económica, Nuevo León y área urbana de Monterrey ... 15
Tabla 4: Variables de la actividad económica, Louisiana y área urbana de New Orleans ... 16
Tabla 5: Variables demográficas, área metropolitana de New Orleans 17
Tabla 6: Variación y participación de las cinco industrias, área metropolitana de New Orleans, 2005-2007 73

Índice de Gráficas

Gráfica 1: PIB total Q.Roo y México, 1993-2014 (precios de 2008)..... 18
Gráfica 2: ITAEE desestacionalizado, Q.Roo, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica, México, 2003-2015 (base 2008=100)..... 19
Gráfica 3: ITAEE desestacionalizado, Test de cambio estructural, Q.Roo, 2003-2015 20
Gráfica 4: ITAEE desestacionalizado, Pronóstico lineal, Q. Roo, 2003-2015..... 21
Gráfica 5: ITAEE desestacionalizado - actividades terciarias, Q.Roo, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica terciaria, México, 2003-2015 (base 2008=100)..... 22
Gráfica 6: ITAEE desestacionalizado – actividades terciarias, Test de cambio estructural, Q.Roo., 2003-2015 22
Gráfica 7: ITAEE desestacionalizado – actividades terciarias, Pronóstico lineal, Q. Roo, 2003-2015..... 24
Gráfica 8: Series desestacionalizadas del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Q.Roo y resto de México, 2000-2016..... 25
Gráfica 9: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Test de cambio estructural, Q. Roo., 2000-2016..... 26
Gráfica 10: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Pronóstico, Q.Roo., 2000-2016 27
Gráfica 11: Indicador estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Q. Roo, e índice desestacionalizado de electricidad, México 1993-2013 (base 2003) 28
Gráfica 12: Indicador estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Test de cambio estructural, Q. Roo., 1993-2013 28
Gráfica 13: Índice de electricidad desestacionalizado, normalizado y sin tendencia, Q. Roo., 1993-2013..... 29
Gráfica 14: Índices desestacionalizados de ventas al por mayor, área urbana de Cancún y México, 1994-2014 (base 2003=100)..... 30

Gráfica 15: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Test de cambio estructural, área urbana de Cancún, 1994-2014 30
Gráfica 16: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Pronóstico, área urbana de Cancún, 1994-2014..... 32
Gráfica 17: Índices desestacionalizados de ventas al por menor, área urbana de Cancún y México, 1994-2014 (base 2003=100)..... 33
Gráfica 18: Índice desestacionalizado de ventas al por menor, Test de cambio estructural, área urbana de Cancún, 1994-2014 33
Gráfica 19: Índice desestacionalizado y sin tendencia de ventas al por menor, área urbana de Cancún, 1994-2014..... 34
Gráfica 20: Series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados, Q.Roo y resto de México, 1992-2014 35
Gráfica 21: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Test de cambio estructural, Q.Roo, 1992-2014. 35
Gráfica 22: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Pronóstico, Q.Roo, 1992-2014..... 37
Gráfica 23: PIB excluyendo la actividad minera, Tabasco y México, 1993-2014 (precios de 2008)..... 39
Gráfica 24: ITAEE desestacionalizado – actividades no petroleras, Tabasco, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica – actividades no mineras, México, 2003-2015 (base 2008=100)..... 40
Gráfica 25: ITAEE desestacionalizado – actividades no petroleras, Test de cambio estructural, Tabasco, 2003-2015..... 40
Gráfica 26: ITAEE desestacionalizado, actividades terciarias, Tabasco, e indicador nacional desestacionalizado de las actividades económicas terciarias, México, 2003-2015..... 41
Gráfica 27: ITAEE desestacionalizado - actividades terciarias, Test de cambio estructural, Tabasco, 2003-2015 42
Gráfica 28: Series desestacionalizadas: trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Tabasco y México, 2000-2016..... 43
Gráfica 29: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales en el IMSS, Test de cambio estructural, 2000-2016..... 43
Gráfica 30: Indicador estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Tabasco, e índice desestacionalizado de electricidad, México 1993-2013 (base 2003) 44
Gráfica 31: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Test de cambio estructural, Tabasco, 1993-2013..... 45
Gráfica 32: Índices desestacionalizados de la producción manufacturera, Tabasco y México, 2003-2013..... 46
Gráfica 33: Índice desestacionalizado de producción manufacturera, Test de cambio estructural, Tabasco, 2003-2013..... 46
Gráfica 34: Índices desestacionalizados de ventas al por mayor, área urbana de Villahermosa y México, 1994-2014..... 47
Gráfica 35: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Primeras diferencias, área urbana de Villahermosa, 1994-2014..... 48

Gráfica 36: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Test de cambio estructural, área urbana de Villahermosa, 1994-2014 48
Gráfica 37: Índices desestacionalizados de ventas al por menor, área urbana de Villahermosa y México, 1994-2014 49
Gráfica 38: Índice desestacionalizado de ventas al por menor, Test de cambio estructural, 1994-2014 50
Gráfica 39: Series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados, Tabasco y México, 1992-2014 51
Gráfica 40: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Test de cambio estructural, Tabasco, 1992-2014 51
Gráfica 41: PIB total, Nuevo León y México, 1993-2014 (precios de 2008) 53
Gráfica 42: ITAEE desestacionalizado, Nuevo León, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica, México, 2003-2015 (base 2008=100) 54
Gráfica 43: Test de cambio estructural, ITAEE desestacionalizado, Nuevo León, 2003-2015 55
Gráfica 44: ITAEE desestacionalizado - actividades secundarias, Nuevo León, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica secundaria, México, 2003-2015 (base 2008=100) 56
Gráfica 45: ITAEE desestacionalizado – actividades secundarias, Test de cambio estructural, Nuevo León, 2003-2015 56
Gráfica 46: Series desestacionalizadas del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Nuevo León y resto de México, 2000-2016 57
Gráfica 47: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Test de cambio estructural, Nuevo León, 2000-2016 58
Gráfica 48: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Nuevo León, e índice desestacionalizado de electricidad, México 1993-2013 (base 2003) 59
Gráfica 49: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Test de cambio estructural, Nuevo León, 1993-2013 59
Gráfica 50: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Primeras diferencias, Nuevo León, 1993-2013 60
Gráfica 51: Índices desestacionalizados de la producción manufacturera, Nuevo León y México, 2003-2013 61
Gráfica 52: Índice desestacionalizado de la producción manufacturera, Test de cambio estructural, Nuevo León, 1993-2013 61
Gráfica 53: Índices desestacionalizados de ventas al por mayor, área urbana de Monterrey y México, 1994-2014 62
Gráfica 54: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Test de cambio estructural, 1993-2013 63
Gráfica 55: Índices desestacionalizados de ventas al por menor, área urbana de Monterrey y México, 1994-2014 64
Gráfica 56: Índice desestacionalizado de ventas al por menor, Test de cambio estructural, área urbana de Monterrey, 1994-2014 64

Gráfica 57: Series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados, Nuevo León y México, 1992-2014 65
Gráfica 58: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Primeras diferencias, Nuevo León, 1994-2014 66
Gráfica 59: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Test de cambio estructural, Nuevo León, 1994-2014 66
Gráfica 60: Series desestacionalizadas: pasajeros transportados en el metro, transmetro y metrobús, Monterrey, 2008-2016 68
Gráfica 61: Serie desestacionalizada de los pasajeros transportados en el metro, Test de cambio estructural, Monterrey, 2008-2016 68
Gráfica 62: Serie desestacionalizada de los pasajeros transportados en el metrobús, Test de cambio estructural, Monterrey, 2008-2016 68
Gráfica 63: Serie desestacionalizada de los pasajeros transportados en el transmetro, Test de cambio estructural, Monterrey, 2008-2016 69
Gráfica 64: Series desestacionalizadas del volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium, Monterrey y México, 2006-2016 70
Gráfica 65: Serie desestacionalizada del volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium, Test de cambio estructural, Monterrey, 2006-2016 71
Gráfica 66: PIB real, New Orleans-USA, 2001-2014 (precios de 2009) 73
Gráfica 67: Series desestacionalizadas de la fuerza laboral, área metropolitana de New Orleans y USA, 1990-2016 74
Gráfica 68: Serie desestacionalizada de la fuerza laboral, área metropolitana de New Orleans, 1990-2016 75
Gráfica 69: Serie desestacionalizada, Pronóstico, Fuerza laboral, área metropolitana de New Orleans 76
Gráfica 70: Tasas desestacionalizadas de desempleo, área metropolitana de New Orleans y USA, 1990-2016. 77
Gráfica 71: Población total, área metropolitana de New Orleans, 1980-2015 79
Gráfica 72: Porcentaje de población blanca y negra, área metropolitana de New Orleans, 2000-2010 79
Gráfica 73: Series desestacionalizadas de las ventas de electricidad, Louisiana y USA, 1990-2016 80
Gráfica 74: Serie desestacionalizada de ventas de electricidad, Test de cambio estructural, Louisiana, 1990-2016 80
Gráfica 75: Serie desestacionalizada de las ventas de electricidad, Pronóstico, Louisiana, 1990-2016 81

Resumen

Este trabajo propone caracterizar los impactos socioeconómicos de cuatro fenómenos hidrometeorológicos extremos ocurridos en la región Golfo de México-Caribe: los huracanes Wilma (2005), Katrina (2005), Noel (2007) y Alex (2010). Las regiones afectadas contempladas para el análisis son, respectivamente: Cancún y el estado de Quintana Roo; New Orleans y el estado de Louisiana; Villahermosa y el estado de Tabasco; Monterrey y el estado de Nuevo León. El análisis se centra en series de tiempo para una variedad de indicadores de empleo, actividad comercial, y transporte, entre otros, haciendo uso de dos métodos estadísticos: el test de cambio estructural de Bai-Perron, para determinar cambios de régimen en las variables asociados a las catástrofes, y la metodología ARIMAX, para construir un pronóstico y poder contrastar la información observada, con la esperada. Se busca para cada indicador, calcular el impacto inicial del fenómeno, el tiempo de recuperación y la cuantía total del daño. Se encontró que los huracanes Katrina y Wilma están relacionados con cambios estructurales en algunos de las variables analizadas. Mientras que los desastres en Villahermosa (Tabasco) y Monterrey (Nuevo León), aunque no evidenciaron cambios estructurales, sí concuerdan temporalmente con variaciones atípicas en los indicadores presentados. Los resultados sugieren la pertinencia de poner atención a los efectos de los desastres naturales sobre los flujos de actividad económica, más allá de los costos de reconstrucción.

Palabras claves: fenómenos hidrometeorológicos extremos; región Golfo de México-Caribe; impactos socioeconómicos.

Introducción

De acuerdo al National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)[1] los ciclones tropicales son un sistema de baja presión en los mares tropicales cálidos, que producen tormentas eléctricas y fuertes vientos. Están categorizados como: depresión tropical, con vientos máximos de 38 mph, tormenta tropical, con vientos entre 39 y 73 mph y huracanes, con vientos superiores a las 74 mph. A su vez, los huracanes están clasificados de acuerdo a la escala de Saffir-Simpson, en función de la velocidad de los vientos y los daños que pueden ocasionar:

- Categoría 1: Vientos entre 74 y 95 mph, no causan daños severos sobre las construcciones, pero pueden originar inundaciones en zonas costeras.
- Categoría 2: Vientos entre 96 y 110 mph y pueden causar daños especialmente a las casas móviles.
- Categoría 3: Vientos entre 111 y 130 mph, causando daños estructurales especialmente a las pequeñas viviendas, e importantes inundaciones en zonas costeras.
- Categoría 4: Vientos entre 131 y 155 mph, provocando fallas estructurales, erosión en las playas, e inundaciones.
- Categoría 5: Vientos superiores a 155 mph que provocan daños estructurales en construcciones residenciales e industriales, con fuertes inundaciones.

La **Figura 1** muestra la trayectoria de cuatro ciclones tropicales ocurridos desde el 2005, tres en el golfo de México, y uno, en la cuenca del mar Caribe.

El Huracán Wilma se originó como una depresión tropical el 15 de octubre de 2005 al suroeste de Jamaica, alcanzando sus vientos máximos el 19 de octubre cercanos a los 160 kt (184.1 mph, cat. 5). El 21 de octubre, cuando el huracán presentaba vientos cercanos a los 130 kt (149.6 mph, cat. 4), su centro chocó tierra sobre la isla Cozumel aproximadamente a las 21:45 UTC. Seis horas después, el 22 de octubre, y ya habiendo atravesado el este de la península del Yucatán y con vientos cercanos de 85 kt (97.8 mph, cat. 2), Wilma se dirigió al sur de la Florida, convirtiéndose finalmente en ciclón extratropical el 26 de octubre, al sureste de Halifax, Nueva Escocia.

El Huracán Noel el 28 de octubre de 2007 inició como depresión tropical, con vientos de 30 kt (34.6 mph), localizado al sur de República Dominicana. El 29 de octubre, dirigiéndose hacia el noreste, ya como tormenta tropical, Noel golpeó Haití, y el 30 y 31, a Cuba, con vientos entre 35 y 50 kt (40.3 y 57.6 mph). El 1 de noviembre atravesó las Bahamas con vientos entre 50 y 55 kt (57.6 y 63.4 mph) y el 2 alcanzó categoría de huracán 1, pero al día siguiente cayó a ciclón extratropical. En el 2007 hubo tres eventos de lluvia histórica extrema en la cuenca alta y media del Grijalva-Usumacinta, cerca de Villahermosa, Tabasco (Perevochtchikova & Lezama de la Torre, 2010). El primero entre el 10 y 11 de octubre, relacionado al frente frío número 2. El segundo, entre el 22 y 24 de octubre, por la

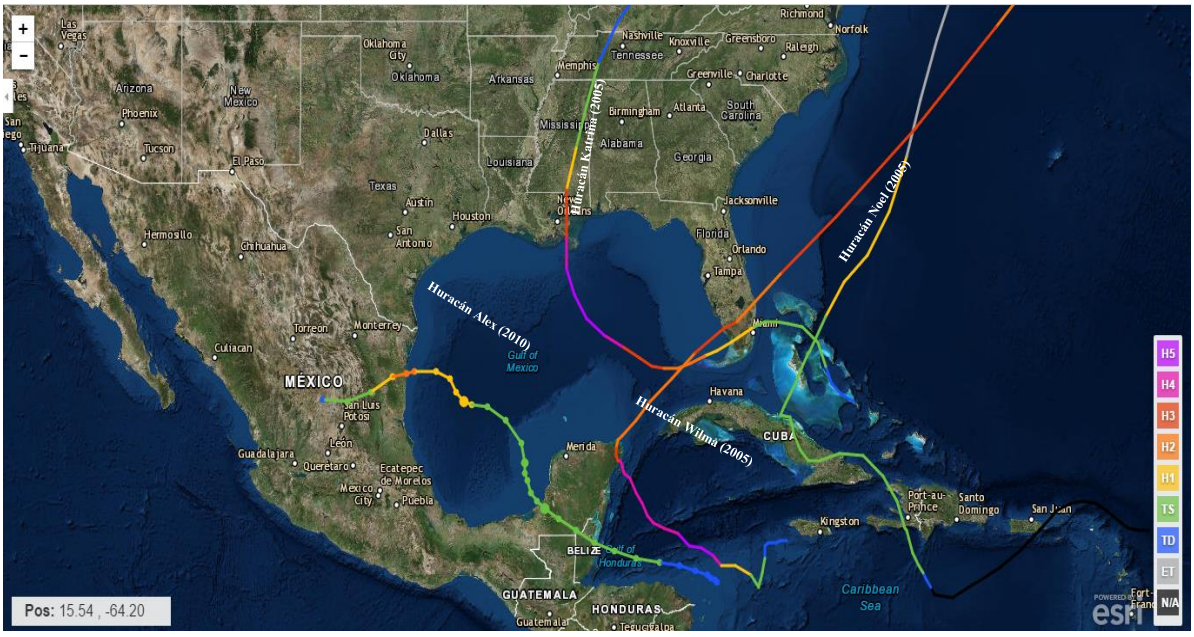
[1] https://coast.noaa.gov/data/SEAMedia/Lessons/G3U6L1%20Hurricane%20Awareness.pdf

entrada del mismo frente. Y el tercero, entre el 28 y 30 de octubre, consecuencia también del frente frío y del que en el momento era tormenta tropical Noel.

El Huracán Alex fue denominado depresión tropical el 24 de junio de 2010, cerca de la costa sureste de Honduras. Dirigiéndose hacia el noroeste, tocó tierra en la ciudad de Belice alrededor de las 00:00 del 27 del mismo mes, ya como tormenta tropical, con vientos de 55 kt (63.4 mp). Posteriormente atravesó la península del Yucatán, adentrándose al suroeste del golfo de México el día 28. Continuó su paso camino al estado de Tamaulipas, donde chocó el 1 de julio siendo categoría 2, con vientos estimados en 95 kt (109.4 mph). Atravesó Tamaulipas, pasando muy cerca de Ciudad Victoria como categoría 1, siguió como tormenta tropical por el sur de Nuevo León, hasta el oeste de San Luis Potosí, donde se convirtió el 2 de julio en depresión tropical. El paso del huracán provocó intensas lluvias en la región noreste de México, provocando la crecida y posterior desbordamiento del río Santa Catarina, que atraviesa de oeste a este el área metropolitana de Monterrey, generando grandes daños sobre la infraestructura de la ciudad (Sisto & Ramírez Orozco, 2015).

El Huracán Katrina fue categorizado como depresión tropical el 23 de agosto de 2005 y localizado al sureste de las Bahamas. El 25 impactó el sur de la Florida como huracán de categoría 1. Alcanzó vientos máximos cercanos a los 150 kt (172.8 mph, cat. 5) el día 28, en el este del golfo de México, tomando dirección norte, hacia el estado de Louisiana. El 29, como huracán de categoría 3 golpeó el sureste de Louisiana, pasando muy cerca del área metropolitana de New Orleans y continuó su curso, pasando por los estados de Mississippi, Tennessee y Kentucky hasta el 31, donde finalmente llegó a la categoría de ciclón extratropical.

Figura 1: Trayectoria de los ciclones tropicales, golfo de México y cuenca del mar Caribe



Fuente: https://coast.noaa.gov/hurricanes/

Esta investigación pretende modelar los impactos socioeconómicos de fenómenos hidrometeorológicos extremos: el huracán Wilma en octubre de 2005 y su impacto sobre el área metropolitana de Cancún-Quintana Roo; el paso del huracán Noel en noviembre de 2007 y sus remanentes en el área metropolitana de Villahermosa-Tabasco; el huracán Alex en junio de 2010 y sus consecuencias en el área metropolitana de Monterrey-Nuevo León; y el huracán Katrina en agosto de 2005 y los daños sobre el área metropolitana de New Orleans-Louisiana. Existe amplia información oficial acerca del costo económico de estos desastres, en particular en términos de los costos de reconstrucción. Asimismo, la literatura sobre los efectos de los desastres naturales se ha enfocado principalmente en estimar las pérdidas en infraestructura, vidas humanas o daños ambientales (por ejemplo, Padgett et al. 2008; Scodari, 2006; McCallum & Heming 2006). Este trabajo se enfoca en los (hasta ahora poco estudiados) efectos de estos fenómenos sobre los flujos de la actividad económica local y regional.

A manera de contextualización[2], el estado de Quintana Roo contaba para el 2005 con una población de 1,135,309 personas y un producto interno bruto (PIB) de 147,659 millones de pesos del 2008, siendo la actividad de servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas la más importante, que representó en 2005 el 18.76%, y a su vez, la segunda entidad que más aportó en la generación de valor a nivel nacional (10.49%) de esta actividad, después de la Ciudad de México; para el 2014, Quintana Roo ya representaba el 16.46%, ocupando la primera posición. La población en el estado de Tabasco en 2010 era de 2,238,603 personas y el PIB de 403,435 millones de pesos del 2008 y la actividad más destacada fue la minería petrolera, con una participación del 57.37% y después de Campeche, la entidad más importante a nivel nacional, representando en 2007 el 20.37% y llegando en 2014 al 29.53%. El estado de Nuevo León para el 2010 registró una población de 4,653,458 personas y un PIB de 855,024 millones de pesos del 2008, siendo la actividad de Comercio la de mayor peso con un 18.19%. Por otro lado, a nivel nacional participa de manera importante en la industria manufacturera, con el 10.21% en 2010, ocupando el segundo lugar, después del estado de México. La población en 2005 para el estado de Louisiana se estimó en 4,576,628 personas, cayendo en 2006 a 4,302,665. El PIB en 2005 fue de 215,708 millones de dólares de 2009, siendo la actividad principal, la manufacturera de productos a base de petróleo y carbón, con el 18.83% del total.

La investigación propone responder las siguientes preguntas: ¿Estos desastres naturales han afectado la actividad económica local y regional? ¿En su caso, de qué manera se han dado estos efectos en términos de magnitud, persistencia y otras características?

Como objetivos, para cada uno de los cuatro casos anteriormente referidos y utilizando en cada caso una amplia gama de indicadores socioeconómicos de tipo serie de tiempo, se

[2] Los datos aquí reportados para los tres estados mexicanos fueron obtenidos del Banco de Información Económica (BIE) de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Para el estado de Lousiana se obtuvieron del Bureau Economic Analysis y de proyecciones del censo de la población.

procede mediante la aplicación de métodos de análisis estadístico con: La detección de posibles efectos, y en su caso, la caracterización de los mismos.

La estructura del trabajo de este documento se organiza de la siguiente forma: En el capítulo 1 se expone el marco conceptual y metodológico de la investigación, presentando las tres medidas que guiarán el análisis de los impactos socioeconómicos de cada desastre, sobre las cuatro regiones mencionadas, y describe el procedimiento y los métodos estadísticos empleados en el análisis. El capítulo 2 contiene la literatura revisada sobre los quiebres estructurales y el impacto de los desastres naturales. El capítulo 3 hace un recuento de todas las variables utilizadas para cada región estudiada. El capítulo 4 expone la evolución histórica de los distintos indicadores y analiza su comportamiento con la ayuda de herramientas estadístico-descriptivas, asociando posibles cambios a la ocurrencia de cada desastre. Finalmente, se presentan las conclusiones.

1 Marco conceptual y metodológico

En este trabajo, nos enfocamos para la caracterización del impacto de un desastre natural sobre algún indicador de actividad económica en tres conceptos:

1. el impacto inicial del desastre sobre el indicador,
2. el tiempo de recuperación del indicador y,
3. la cuantía total del efecto a lo largo del tiempo.

La **Figura 2** ilustra estos conceptos de manera general. $I(t)$ representa un indicador de actividad económica y t se refiere a un período de tiempo: t_0 indica el momento en que se da el evento, siendo t_0^* la primera observación posterior al mismo, y t_1 es el momento de recuperación del indicador, en caso de que hubiera pasado. La línea continua representa los valores observados del indicador, mientras que la línea discontinua, indica un conjunto de valores esperados (I_t^e) de haber seguido la tendencia histórica observada antes del fenómeno. A partir de la figura es posible definir el impacto inicial como:

$$\Delta I(t) = I(t_0) - I(t_0^*)$$

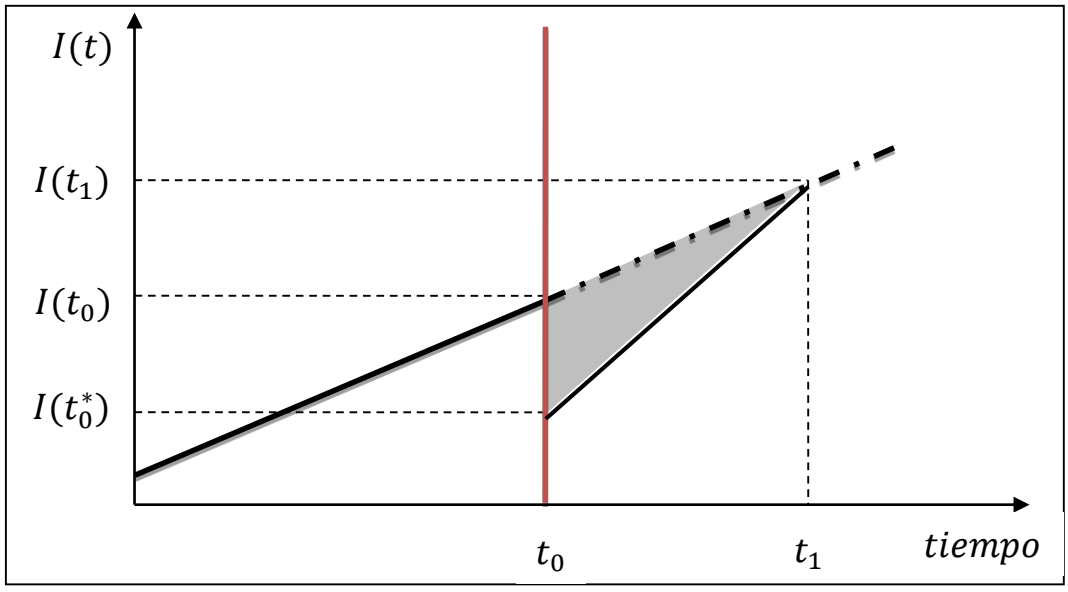
Así como el tiempo de recuperación:

$$\Delta t = t_1 - t_0$$

Finalmente, sumando las diferencias entre los valores esperados y observados a lo largo del tiempo de recuperación, será posible cuantificar el valor total del impacto del desastre natural sobre el indicador, que está representado por el área sombreada:

$$\int_{t_0}^{t_1} (I_t^e - I_t)\, dt$$

Figura 2: Impacto inicial, tiempo de recuperación y cuantía total del daño



Fuente: Aguilar-Barajas, Magaña-Rueda, Ramirez-Orozco, & Sisto (2013)

Para llevar a cabo el análisis planteado, se seguirá el procedimiento descrito a continuación. Primero, para cada área de estudio se presentarán sus respectivos indicadores, junto al correspondiente indicador nacional, con el fin de realizar un comparativo a partir de la evolución a lo largo de la serie, prestando principal atención a las fechas cercanas a cada catástrofe. Segundo, se procederá con un test de cambio estructural para cada indicador, con el fin de verificar si el impacto de cada desastre coincide con un cambio de régimen en la variable. Tercero, en caso de encontrar evidencia de un cambio estructural que coincida con la fecha del desastre, se realizará un pronóstico de la trayectoria del indicador a partir del momento del evento, para proceder con un análisis contra-factual que permita comparar el escenario observado (i.e. con la catástrofe ambiental), contra el hipotético panorama sin dicho fenómeno. Y cuarto, para las variables que se haya construido el pronóstico, se estimarán los tres conceptos mencionados anteriormente: el impacto inicial, el tiempo de recuperación del indicador, y la cuantía total del efecto del desastre sobre el indicador a lo largo del tiempo.

1.1 Pruebas de quiebre o cambio estructural

Entre los primeros autores que analizaron los puntos de quiebre fue Quandt (1958), quien simuló una serie de tiempo conformada a partir de dos procesos generadores de datos. Utilizando el *likelihood ratio test* contrastó la hipótesis de que no existe un cambio en la serie, contra la alternativa de que existe uno. Una limitación del test es que requiere conocer si existe un punto de quiebre o el número exacto de estos. Finalmente el autor concluye que su robustez depende de la magnitud del cambio.

Chow (1960) desarrolló un test para la identificación de un cambio estructural y probar la igualdad entre un conjunto de coeficientes de dos o más regresiones lineales a partir de datos de corte transversal. Basado en la suma de los residuales al cuadrado, el test se distribuye como la *F ratio* bajo la hipótesis nula. Sin embargo, ese test también presenta deficiencias debido a que requiere de la especificación *a priori* del momento en que ocurre el quiebre.

Posteriormente Perron (1989) extendió el test de Dickey-Fuller (Dickey & Fuller, 1979) usado para establecer si una serie es raíz unitaria e incorporó variables dummy, asociadas a la media y/o tendencia del punto de quiebre de la serie y de esta forma determinar la significancia de sus coeficientes, a partir valores críticos obtenidos mediante experimentos de Monte Carlo, sin embargo, su limitación es que el punto de quiebre se fija de manera exógena. Para corregir eso, Zivot y Andrews (1992) propusieron una transformación del test y determinaron de manera endógena los puntos de quiebre. Además introdujeron la distribución asintótica tanto en el test estadístico como en la corrección de los valores críticos de Monte Carlo.

Otros autores han desarrollado tests para la identificación de quiebres estructurales a partir de tests de Multiplicadores de Lagrange: Hansen (1992) incorporó estos tests a las regresiones integradas de grado 1; Andrews (1993) para la identificación de cambios estructurales con punto de quiebre desconocido y Hansen (1990) para modelos no lineales.

Más recientemente Bai y Perron (2003) desarrollaron un procedimiento para la identificación de uno o más quiebres estructurales, mediante el cual se debe elegir entre tres distintas hipótesis nulas a contrastar. La primera es que no existen quiebres contra un número determinado de quiebres. La segunda es que no existen quiebres contra un número desconocido de quiebres. Y por último, que existen l cambios estructurales, contra la alternativa de que existen $l + 1$.

Para los propósitos de esta investigación, se opta por el test de cambio estructural desarrolado de Bai-Perron. Esta elección se basa, por un lado, en que los tests que establecen a *priori* el hipotético punto de quiebre, tienden a rechazar la hipótesis nula de no cambio estructural si, posterior a la fecha establecida, ocurrió uno. Y por otro lado, debido a que permite múltiples quiebres estructurales, elemento importante en caso que exista un quiebre estructural estadísticamente significativo en la fecha de interés, éste no sería identificado por pruebas que no capturan más de un quiebre, si hubiese otro cambio más violento en otra fecha. El programa que se usará para dichas pruebas es el EViews 8.

Test de cambio estructural de Bai-Perron

Bai y Perron (2003, págs. 2-3) consideran el siguiente sistema de regresiones lineales, con m quiebres estructurales, y $m + 1$ regímenes.

$$y_t = x_t'\beta + z_t'\delta_j + u_t \qquad t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j$$

Para $j = 1, \dots, m + 1$

donde y_t es la variable dependiente observada en el tiempo t; x_t es un vector de variables exógenas, y sus coeficientes β no están sujetos a cambios; z_t es un vector de variables, donde pueden estar incluidas la media y la tendencia, con δ_j $(j = 1, \dots, m + 1)$ son sus respectivos coeficientes para cada régimen; u_t es la perturbación en el tiempo t; $T_1, \dots, T_m$ son los puntos de quiebre que son tratados como desconocidos.

El objetivo es estimar tanto los coeficientes de la regresión, como los puntos de quiebre. Se dice que el modelo es de "cambio estructural parcial" si se incluyen x_t y z_t, ya que el vector de parámetros β no está sujeto a cambios. Cuando se hace la regresión únicamente con z_t, es un modelo de "cambio estructural puro", ya que todos los coeficientes están sujetos a cambios.

El sistema puede ser escrito en forma matricial:

$$Y = X\beta + \bar{Z}\delta + U$$

El proceso generador de datos es asumido como:

$$Y = X\beta^0 + \bar{Z}^0\delta^0 + U$$

Donde el superíndice 0 hace referencia a los verdaderos valores de los parámetros.

El método de estimación está basado en el principio de los mínimos cuadrados. β y δ_j se obtienen de la minimización de la suma de los cuadrados para cada partición m.

$$(Y - X\beta - \bar{Z}\delta)'(Y - X\beta - \bar{Z}\delta) = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{i=T_{i-1}+1}^{T_i} [y_t - x_t'\beta - z_t'\delta_i]^2$$

$\hat{\beta}(\{T\})$ y $\hat{\delta}(\{T_j\})$ denotan los estimadores de las m particiones. Posteriormente se sustituyen en la función objetivo para encontrar los puntos de quiebre estimados $(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m)$. Los puntos de quiebre estimados minimizan globalmente la función objetivo, por lo que son un valor discreto y finito.

1.2 Modelos $ARIMA\ (p, d, q)$

Por la relativa simplicidad y su elevado poder de pronóstico se opta, dependiendo del caso, hacer uso de los modelos ARIMA para pronosticar la trayectoria de los indicadores socioecon. El programa elegido para seguir la metodología es EViews 8. De acuerdo con Gujarati y Porter (2010), en los modelos ARIMA, el valor de Y se explica por los valores rezagados de sí misma y por los términos de los errores estocásticos.

Proceso autorregresivo (AR)

Sea Y_t un indicador de la actividad económica en el período t. Si se modela como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t \quad (1)$$

donde δ es la media de Y y u_i es un término de error aleatorio no correlacionado, con media 0 y varianza constante σ^2 (ruido blanco), se dice que Y_t sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden o $AR(1)$, el cual implica que el valor de Y en el tiempo t depende de su valor en el período $t-1$ (Y_{t-1}) y de un término aleatorio, por lo que los valores de Y están expresados en desviaciones de su media. El valor pronosticado de Y_t es una proporción $\alpha_1$del valor de Y_{t-1} más una perturbación en el tiempo t.

Si Y_t se modela como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + u_t \quad (2)$$

se dice que Y_t sigue un proceso autorregresivo de segundo orden o $AR(2)$ y depende de sus valores en los dos períodos anteriores.

Generalizando se tiene:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \cdots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t \quad (3)$$

donde Y_t es un proceso autorregresivo de orden p, o $AR(p)$ y depende de sus p-ésimos valores pasados.

Procesos de medias móviles (MA)

Y_t sigue un proceso de promedios móviles de primer orden, o $MA(1)$, si se modela como:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (4)$$

donde μ es una constante y u_t es el término de error estocástico de ruido blanco. El valor de Y en el período t, es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado.

En su forma general, un proceso de promedios móviles es una combinación lineal de los términos de error de ruido blanco:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \cdots + \beta_q u_{t-q} \quad (5)$$

Proceso autorregresivo de medias móviles ($\boldsymbol{ARMA}$)

Y_t puede depender tanto de sus valores pasados, como de los términos de errores pasados. De esta forma Y_t sigue un proceso $ARMA(p, q)$ y se escribe como:

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \cdots + \alpha_p Y_{t-p} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \cdots + \beta_q u_{t-q} \quad (6)$$

Procesos débilmente estacionarios

Los modelos de series de tiempo se basan en el supuesto de que las series son (débilmente) estacionarias

> *"(...) se dice que un proceso estocástico es (débilmente) estacionario si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende sólo de la distancia o rezago entre estos dos periodos, y no del tiempo en el cual se calculó la covarianza"* (Gujarati & Porter, 2010, pág. 740)

Formalmente:

$$Media: \quad E(Y_t) = \mu \quad (7)$$

$$Varianza: \quad E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (8)$$

$$Covarianza: \quad \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad (9)$$

Se basan en dicho supuesto ya que, como el objetivo de la metodología de los modelos ARIMA es

> *"(...) identificar y estimar un modelo estadístico que se interprete como generador de los datos muestrales. Entonces, si se va a pronosticar con este modelo estimado, debe suponerse que sus características son constantes a través del tiempo y, en particular, en períodos futuros. Así, la sencilla razón para requerir datos estacionaros es que todo modelo que infiera a partir de estos datos pueda interpretarse como estacionario o estable en sí mismo, y proporcione, por consiguiente, una base válida para pronosticar"* (Gujarati & Porter, 2010, pág. 777)

Series no estacionarias

Sin embargo, muchas series económicas no son estacionaras. Un ejemplo son las series conocidas con el nombre de caminatas aleatorias, en las que se encuentran dos tipos: 1) sin intercepto y 2) con intercepto.

Caminata aleatoria sin intercepto

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (10)$$

Sigue un proceso $AR(1)$, donde el valor de Y en el tiempo t es igual a su valor en el tiempo $t-1$ más una perturbación aleatoria.

Puede demostrarse mediante sustitución recursiva que:

$$Y_t = Y_0 + \sum u_t \quad (11)$$

y, por lo tanto

$$E(Y_t) = E(Y_0) + E\left(\sum u_t\right) = Y_0 \quad (12)$$

De igual forma se demuestra que:

$$var(Y_t) = t\sigma^2 \quad (13)$$

La media de Y es constante e igual a su valor inicial, mientras que conforme aumenta t, la varianza también crece indefinidamente, violando la segunda condición de la estacionariedad.

Caminata aleatoria con intercepto

$$Y_t = \delta + Y_{t-1} + u_t \quad (14)$$

Usando el mismo procedimiento antes mencionado, se puede demostrar que:

$$E(Y_t) = Y_0 + t\delta \quad (15)$$

$$var(Y_t) = t\sigma^2 \quad (16)$$

Tanto la media como la varianza incrementan con el tiempo, violando las condiciones de estacionariedad débil.

Proceso Autorregresivo Integrado y de Medias Móviles (*ARIMA*)

En consecuencia, es necesario hacer transformaciones para volverlas estacionaras. Las ecuaciones (10) y (14) pueden ser reescritas empleando primeras diferencias:

$$Y_t - Y_{t-1} = \Delta Y_t = u_t \quad (10.1)$$

$$Y_t - Y_{t-1} = \Delta Y_t = \delta + u_t \quad (14.1)$$

La nueva variable ΔY_t, en ambos casos es estacionaria. Implica que la serie Y_t es integrada de orden 1. Si una serie de tiempo es integrada de orden 1, o $I(1)$, sus primeras diferencias son estacionarias, $I(0)$. En general, si una serie de tiempo es $I(d)$, después de diferenciarla d veces, se obtiene una serie $I(0)$.

Finalmente, si se debe diferenciar una serie de tiempo d veces para que sea estacionaria y posteriormente estimar un modelo $ARMA(p,q)$, se dice que la serie de tiempo original es $ARIMA(p,d,q)$, es decir, una serie auto-regresiva integrada de promedios móviles.

Proceso Autorregresivo Integrado y de Medias Móviles con variables exógenas (*ARIMAX*)

Siguiendo a Kirschstein (2015, pág. 28) los modelos ARIMAX, como su nombre lo indica, son una extensión de los modelos ARIMA. Estos modelos incorporan variables explicativas usadas, ya sea en base al conocimiento acerca de procesos de dependencia externa, o bien, para modelar outliers o cambios estructurales en las series de tiempo.

2 Revisión de literatura

2.1 Cambio estructural

Existe un conjunto de investigaciones dedicadas al estudio de los cambios económicos estructurales, las cuales hacen uso de series de tiempo y emplean distintas metodologías basadas en test estadísticos, para la identificación de la presencia de un cambio estadísticamente significativo (quiebre) en el comportamiento del indicador utilizado.

Ghosh (2010) evaluó el desempeño de la agricultura y estimó los puntos de inflexión en el sector a nivel estatal, para 15 estados de India en el período 1960-2007. Su hipótesis fue que la reforma económica de 1991, que incluyó la liberalización económica, impactó sobre las tasas de crecimiento del sector agrícola. Utilizó el test propuesto por Zivot y Andrews en 1992 para determinar el punto de quiebre de manera endógena y, estableció dos quiebres estructurales: 1966/1967 y 1988/1989 ocurridos en el crecimiento del producto agrícola a nivel nacional. Descompuso el efecto nivel y el efecto pendiente, con diferencias a nivel estatal, y concluyó que el crecimiento de la actividad, en el período post-reforma, fue significativamente menor al pre-reforma.

Usando el mismo test, Cheong (2008) investigó el comportamiento de nueve índices en el mercado financiero de Malasia, para el período 1996-2006 y encontró un quiebre estructural, tanto en la media como en la tendencia para la mayoría de índices en septiembre de 1998, como consecuencia de la crisis financiera en Asia y el control de la política monetaria establecido en 1997.

Por el contrario Rao y Rao (2009) usaron el test de cambio estructural, propuesto por Bai y Perron en 1998 y 2003, para examinar cómo se había modificado la relación energía-producto en Fiji, desagregando cada tipo de energía entre el período 1970-2005. La hipótesis fue que se había mejorado la eficiencia energética después del shock petrolero, es decir, la relación disminuyó. La metodología empleada proporcionó elementos a los investigadores para concluir que Fiji había ganado en términos de eficiencia energética a raíz de las crisis energéticas. Establecieron que a partir de 2005 la relación agregada energía-producto presentó un quiebre estructural, visto como un aumento significativo en el aprovechamiento de energía.

Con el mismo test Jin y Miljkovic (2005) analizaron quiebres estructurales de la variación relativa en los precios de la agricultura, respecto a otras mercancías, en los Estados Unidos para el período 1913-2003 y lograron establecer que hubo seis quiebres estructurales en la media de la variable empleada. Sin embargo, la limitación del artículo obedece a que no refiere a los quiebres estructurales en la tendencia.

2.2 Desastres naturales

El estudio de los desastres naturales en el ámbito económico es reducido e incipiente, no obstante, algunos autores han incorporado metodologías que utilizan series de tiempo para la evaluación de sus impactos. En esta línea Cavallo, Galiani, Noy y Pantano (2010) emplearon un panel de datos para 196 países, cubriendo el período 1970-2008 con datos de crecimiento económico y un indicador que elaboraron a partir de las pérdidas humanas, empleado como proxy de la magnitud de catástrofes ambientales. La metodología permitió contrastar el crecimiento económico observado posteriormente al evento, con el panorama contra-factual proyectado, encontrando que los países que experimentaron los peores desastres tuvieron un desempeño peor al esperado, previo al fenómeno.

En un estudio para Australia, Worthington y Valadkhani (2004) analizaron el efecto de distintos desastres naturales[3] sobre el rendimiento en el mercado de valores, entre 1982 y 2002. Basados en un modelo Autorregresivo y de Media Móvil (ARMA), aumentado con variables dummy para controlar los eventos, encontraron que los fenómenos, especialmente ciclones, incendios forestales y terremotos, tuvieron un impacto significativo y que los ajustes podían tardar algunos días. Worthington (2008) también usó datos para Australia y analizó el efecto de los mismos eventos naturales sobre el rendimiento y volatilidad en el mercado bursátil entre 1980 y 2003, con modelos de Heterocedasticidad Condicional Autoregresiva Generalizada (GARCH) y GARCH en media, concluyendo que el efecto no era significativo; sin embargo, Wang (2011) planteó que los resultados podrían estar sesgados al no incluirse variables de control, mismas que introdujo[4] en un análisis para Japón, considerando el período 1982-2002. Usando también GARCH y GARCH en media, encontró que los desastres naturales en el país no colocaban en riesgo al mercado de valores, ni provocaron un aumento en su volatilidad.

En México destaca el trabajo de Rodríguez-Oreggia, de la Fuente y de la Torre (2008), quienes analizaron el impacto de distintas clases de desastres ambientales[5] sobre indicadores sociales, a nivel de municipio en México, con datos de 2000 y 2005. Los resultados sugieren que las sequías y las inundaciones son los fenómenos que más golpean los indicadores sociales en el país. En otro tipo de análisis, Garcia (2002) evaluó los impactos de estos fenómenos sobre las tasas de crecimiento del PIB per cápita y seis países centroamericanos para el período 1970-1998. La variable de interés fue el número de desastres sufrido por año, y contrario a lo que se esperaba, encontró un efecto positivo y significativo sobre las tasas de crecimiento en México. La autora justificó ese hallazgo por

[3] Tormentas, inundaciones, terremotos, ciclones e incendios forestales.
[4] S&P 500, variaciones en la tasa de interés y tipo de cambio dólar-yen.
[5] Inundaciones, heladas, sequías, lluvias, deslizamientos y otros.

los fondos de ayuda no oficiales, es decir, de organismos no gubernamentales, que no consideró el modelo.

3 Datos y variables

Para alcanzar los objetivos que se proponen, se emplearán datos correspondientes a cada una de las regiones estudiadas, además de las respectivas series nacionales, con el fin de controlar cambios coyunturales que hayan tenido un impacto a nivel agregado, y aislar el efecto del desastre sobre cada indicador a nivel regional.

En el caso de las tres regiones de México, todos los datos fueron obtenidos del Banco de Información Económica (BIE) de INEGI, excepto una, obtenida de la Secretaría de Turismo (SECTUR). Esta información ha sido dividida en tres. El primer grupo contiene cuatro variables a nivel estatal para el caso Quintana Roo y cinco en el caso de Tabasco y Nuevo León, que miden la producción y provienen del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM). Este grupo incluye: Producto Interno Bruto[6], Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAEE)[7], ITAEE - actividades terciarias para el caso de Quintana Roo y Tabasco e ITAEE - actividades secundarias para Nuevo León, índice de producción manufacturera para Tabasco y Nuevo León[8], y el indicador mensual de electricidad. El segundo grupo se refiere a las actividades de comercio y servicios, incluyendo dos variables a nivel de área urbana y una a nivel estatal: índice de ventas al por mayor e índice de ventas al por menor, para cada área urbana y provenientes de la Encuesta Mensual y Establecimientos Comerciales (EMEC), y el número de cuartos ocupados en cada estado, de la SECTUR. Además, se incluyen cuatro variables para el área metropolitana de Monterrey, tres del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey (STC Metrorrey): Pasajeros transportados en Metrorrey, en Metrobús y en Transmetro, y la otra, proveniente de PEMEX: el volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium. El tercer grupo lo conforma la variable que busca capturar el empleo a nivel estatal, proveniente del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), correspondiente al número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados en el IMSS. Las **Tablas 1, 2 y 3** muestran un resumen, incluyendo características en términos de su frecuencia, cobertura temporal y geográfica, y el número de observaciones disponibles.

[6] Excluyendo actividades mineras en Tabasco.
[7] Excluyendo actividades petroleras en Tabasco.
[8] En el caso de Quintana Roo no se analiza la producción manufacturera debido a la restricción en cuanto a la cobertura temporal disponible.

Tabla 1: Variables de la actividad económica, Quintana Roo y área urbana de Cancún

Variables	Frecuencia	Cobertura		Obs. (#)
		Temporal	Geográfica	
Producción				
Producto Interno Bruto (SCNM)	Anual	1993-2014	Quintana Roo	22
Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (SCNM)	Trimestral	2003-2015	Quintana Roo	52
Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal – actividades terciarias (SCNM)	Trimestral	2003-2015	Quintana Roo	52
Indicador mensual de electricidad (SCNM)	Mensual	1993-2013	Quintana Roo	245
Comercio y servicios				
Índice de ventas netas al por mayor (EMEC)	Mensual	1994-2014	Área urbana Cancún	247
Índice de ventas netas al por menor (EMEC)	Mensual	1994-2014	Área urbana Cancún	247
Número de cuartos ocupados (SECTUR)	Mensual	1992-2014	Quintana Roo	276
Empleo				
Trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS (IMSS)	Mensual	2000-2016	Quintana Roo	195

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Variables de la actividad económica, Tabasco y área urbana de Villahermosa

Variables (Fuente)	Frecuencia	Cobertura		Obs. (#)
		Temporal	Geográfica	
Producción				
Producto Interno Bruto (SCNM)	Anual	1993-2014	Tabasco	22
Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (SCNM)	Trimestral	2003-2015	Tabasco	52
Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal – actividades terciarias (SCNM)	Trimestral	2003-2015	Tabasco	52
Indicador mensual de electricidad (SCNM)	Mensual	1993-2013	Tabasco	242
Índice de producción manufacturera (SCNM)	Mensual	2003-2013	Tabasco	125
Comercio y servicios				
Índice de ventas netas al por mayor (EMEC)	Mensual	1994-2014	Área urbana Villahermosa	247
Índice de ventas netas al por menor (EMEC)	Mensual	1994-2014	Área urbana Villahermosa	247
Número de cuartos ocupados (SECTUR)	Mensual	1992-2014	Quintana Roo	276
Empleo				
Trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS (IMSS)	Mensual	2000-2016	Tabasco	195

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Variables de la actividad económica, Nuevo León y área urbana de Monterrey

Variables	Frecuencia	Cobertura		Obs. (#)
		Temporal	Geográfica	
Producción				
Producto Interno Bruto (SCNM)	Anual	1993-2014	Nuevo León	22
Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (SCNM)	Trimestral	2003-2015	Nuevo León	52
Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal – actividades secundarias (SCNM)	Trimestral	2003-2015	Nuevo León	52
Indicador mensual de electricidad (SCNM)	Mensual	1993-2013	Nuevo León	245
Índice de producción manufacturera (SCNM)	Mensual	1993-2013	Nuevo León	245
Comercio y servicios				
Índice de ventas netas al por mayor (EMEC)	Mensual	1994-2014	Área urbana Monterrey	247
Índice de ventas netas al por menor (EMEC)	Mensual	1994-2014	Área urbana Monterrey	247
Número de cuartos ocupados (SECTUR)	Mensual	2006-2014	Nuevo León	104
Pasajeros transportados en el metro, transmetro y metrobús (STC Metrorrey)	Mensual	2008-2016	Área metropolitana Monterrey	100
Volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium (PEMEX)	Mensual	2006-2016	Área metropolitana Monterrey	123
Empleo				
Trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS (IMSS)	Mensual	2000-2015	Nuevo León	188

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores nacionales empleados para hacer el contraste son:

- PIB y PIB excluyendo actividades mineras (Fuente: SCNM).

- Indicador nacional de la actividad económica, indicador nacional de la actividad económica excluyendo actividades mineras, indicador nacional de las actividades económicas secundarias, e indicador nacional de las actividades económicas terciarias. Cálculo propio de los promedios trimestrales a partir de los indicadores (mensuales) globales de la actividad económica, actividad económica excluyendo minería, actividad económica secundaria, y actividad económica terciaria, respectivamente (Fuente: SCNM).

- Índice nacional de electricidad. Cálculo propio a partir de los promedios simples de los indicadores estatales mensuales de electricidad (Fuente: SCNM).

- Índice nacional de producción manufacturera. Cálculo propio a partir de los promedios simples de los índices estatales de la producción manufacturera (Fuente: SCNM).

- Índice general de ventas al por mayor (Fuente: SCNM).

- Índice general de ventas al por menor (Fuente: SCNM).

- Número de cuartos ocupados en México, descontando los cuartos ocupados correspondientes al estado que se esté estudiando (Elaboración propia, a partir de la SECTUR).

- Número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados en el IMSS, descontando los trabajadores correspondientes al estado que se esté estudiando (Fuente: IMSS)

- Volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium en México.

Para el estado de Louisiana y el área metropolitana de New Orleans se cuenta con tres grupos de variables. El primer grupo incluye dos variables asociadas a la producción: Producto Interno Bruto para el área metropolitana de New Orleans, obtenida del Bureau of Economic Analysis (BEA), y la serie del total de ventas de electricidad en el estado de Louisiana, obtenida de Energy information administration (EIA). El segundo grupo, tres variables relacionadas con el empleo: Fuerza laboral, y tasa de desempleo, ambas para el área metropolitana de New Orleans, obtenidas de Bureau of Labor Statistics (BLS), y la creación neta de empleo, de Longitudinal Business Database (LBD). El tercer grupo hace referencia a variables demográficas obtenidas de United States Census Bureau (U.S CB), donde están incluidas el total de la población, el número de blancos, negros o afro-americanos, y el número de personas de origen hispano. Estas variables están resumidas en las **Tablas 4 y 5**.

Tabla 4: Variables de la actividad económica, Louisiana y área urbana de New Orleans

Variables	Frecuencia	Cobertura		Obs. (#)
		Temporal	Geográfica	
Producción				
Gross Domestic Product (BEA)	Anual	2001-2014	MSA New Orleans	14
Total sales of electric power (EIA)	Mensual	1990-2016	Louisiana	313
Empleo				
Civilian labor force (BLS)	Mensual	1990-2015	MSA New Orleans	317
Unemployment rate (BLS)	Mensual	1990-2015	MSA New Orleans	317
Net job creation (LBD)	Anual	1977-2013	MSA New Orleans	37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Variables demográficas, área metropolitana de New Orleans

Variables	Frecuencia	Cobertura		Obs. (#)
		Temporal	Geográfica	
Population (U.S CB)	Anual	1980-2015	MSA New Orleans	36
Race				
White and Black or African American (U.S CB)	Anual	2000-2010	MSA New Orleans	11
Origin				
Hispanic (U.S CB)	Anual	2000-2010	MSA New Orleans	11

Fuente: Elaboración propia

La información nacional que se usará para hacer el contraste será: Producto Interno Bruto, total de ventas de electricidad, fuerza laboral y tasa de desempleo (obtenidas de las mismas fuentes anteriormente referidas).

4 Resultados

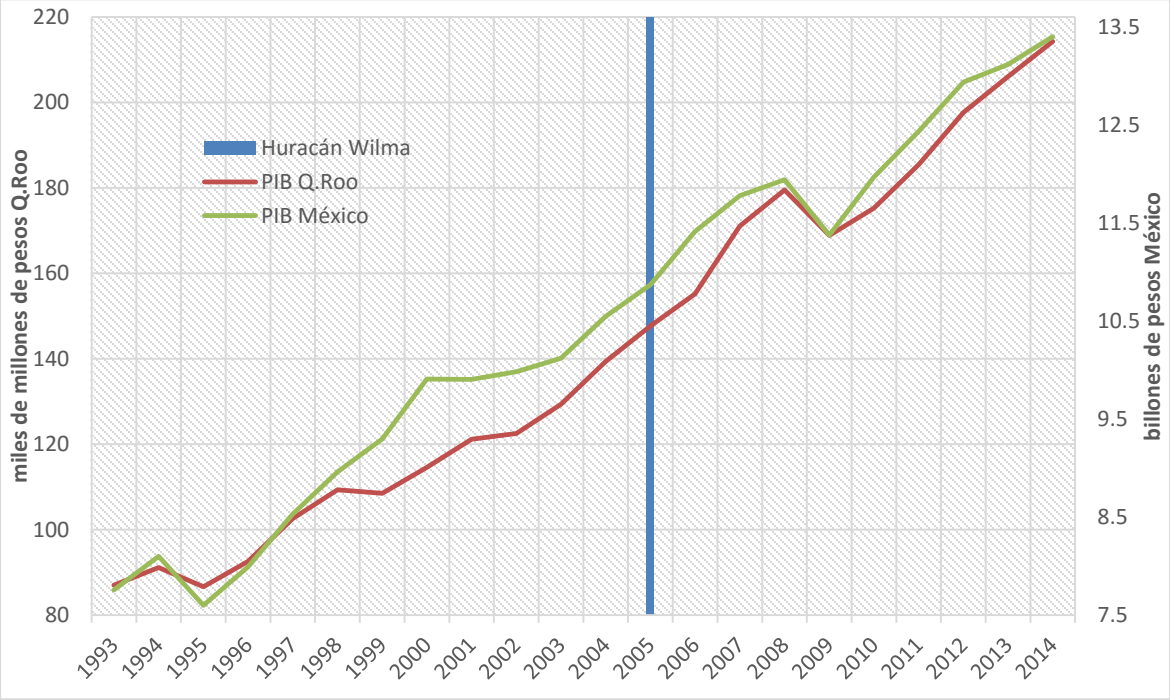
4.1 Impacto del huracán Wilma (2005) sobre el área urbana de Cancún y el estado de Quintana Roo

4.1.1 Producto Interno Bruto

La **Gráfica 1** presenta en rojo y verde la evolución del PIB real anual (a precios de 2008) de Quintana Roo y México respectivamente, para el período 1993-2014. El huracán Wilma, que golpeó la costa del estado de Quintana Roo entre el 21 y el 23 de octubre de 2005, está representado por la línea vertical azul.

La economía del estado en 2005 creció 5.98%, superior al crecimiento medio en el período analizado, siendo éste de 4.39%. Sin embargo, la evolución en la economía estatal se vio afectada por la caída del sector más importante en la entidad, el de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, con una variación de -10.14%, pero amortiguada por el crecimiento de los sectores comercio y construcción, segundo y tercero en importancia, con una variación de 8.61% y 35.22% respectivamente.

Gráfica 1: PIB total Q.Roo y México, 1993-2014 (precios de 2008)



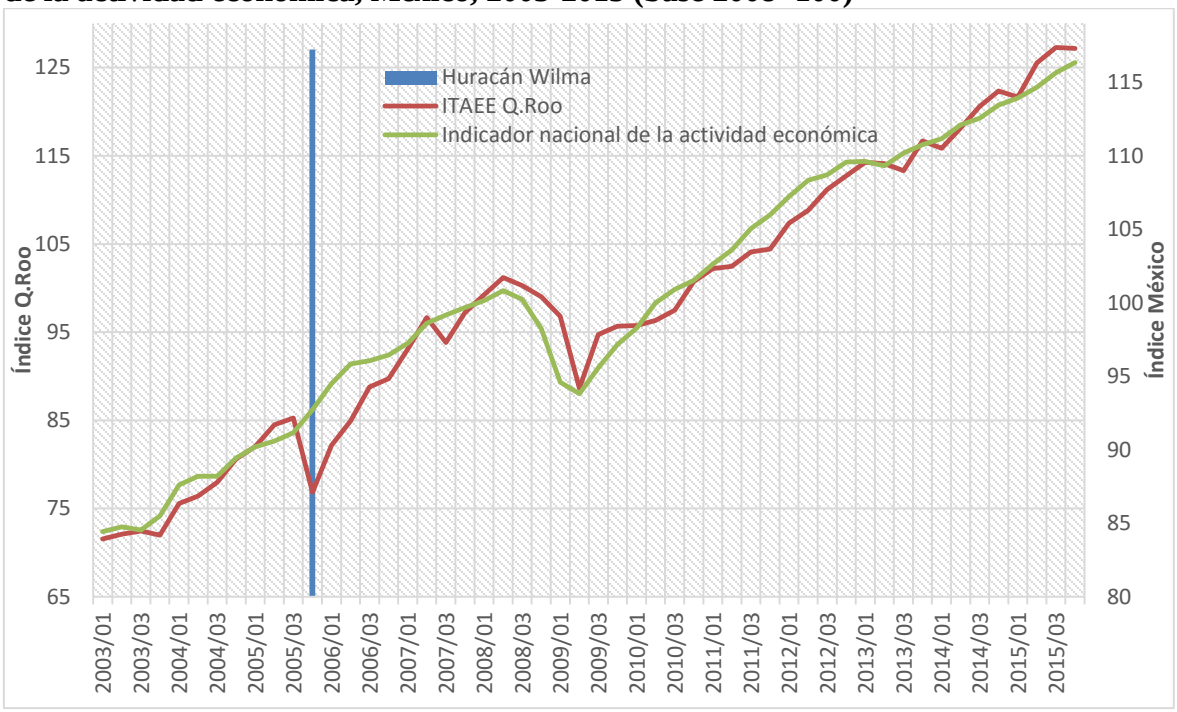
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.1.2 Actividad económica

La **Gráfica 2** muestra el comportamiento del indicador trimestral desestacionalizado del desempeño de la actividad económica de Quintana Roo, el ITAEE, y el indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica del país, para el período primer trimestre de 2003 al cuarto trimestre de 2015. La línea vertical azul representa el huracán Wilma ocurrido durante el cuarto trimestre de 2005.

Se observa con claridad que el índice estatal fue fuertemente golpeado, cayendo 9.89% del trimestre previo, al trimestre en el cual se presentó el desastre. También se aprecia que el indicador empezó su recuperación en el trimestre inmediatamente posterior al huracán, creciendo 6.88% del cuarto trimestre de 2005 al primer trimestre de 2006. El comportamiento del indicador nacional de la actividad económica, fortalece el planteamiento de que la caída del indicador estatal fue ocasionada por el huracán Wilma, y no una coyuntura nacional, ya que, de acuerdo a la gráfica y teniendo en cuenta la alta correlación positiva entre ambas series, se aprecia cómo el primero continuó con la tendencia creciente posterior al desastre.

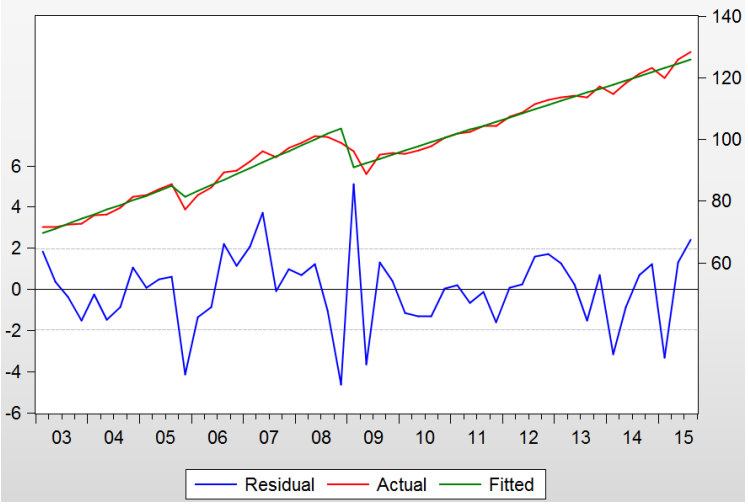
Gráfica 2: ITAEE desestacionalizado, Q.Roo, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica, México, 2003-2015 (base 2008=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Para determinar si el huracán Wilma está asociado a un cambio estadísticamente significativo en el comportamiento conjunto de la media y tendencia de la variable estatal, se realizó el test de cambio estructural de Bai-Perron de la serie estatal, presentado en la **Gráfica 3**. El test sugiere que la serie tuvo dos quiebres estructurales estadísticamente significativos a lo largo del período, el primero coincide con el huracán en el cuarto trimestre de 2005, y el segundo, en el primer trimestre de 2009.

Gráfica 3: ITAEE desestacionalizado, Test de cambio estructural, Q.Roo, 2003-2015



Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L globally determined breaks
Date: 08/26/16 Time: 17:22
Sample: 2003Q1 2015Q4
Included observations: 52
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05
Test statistics employ HAC covariances (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth) assuming common data distribution

Sequential F-statistic determined breaks:	2
Significant F-statistic largest breaks:	4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	112.7906	225.5812	11.47
1 vs. 2 *	17.33973	34.67945	12.95
2 vs. 3	4.360634	8.721268	14.03
3 vs. 4 *	15.83193	31.66385	14.85
4 vs. 5	2.632024	5.264048	15.29

* Significant at the 0.05 level
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Estimated break dates:
1: 2009Q2
2: 2005Q4, 2009Q1
3: 2005Q4, 2007Q3, 2009Q2
4: 2005Q4, 2007Q3, 2009Q2, 2013Q3
5: 2005Q4, 2007Q3, 2009Q2, 2011Q2, 2013Q3

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

De acuerdo a lo presentado, la evidencia sugiere que el huracán Wilma fue el causante del desplome del ITAEE. A continuación, de acuerdo al procedimiento descrito, se presentará un pronóstico para seguir con el análisis.

La **Gráfica 4** presenta la serie del ITAEE y su pronóstico lineal desde el cuarto trimestre de 2005 hasta el segundo trimestre de 2007, fecha en la que el valor observado es superior al valor pronosticado, y por lo tanto es el momento de la recuperación del indicador, es decir, el indicador fue menor respecto a lo pronosticado, aproximadamente 6 trimestres. Por otro lado, el impacto inicial del desastre se puede cuantificar como la diferencia entre el primer valor del indicador pronosticado (cuarto trimestre de 2005) y el valor del indicador observado para el mismo momento. Una caída de 9.56 puntos, equivalentes al 11.06%

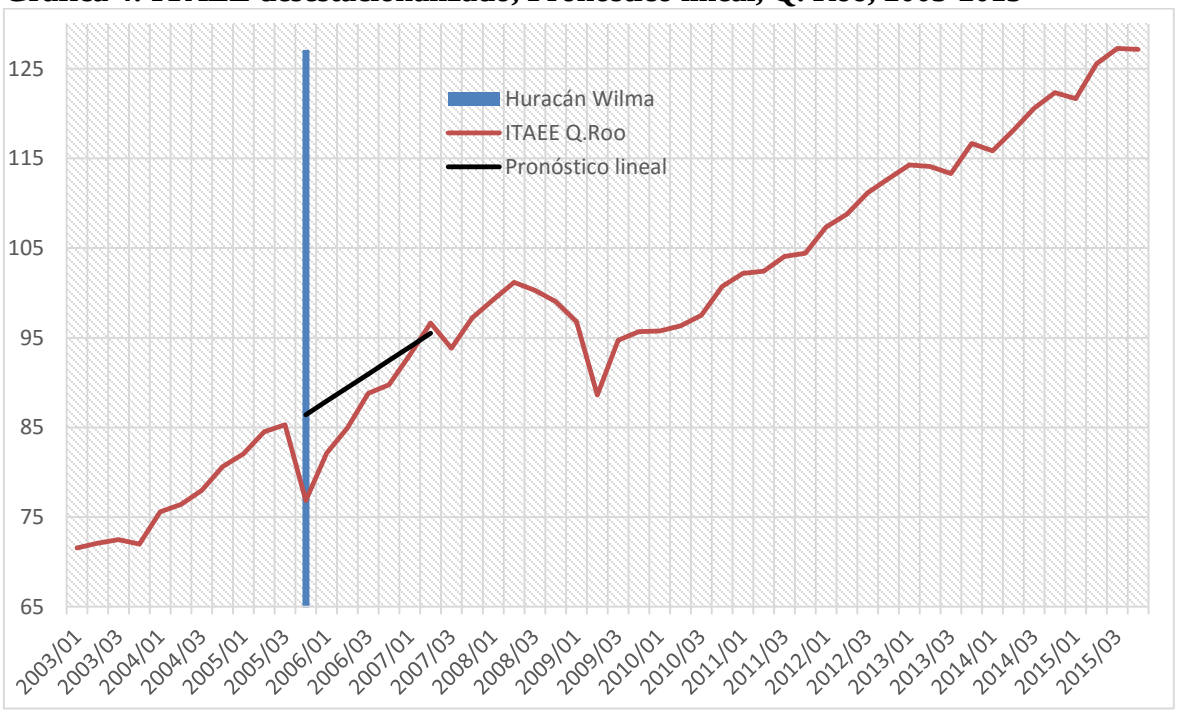
$$Impacto\ inicial = ITAEE^{pron}_{trim\ 4/05} - ITAEE^{obs}_{trim4/05} = 9.56\ (11.06\%)$$

Por último, se puede cuantificar el daño promedio trimestral sufrido por el indicador para los seis trimestres que fue golpeado:

$$\sum_{trim\ 4/05}^{trim\ 1/07} \frac{(ITAEE^{pron}_{trim\ 4/05} - ITAEE^{obs}_{trim\ 4/05})_t}{6} = 4.27$$

Lo que implica que el indicador estuvo por debajo del valor pronosticado en promedio 4.27 puntos, durante los 6 trimestres que se vio afectado.

Gráfica 4: ITAEE desestacionalizado, Pronóstico lineal, Q. Roo, 2003-2015

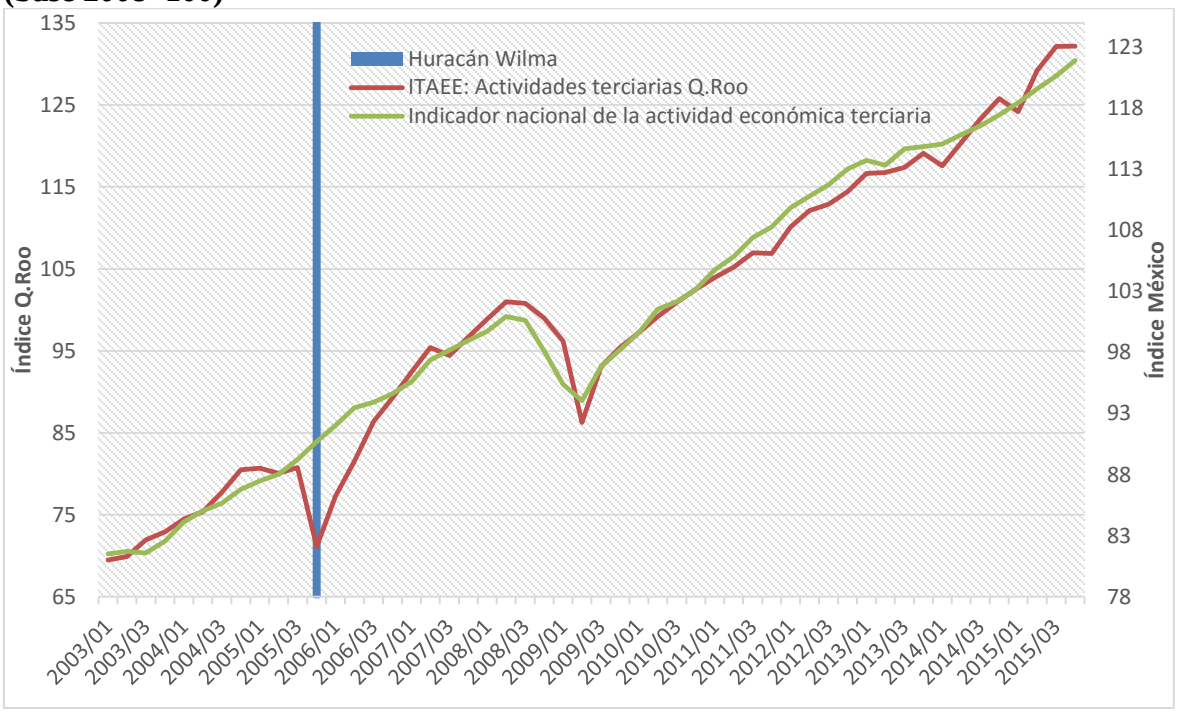


Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.1.3 Actividades económicas terciarias

Es de especial interés observar el comportamiento agregado de las actividades terciarias en la entidad debido a la fuerte dependencia de su economía con el turismo. Estas actividades, representaron en promedio 83.97% del PIB estatal para el período 2003-2014. La **Gráfica 5** muestra el comportamiento del indicador trimestral desestacionalizado de las actividades terciarias para Quintana Roo, y el indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica terciaria, para el período primer trimestre de 2003 al cuarto trimestre de 2015. Como se puede apreciar, las series tienen una alta correlación positiva, por lo que la fuerte caída del indicador en el cuarto trimestre de 2005 (11.95%) respaldan la hipótesis de un efecto causal y no casual, con el huracán Wilma.

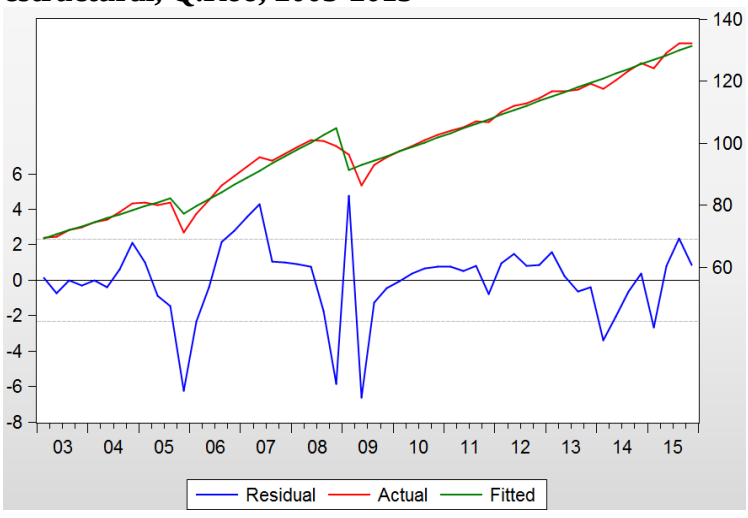
Gráfica 5: ITAEE desestacionalizado - actividades terciarias, Q.Roo, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica terciaria, México, 2003-2015 (base 2008=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 6** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron de la serie estatal, probando la estabilidad conjunta en los componentes de media y tendencia de la serie, con el fin de determinar un posible cambio de régimen a partir del huracán Wilma. El test permite establecer dos cambios estructurales estadísticamente significativos, uno de ellos ocurrido en el cuarto trimestre de 2005, coincidiendo con el desastre.

Gráfica 6: ITAEE desestacionalizado – actividades terciarias, Test de cambio estructural, Q.Roo, 2003-2015



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 22:57
Sample: 2003Q1 2015Q4
Included observations: 52
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	22.45038	44.90075	11.47
1 vs. 2 *	14.64575	29.29150	12.95
2 vs. 3	2.115530	4.231061	14.03

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009Q1	2005Q4
2	2005Q4	2009Q1

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Es posible argumentar, a partir de la evidencia presentada, que las actividades terciarias del estado de Quintana Roo se vieron afectadas por el paso del huracán Wilma. Siguiendo el procedimiento detallado antes, se prosigue a construir el pronóstico de la trayectoria esperada previa al huracán. La **Gráfica 7** enseña la misma serie de actividades terciarias y el pronóstico lineal para el período del cuarto trimestre de 2005 al cuarto trimestre de 2006, fecha para la cual, el valor pronosticado es inferior al valor observado, e indica el momento de su recuperación, en otras palabras, los valores observados estuvieron por debajo de lo que hubiera ocurrido en caso de seguir con la misma tendencia previa al huracán, un total de cuatro trimestres.

Por otro lado, el impacto inicial, que resulta de la diferencia entre el primer valor pronosticado y el respectivo valor observado, fue de 12.42 puntos:

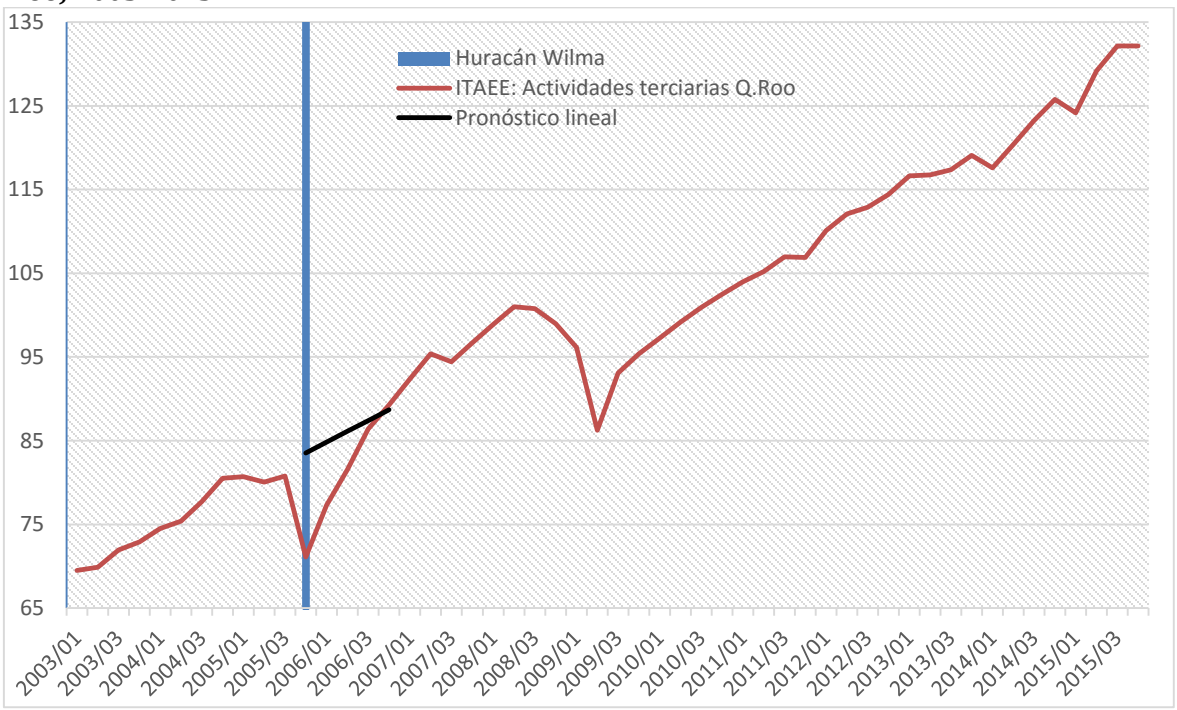
$$Impacto\ inicial = ITAEE_terc^{pron}_{trim\ 4/05} - ITAE_{terc}{}^{obs}_{trim4/05} = 12.42\ (14.87\%)$$

Por último, la caída promedio del indicador en el transcurso de los cuatro trimestres, fue de 6.39 puntos:

$$\sum_{trim\ 4/05}^{trim\ 3/06} \frac{(ITAEE_terc^{pron} - ITAEE_terc^{obs})_t}{4} = 6.39$$

Lo que implica que los valores observados del indicador de las actividades terciarias, en promedio, estuvieron aproximadamente 6.39 puntos por debajo de los valores esperados previos al huracán, en el transcurso cuatro trimestres.

Gráfica 7: ITAEE desestacionalizado – actividades terciarias, Pronóstico lineal, Q. Roo, 2003-2015



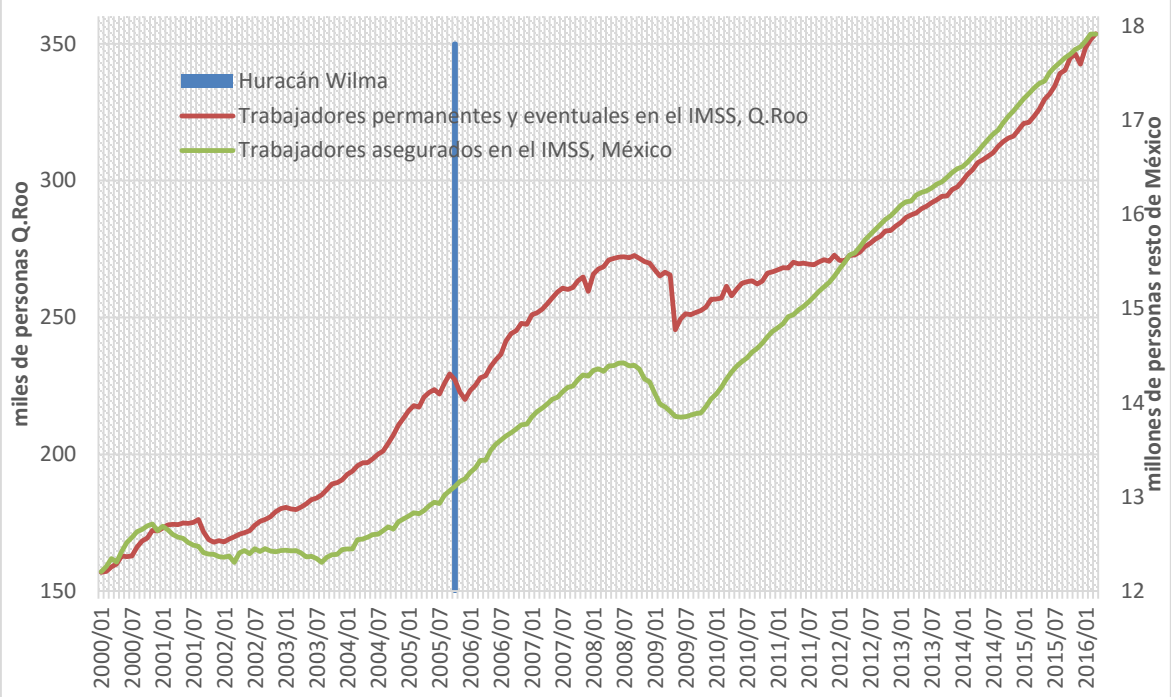
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.1.4 Empleo formal

La **Gráfica 8** muestra la evolución mensual de las series desestacionalizadas de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS del estado de Quintana Roo (en miles de personas) y del resto de México (en millones de personas), para el período enero de 2000 a marzo de 2016; también señala en azul la fecha en que golpeó el huracán: octubre de 2005. Para ambas series se puede apreciar una tendencia creciente a lo largo de todo el período. La gráfica permite identificar que hubo una caída atípica en el número de trabajadores asegurados en el estado a partir del mes del huracán, disminuyendo 4.05% desde septiembre a diciembre de 2005. Se observa también que, a partir de enero de 2006, la serie comenzó su recuperación.

El comportamiento creciente y suavizado, entre octubre y diciembre de 2005 de la serie nacional, con aumentos mensuales del 0.34%, 0.43%, 0.20%, sugiere que la caída en el número de trabajadores asegurados en el estado de Quintana Roo fue un efecto causal del huracán Wilma.

Gráfica 8: Series desestacionalizadas del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Q.Roo y resto de México, 2000-2016

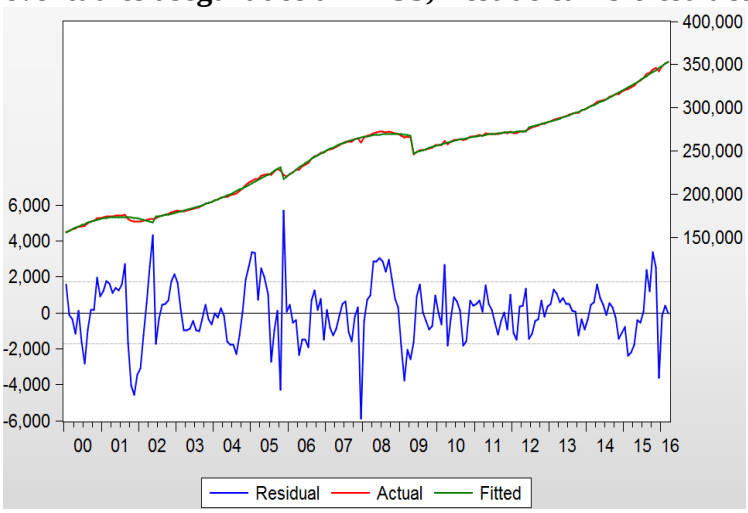


Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

Para determinar si el número de trabajadores presentó un cambio de régimen que coincidiera con el mes en que impactó el huracán, la **Gráfica 9** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron, que prueba la estabilidad conjunta de los componentes de media, tendencia y tendencia al cuadrado, ésta última incorporada para tratar de capturar las curvaturas de la serie. De acuerdo al test, la serie exhibió cuatro cambios estructurales estadísticamente significativos, uno de ellos en noviembre de 2005.

La estimación de los quiebres, mostrada en la serie verde, indica que, en el régimen previo al desastre (junio de 2002 a octubre de 2005), la serie tenía un comportamiento de crecimiento exponencial; y en el régimen posterior al desastre (noviembre de 2005 a abril de 2009) un crecimiento logarítmico.

Gráfica 9: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Test de cambio estructural, Q. Roo, 2000-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L globally determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 02:26
Sample: 2000M01 2016M03
Included observations: 195
Breakpoint variables: C @TREND TREND2
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:	4
Significant F-statistic largest breaks:	4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	462.9510	1388.853	13.98
1 vs. 2 *	22.13852	66.41556	15.72
2 vs. 3 *	45.40025	136.2007	16.83
3 vs. 4 *	58.66868	176.0060	17.61
4 vs. 5	0.000000	0.000000	18.14

* Significant at the 0.05 level
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Estimated break dates:
1: 2008M01
2: 2005M11, 2009M05
3: 2002M06, 2005M11, 2009M05
4: 2002M06, 2005M11, 2009M05, 2012M06
5: 2002M06, 2005M11, 2008M08, 2011M01, 2013M06

Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

La evidencia presentada sugiere que el huracán Wilma fue el responsable de la caída en el número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados en el IMSS. A continuación se procede con la construcción del pronóstico.

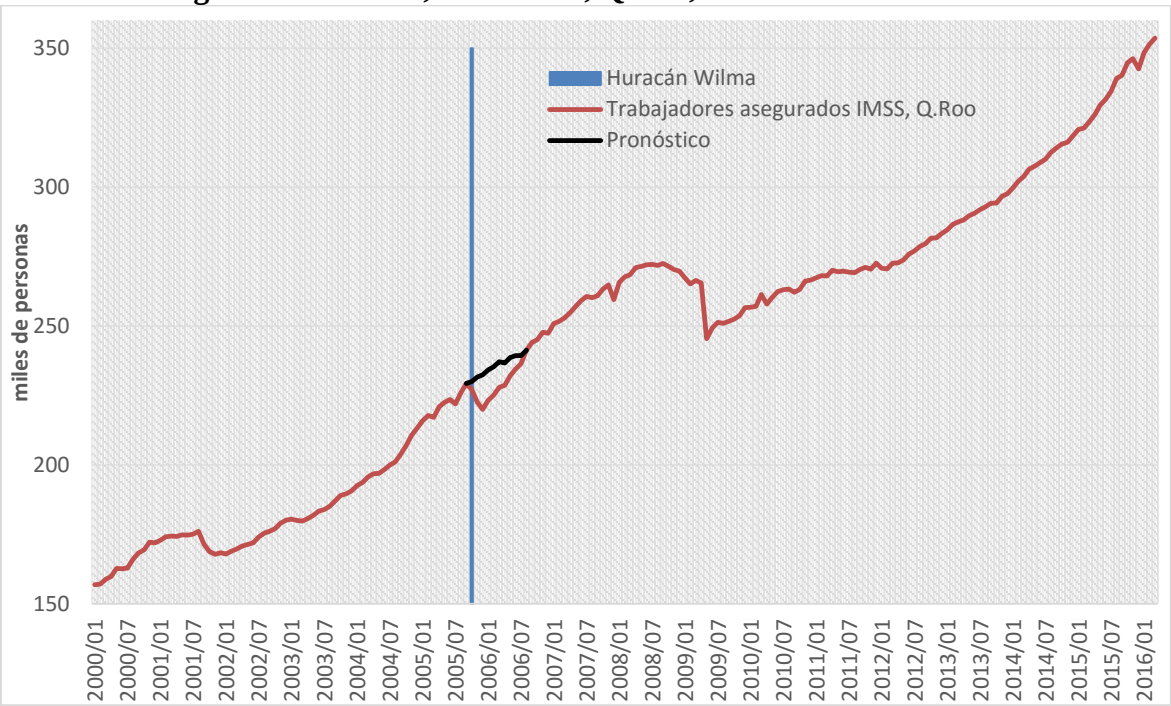
La **Gráfica 10** presenta un pronóstico de la variable para el período octubre de 2005 a julio de 2006. Su construcción se realizó en logaritmo con el fin de suavizar la serie, tomando como variables exógenas componentes de tendencia con potencias de orden del 1 al 4, además del indicador nacional en niveles. Se presenta dicho período porque el valor pronosticado de agosto de 2006 es inferior al valor observado. De acuerdo a lo anterior, agosto de 2006 corresponde al momento de recuperación del indicador, e implica que los valores observados estuvieron por debajo de los pronosticados un total de 10 meses. Por otro lado, a partir del pronóstico se puede establecer que, como impacto inicial del huracán, se perdieron 2833 empleos formales:

$$Impacto\ inicial = trab.asegurados\ al\ IMSS^{pron}_{oct/05} - trab.asegurados\ al\ IMSS^{obs}_{oct/05}$$
$$= 2833\ (1.23\%)$$

Por último, el número de empleos formales perdidos en promedio cada mes, durante los 10 meses en que se vio afectada la variable, fue de 7713:

$$\sum_{oct/05}^{jul/06} \frac{(Trab.asegurados\ al\ IMSS^{pron} - Trab.asegurados\ al\ IMSS^{obs})_t}{10} = 7713$$

Gráfica 10: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Pronóstico, Q.Roo, 2000-2016

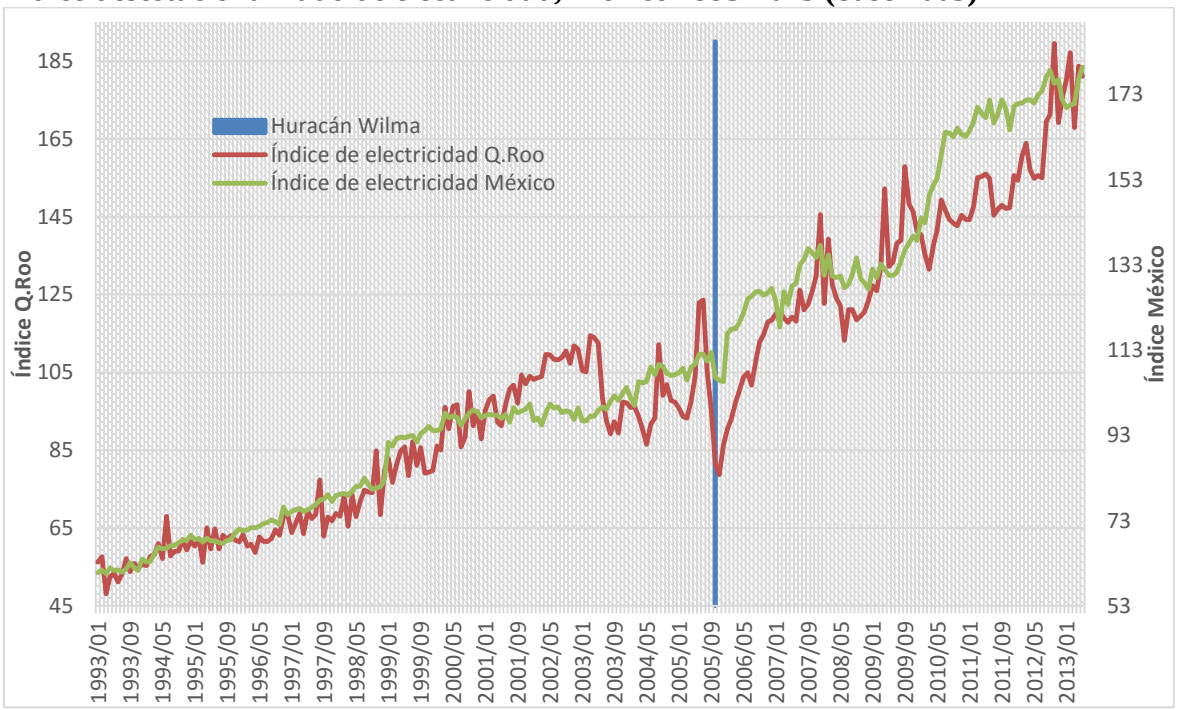


Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

4.1.5 Electricidad

La **Gráfica 11** muestra la evolución mensual de los indicadores estatal y nacional de electricidad desestacionalizados para el período enero de 1993 a mayo de 2013. En ella se observa una caída en ambas series en los meses posteriores al desastre, sin embargo, las caídas experimentadas en el indicador estatal son mucho más pronunciadas que las de la nacional: 14.66% y 3.34% en octubre y noviembre para la serie estatal, frente a 5.16% 0.74% en los mismos meses en la serie nacional.

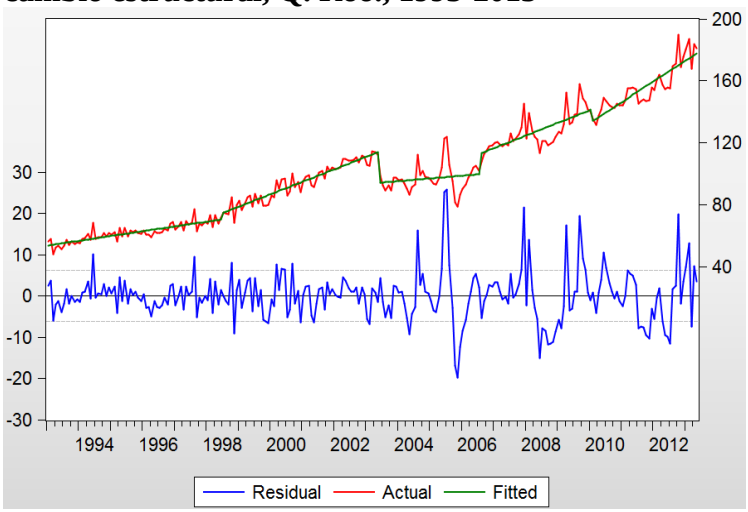
Gráfica 11: Indicador estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Q. Roo, e índice desestacionalizado de electricidad, México 1993-2013 (base 2003)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 12** reporta el test de cambio estructural de Bai-Perron para la serie desestacionalizada de electricidad. De acuerdo a éste, no hubo un cambio de régimen estadísticamente significativo para la variable, que coincidiera con el huracán.

Gráfica 12: Indicador estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Test de cambio estructural, Q. Roo., 1993-2013



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 02:36
Sample: 1993M01 2013M05
Included observations: 245
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	117.9950	235.9900	11.47
1 vs. 2 *	19.25590	38.51179	12.95
2 vs. 3 *	16.42236	32.84472	14.03
3 vs. 4 *	10.13047	20.26094	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2003M07	1998M07
2	1998M07	2003M06
3	2006M08	2006M08
4	2010M02	2010M02

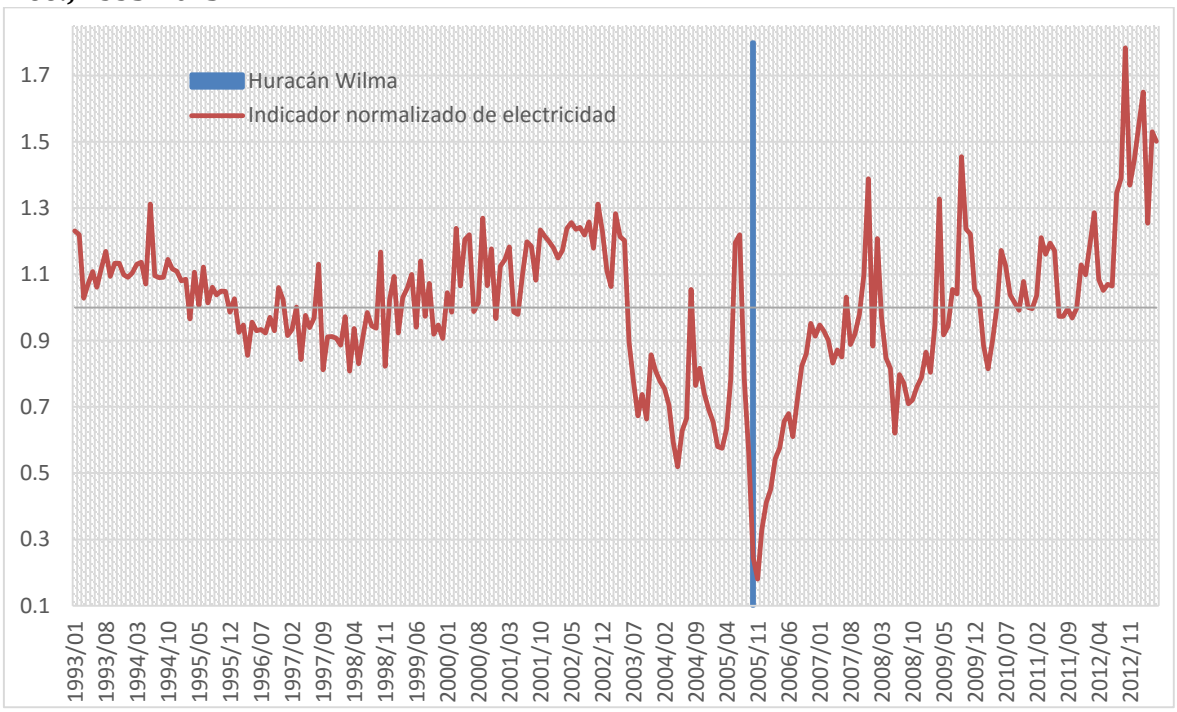
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Si bien la serie no presentó un cambio estructural, es posible analizar la caída de la misma. La **Gráfica 13** presenta la serie sin tendencia y normalizada, mes a mes, para el mismo período. Esta normalización es el cociente entre cada valor y el promedio del mes

correspondiente a lo largo del período. Por lo tanto, un valor menor (mayor) a 1, indica que en ese mes el índice reportó un valor inferior (superior) al promedio del mismo mes para todo el período.

Se destaca en la gráfica, que el índice empezó su caída en agosto de 2005, cuyo valor fue inferior a 1 (0.79), y llegó al mínimo observado durante todo el período analizado, en noviembre de 2005, el mes posterior al huracán, siendo éste, aproximadamente 5.55 (1/0.18) veces menor al valor promedio registrado en todos los meses de noviembre del período. También se puede resaltar que, a partir de noviembre de 2005, el índice empezó una constante recuperación, llegando a valores cercanos a la unidad, en noviembre de 2006 (0.95).

Gráfica 13: Índice de electricidad desestacionalizado, normalizado y sin tendencia, Q. Roo., 1993-2013

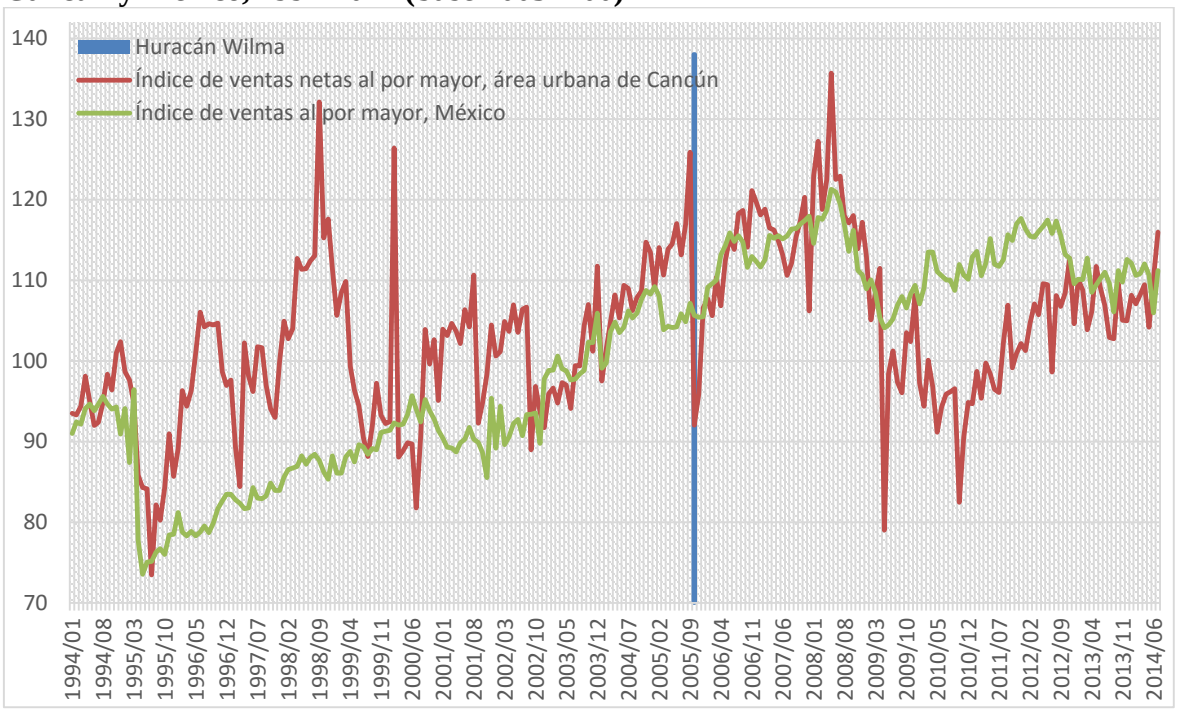


Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.1.6 Ventas al por mayor

La **Gráfica 14** reporta en rojo, el índice desestacionalizado de ventas al por mayor para el área urbana de Cancún, y en verde, el mismo índice para el agregado nacional, cubriendo el período enero de 1994 a julio de 2014. El huracán ocurrido el mes de octubre de 2005 está representado por la barra azul. Se puede observar en la serie urbana una fuerte caída (26.90%) en el mismo mes en que golpeó el huracán en comparación al mes anterior, lo que hace pensar de un efecto causal del desastre sobre las ventas al mayoreo, más, teniendo en cuenta que, para la misma fecha, la caída experimentada por la serie nacional fue de tan solo 1.42%.

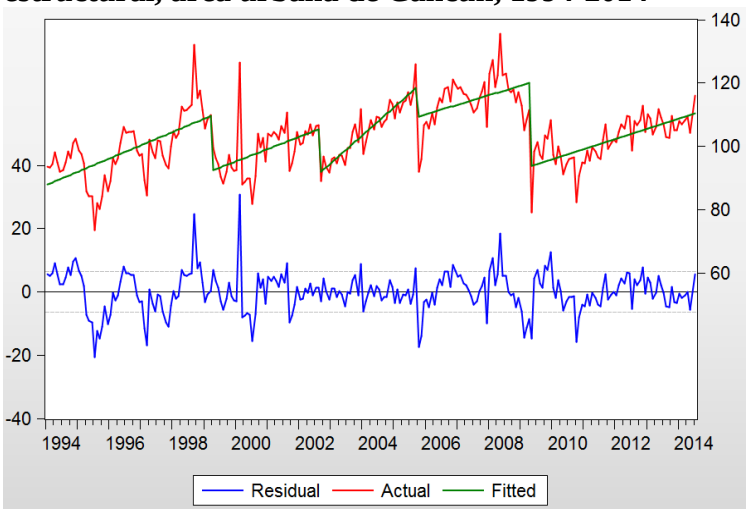
Gráfica 14: Índices desestacionalizados de ventas al por mayor, área urbana de Cancún y México, 1994-2014 (base 2003=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 15** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron del índice de ventas al por mayor. De acuerdo a éste, la serie presentó cuatro cambios estructurales, y uno de ellos sucedió en el mismo mes del huracán, es decir, en octubre de 2005.

Gráfica 15: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Test de cambio estructural, área urbana de Cancún, 1994-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L globally determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 02:41
Sample: 1994M01 2014M07
Included observations: 247
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:	2
Significant F-statistic largest breaks:	4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	65.42996	130.8599	11.47
1 vs. 2 *	32.63359	65.26719	12.95
2 vs. 3	4.037548	8.075095	14.03
3 vs. 4 *	10.21043	20.42086	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Estimated break dates:
1: 2009M05
2: 1999M04, 2009M05
3: 1999M04, 2002M09, 2009M02
4: 1999M04, 2002M09, 2005M10, 2009M05
5: 1997M12, 2001M01, 2004M03, 2008M01, 2011M02

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La evidencia presentada apunta a que, el huracán Wilma tuvo un impacto negativo sobre el indicador de ventas al por mayor en el área urbana de Cancún. Falta entonces caracterizar los efectos, procediendo a calcular el impacto inicial, el tiempo en que tardó en recuperarse,

y el impacto total. Para esto es necesario construir un pronóstico a partir de los valores previos al huracán y contrastarlo con los valores observados. La **Gráfica 16** muestra en color negro el pronóstico de la serie, para el período en que los valores predichos son mayores a los valores observados. Para su construcción, se suavizó la serie con el logaritmo y se ajustó con un modelo $ARMAX(1,1)$, incluyendo el indicador nacional en niveles.

El impacto inicial está determinado por la diferencia entre el primer valor pronosticado y su correspondiente valor observado:

$$\begin{aligned} Impacto\ inicial \\ &= Índice\ de\ ventas\ al\ por\ mayor_{oct/05}^{pron} \\ &- Índice\ de\ ventas\ al\ por\ mayor_{oct/05}^{obs} = 26.9\ (22.62\%) \end{aligned}$$

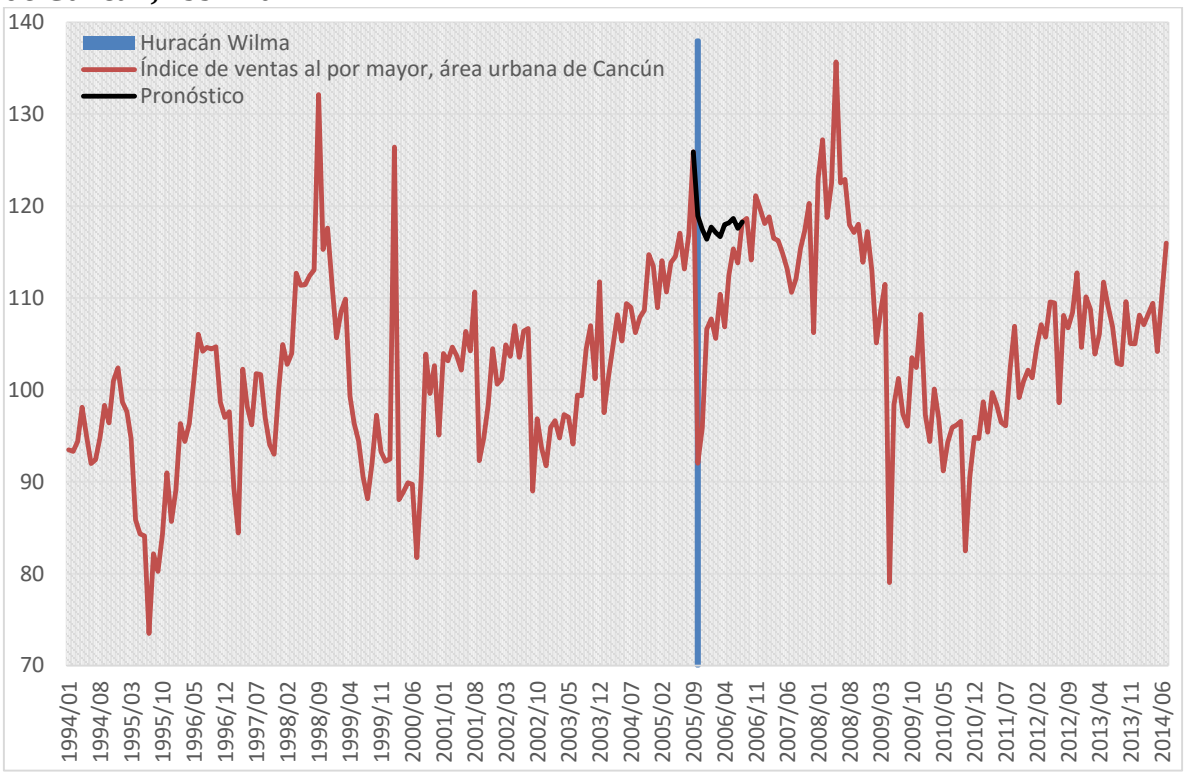
Después de este primer impacto en octubre de 2005, la serie empezó un importante crecimiento, tal que, para agosto de 2006, el valor observado fue superior al valor pronosticado, lo que explica que el pronóstico se hiciera hasta el mes de julio del mismo año. Dicho de otra manera, la serie necesitó un total de 11 meses para retornar al valor pronosticado.

Finalmente, la cuantía total del impacto del huracán sobre el indicador puede establecerse en un daño promedio mensual para los 10 meses en que fue inferior el valor observado al pronosticado:

$$\sum_{oct/05}^{jul/06} \frac{(Índice\ de\ ventas\ al\ por\ mayor^{pron} - Índice\ de\ ventas\ al\ por\ mayor^{obs})_t}{10} = 11$$

Sugiriendo que el índice en los 10 meses posteriores al huracán perdiera en promedio 11 puntos cada mes, aproximadamente, respecto a los valores esperados sin el desastre.

Gráfica 16: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Pronóstico, área urbana de Cancún, 1994-2014

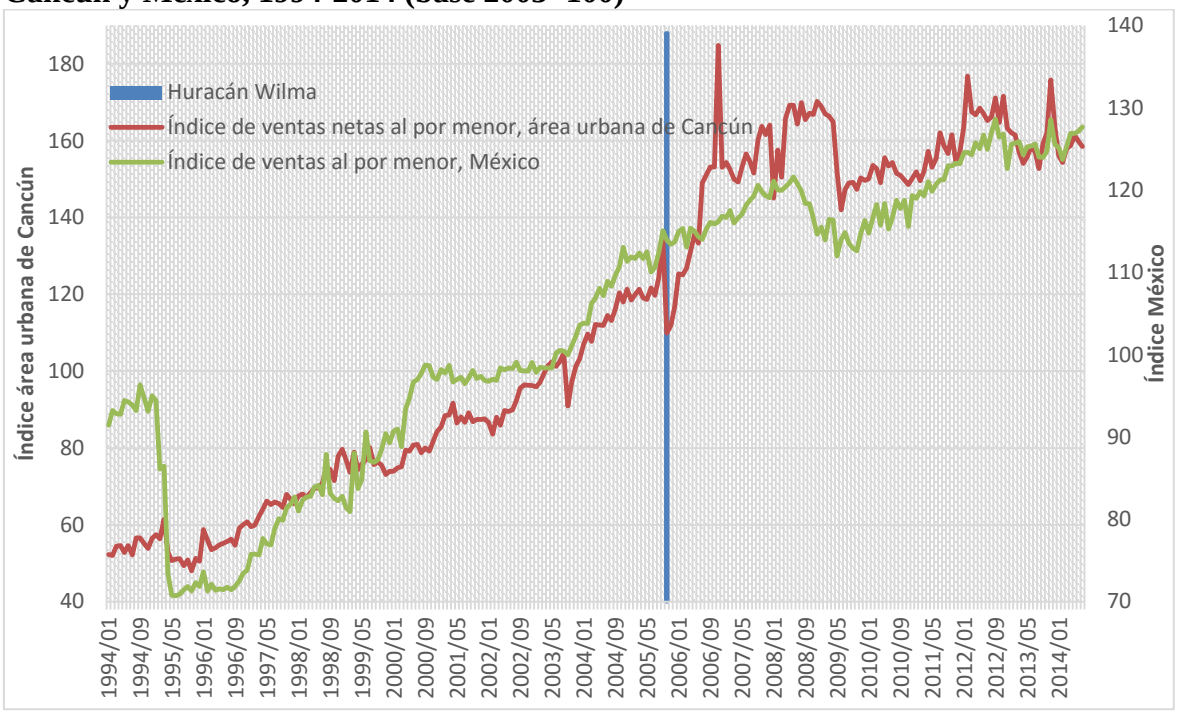


Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.1.7 Ventas al por menor

La información correspondiente al índice de ventas al por menor del área urbana de Cancún y el agregado nacional, cubre el período enero de 1994 a julio de 2014. La **Gráfica 17** reporta la evolución de ambos índices desestacionalizados, evidenciando una atípica caída en la serie de Cancún en el mes que azotó el huracán (i.e. octubre de 2005), respecto al mes anterior (18.15%), mucho mayor a la variación que experimentó la serie nacional entre ambos meses (-0.98%).

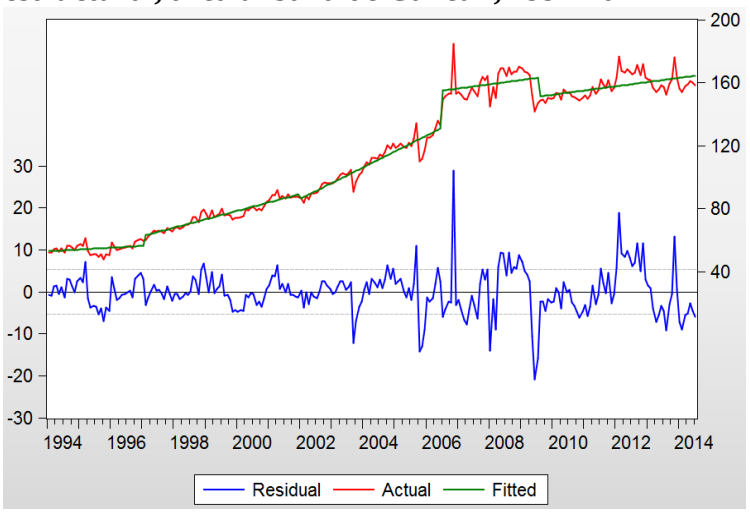
Gráfica 17: Índices desestacionalizados de ventas al por menor, área urbana de Cancún y México, 1994-2014 (base 2003=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Para determinar si el índice de ventas al por menor presentó un cambio de régimen a partir del mes en que fue golpeado por el huracán, la **Gráfica 18** muestra el test de cambio estructural de Bai-Perron. De acuerdo al test, la serie experimentó cuatro quiebres estructurales estadísticamente significativos a lo largo del período analizado, ninguno de ellos asociados al huracán Wilma.

Gráfica 18: Índice desestacionalizado de ventas al por menor, Test de cambio estructural, área urbana de Cancún, 1994-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 02:47
Sample: 1994M01 2014M07
Included observations: 247
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	272.7737	545.5475	11.47
1 vs. 2 *	30.84837	61.69674	12.95
2 vs. 3 *	16.07736	32.15473	14.03
3 vs. 4 *	8.743256	17.48651	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

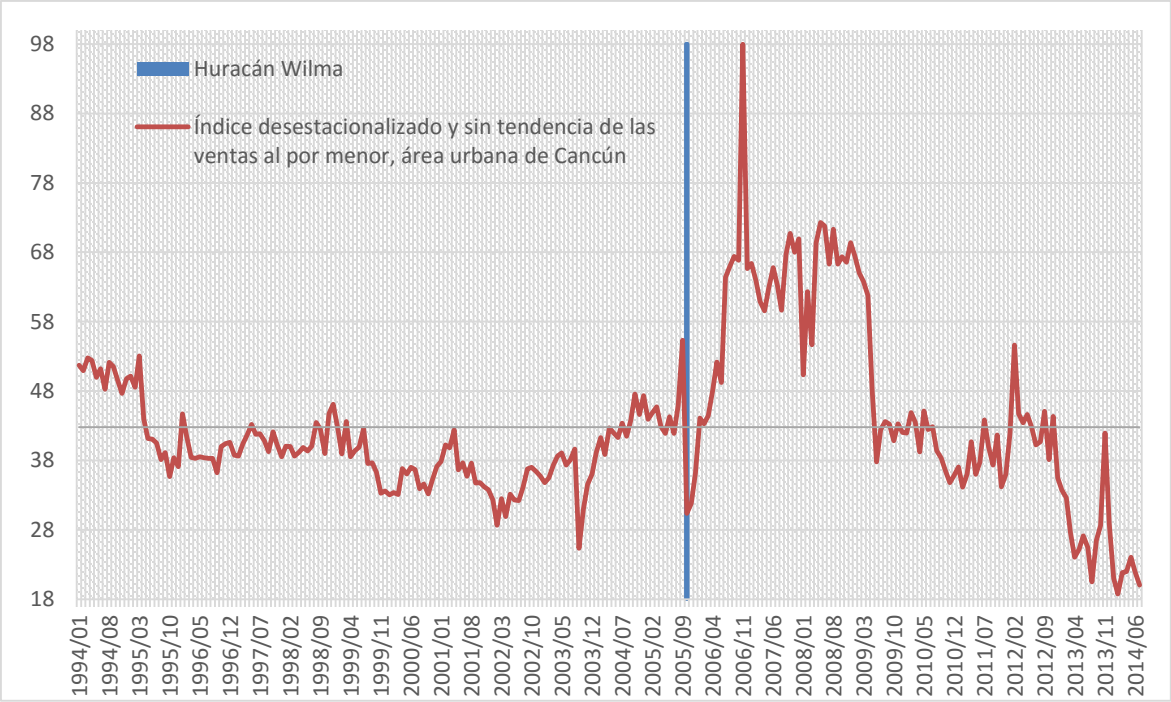
Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2006M07	1997M02
2	2002M01	2002M01
3	2009M08	2006M07
4	1997M02	2009M08

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 19** reporta el índice de ventas al por menor desestacionalizado y sin tendencia, para el área urbana de Cancún, señalando en gris la media de la serie (42.79) como valor de referencia. Se puede observar que, aunque no se evidencia un quiebre estructural estadísticamente significativo a partir del huracán, los valores de octubre, noviembre y diciembre de 2005 se vieron afectados, ya que presentaron valores menores a la media (30.36, 31.78 y 36.18 respectivamente), siendo los únicos valores inferiores a 40 en el período abril de 2004 a mayo de 2009.

Gráfica 19: Índice desestacionalizado y sin tendencia de ventas al por menor, área urbana de Cancún, 1994-2014

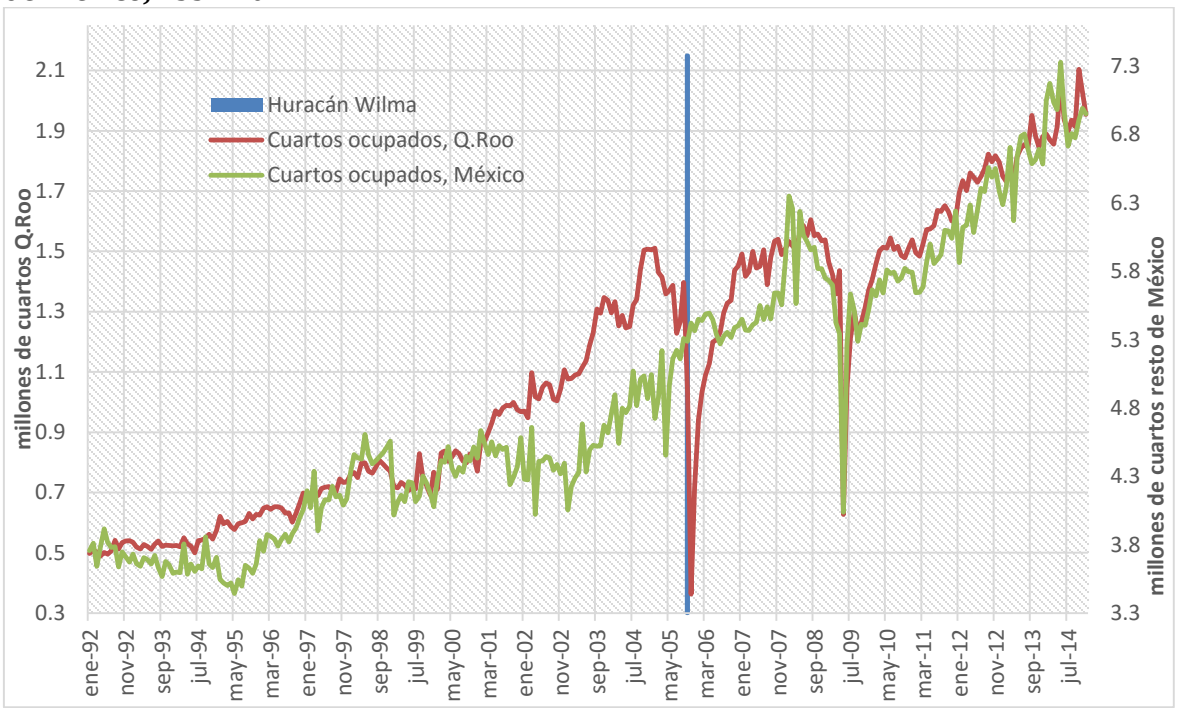


Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.1.8 Actividad hotelera

La actividad hotelera está capturada por el número de cuartos ocupados en Quintana Roo y en el resto del país, que cubren el período de enero de 1992 a diciembre de 2014. La **Gráfica 20** presenta la evolución de las dos series desestacionalizadas, y revela dos fuertes caídas consecutivas en los meses de octubre y noviembre de 2005, del 27.16% y 68.13% respectivamente, llegando en noviembre a su mínimo valor de todo el período analizado Por otro lado, el número de cuartos ocupados en el resto del país, exhibe un comportamiento relativamente estable, que sugiere que la caída evidenciada en la serie estatal, es provocada efectivamente por el huracán.

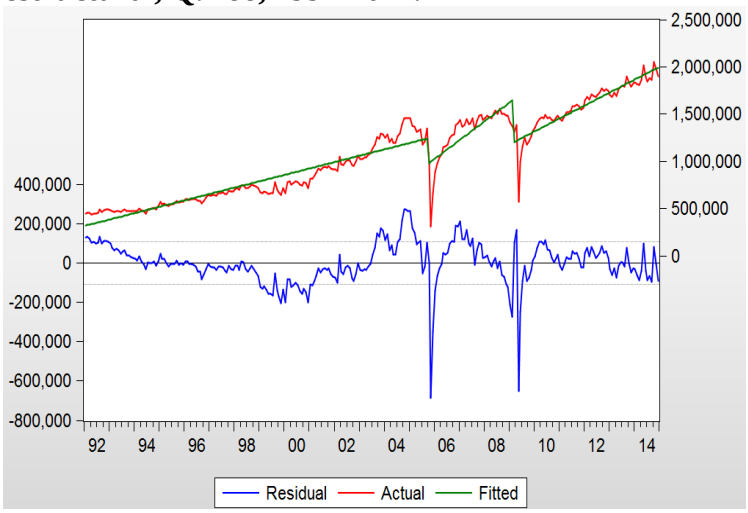
Gráfica 20: Series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados, Q.Roo y resto de México, 1992-2014



Fuente: Elaboración propia con datos de datatur de la SECTUR

La **Gráfica 21** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron de la serie estatal. Se observa que la variable presentó dos cambios de régimen estadísticamente significativos, de los cuales uno de ellos coincidió con el mes del huracán.

Gráfica 21: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Test de cambio estructural, Q.Roo, 1992-2014.



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 02:53
Sample: 1992M01 2014M12
Included observations: 276
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 2, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	37.84658	75.69316	11.47
1 vs. 2 *	24.01903	48.03806	12.95

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009M05	2005M10
2	2005M10	2009M03

Fuente: Elaboración propia con datos de datatur de la SECTUR

La evidencia presentada apunta a que el huracán fue el causante de la fuerte caída del indicador, hasta tal punto de provocar un quiebre estructural. Se dispone, de acuerdo al

procedimiento descrito, a realizar un pronóstico, necesario para la estimación del impacto inicial, el tiempo de recuperación y el daño total ocasionado en la variable.

La **Gráfica 22** reporta en rojo, la serie desestacionalizada de cuartos ocupados, y en negro, el pronóstico de la misma para el período octubre 2005 a diciembre de 2006. El pronóstico se construyó a partir del logaritmo de la serie y el modelo ajustado es un $ARIMAX(0,1,1)$, incluyendo como variable exógena la serie de primeras diferencias del logaritmo del indicador nacional. Se reporta estrictamente dicho período, debido a que, para enero de 2007, el valor observado fue superior al valor pronosticado, lo que se puede interpretar como el momento de recuperación de la variable, es decir, desde que fue afectada por el huracán Wilma, la variable tardó 16 meses en alcanzar el valor aproximado que debería presentar, de no haber ocurrido el desastre.

El impacto inicial se halla contrastando el primer valor pronosticado (octubre de 2005), con su respectivo valor observado, siendo de 333,165 cuartos, representando una caída de 25.36%:

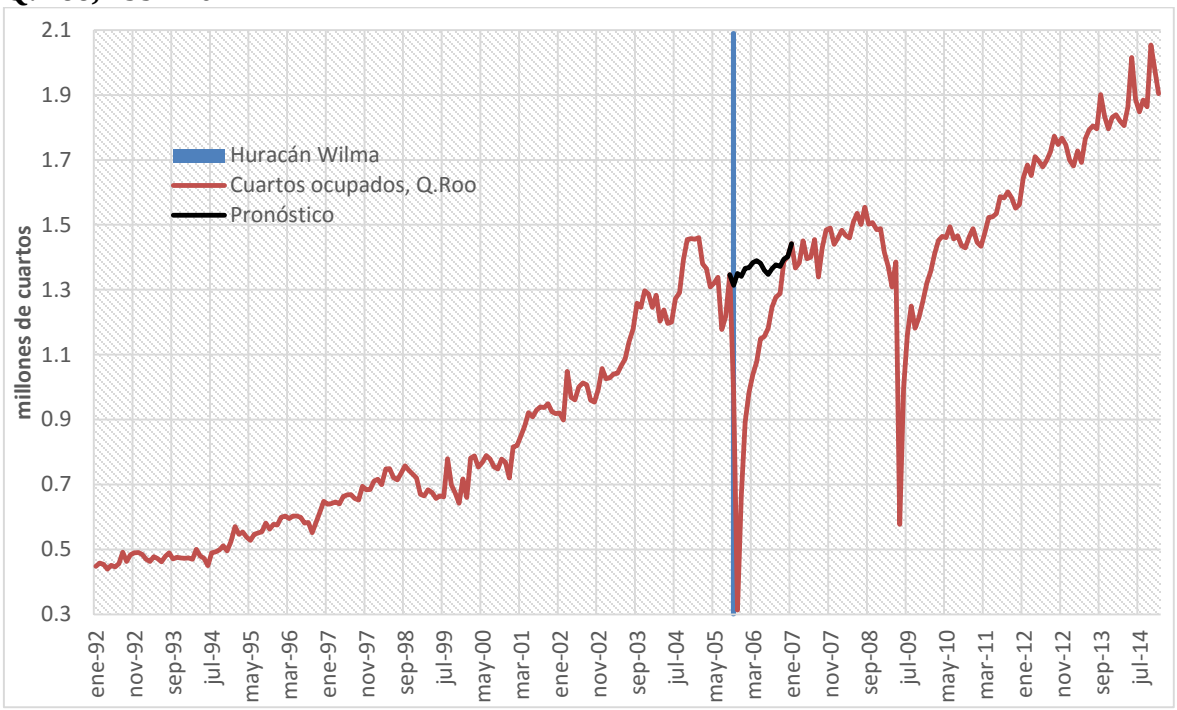
$$Impacto\ inicial = \#\ Cuartos\ ocupados_{oct/05}^{pron} - \#\ Cuartos\ ocupados_{oct/05}^{obs} = 333{,}165$$

Por último, la pérdida promedio mensual sufrida por la variable a consecuencia del impacto del huracán Wilma, está determinada por el promedio de las diferencias entre los valores pronosticados y los valores observados a lo largo de los 15 meses en los que se afectó la variable:

$$\sum_{oct/05}^{dic/06} \frac{(\#Cuartos\ ocupados^{pron} - \#Cuartos\ ocupados^{obs})_t}{15} = 298{,}235$$

El número de cuartos ocupados en éstos 15 meses, registró una contracción mensual promedio de 298,235 en relación a lo esperado sin la catástrofe, representando un poco más del 21.81% de la ocupación esperada.

Gráfica 22: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Pronóstico, Q.Roo, 1992-2014



Fuente: Elaboración propia con datos de datatur de la SECTUR

4.1.9 Síntesis de hallazgos

Indicadores que presentaron cambio estructural	Impacto inicial	Tiempo de recuperación	Daño promedio mensual/trimestral
ITAEE	9.56 (11.06%)	7 trimestres	4.27
ITAEE-actividades terciarias	12.42 (14.87%)	5 trimestres	6.39
Trabajadores asegurados al IMSS	2,833 (1.23%)	11 meses	7,713
Índice de ventas al por mayor	26.9 (22.62%)	11 meses	11
Cuartos ocupados	333,165 (25.36%)	16 meses	298,235
Indicadores que no presentaron cambio estructural	**Variaciones tras el desastre: regional vs nacional**		
Índice de electricidad	-14.50% y -3.71% vs -5.16% y -0.74% en octubre y noviembre de 2005		
Índice de ventas al por menor	-18.15% vs -0.98% en octubre de 2005		

Fuente: Elaboración propia

4.2 Impacto de la inundación de 2007 sobre el área urbana de Villahermosa y el estado de Tabasco

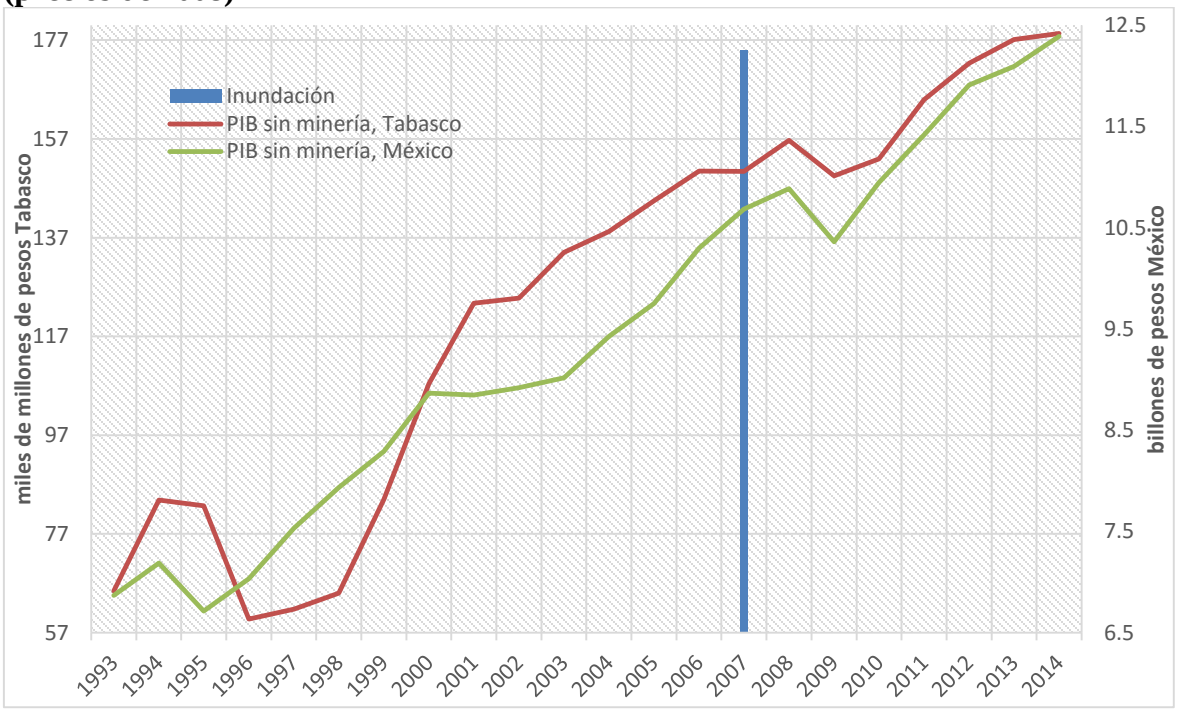
Para analizar los efectos de la inundación en la zona metropolitana de Villahermosa, y el estado de Tabasco, ocurrida entre el 28 de octubre y el 15 de diciembre de 2007, se excluyeron las actividades mineras para el caso del PIB estatal y nacional (así como para realizar el cálculo de las participaciones de las demás actividades), y el indicador nacional de la actividad económica; y las actividades petroleras en el estudio del ITAEE.

4.2.1 Producto Interno Bruto

La **Gráfica 23** reporta la evolución del PIB real anual para México (en verde) y el estado de Tabasco (en rojo), para el período de 1993-2014, a precios de 2008. La inundación sucedida en 2007 está representada por la barra azul.

Como puede observarse, en el 2007 el indicador estatal se mantuvo casi inalterado, con una variación del -0.039% respecto al año anterior (a diferencia de la serie nacional que creció 3.73%), después de un continuo crecimiento durante el período 1996-2006. Parte de esta desaceleración en el crecimiento se puede explicar por la caída del 20.81% experimentada en la actividad de la construcción, considerando que fue la tercera actividad que más aportó al PIB en 2007, con una participación de 10.07%, después de las actividades del comercio (18.19%), y los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (16.53%), que tuvieron un crecimiento de 1.60% y 9.97% respectivamente, y que, junto al subsector de la fabricación de productos derivados del petróleo y carbón; industria química; industria del plástico y del hule, que aportó 9.49% y creció 4.87%, mitigaron la brusca caída en la construcción, que fue la más fuerte registrada en todas las actividades realizadas en la entidad en ese año.

Gráfica 23: PIB excluyendo la actividad minera, Tabasco y México, 1993-2014 (precios de 2008)

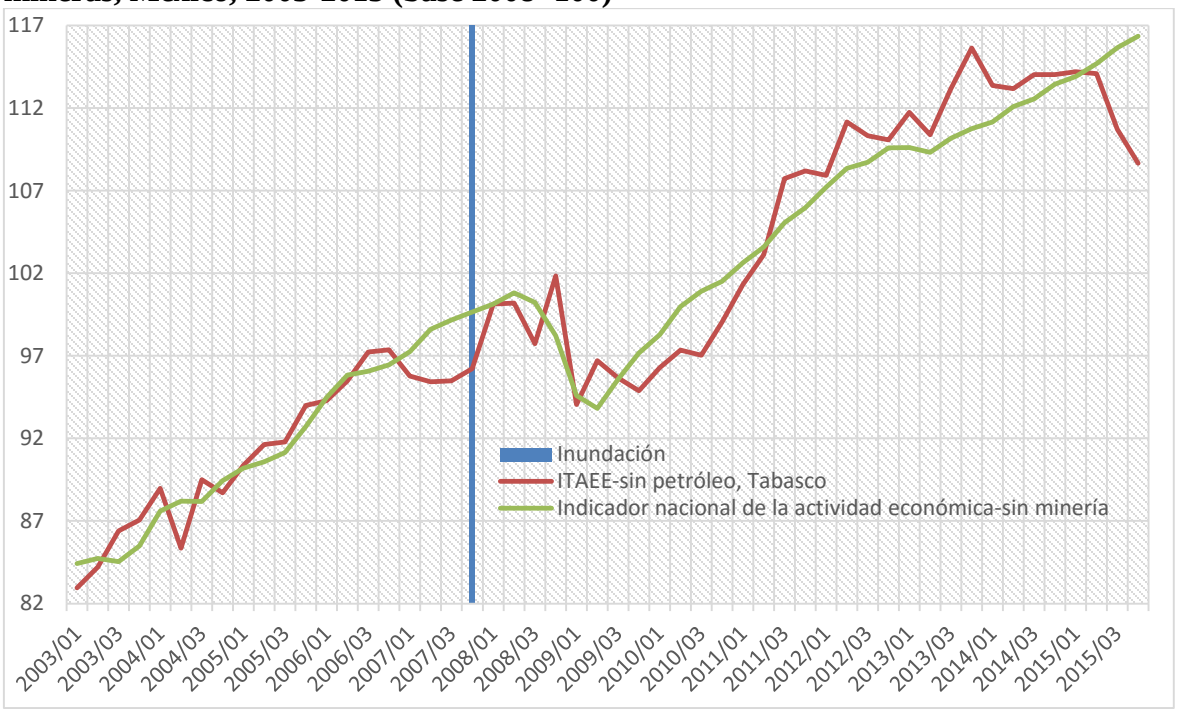


Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.2.2 Actividad económica

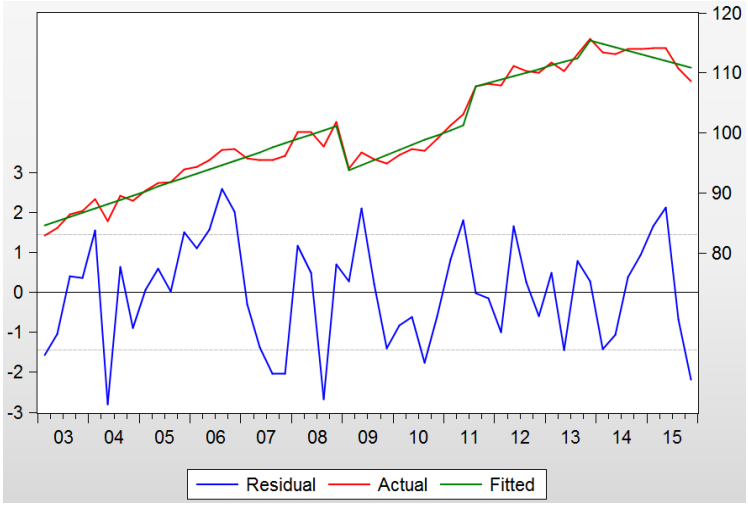
Para ampliar el análisis del panorama global de la economía en el estado de Tabasco, se presenta en la **Gráfica 24**, de rojo, la evolución del índice trimestral desestacionalizado de la actividad económica de la entidad, ITAEE, y verde, el indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica (excluyendo la actividad minera), para el período primer trimestre de 2003 al cuarto trimestre de 2015. La inundación ocurrida durante el cuarto trimestre de 2007 está señalada en color azul. Se puede observar que ambos indicadores exhibieron en general una tendencia creciente a lo largo del período cubierto, aunque el indicador nacional tuvo un crecimiento mucho más estable. A simple vista, se puede decir que el indicador estatal no presentó una variación atípica que coincidiera con el desastre, creciendo un 0.76% respecto al trimestre inmediatamente anterior (i.e. tercer trimestre de 2007), y menos, un quiebre en media o en tendencia que se pudiera relacionar con el evento. Este planteamiento se confirma mediante el test de cambio estructural de Bai-Perron reportado en la **Gráfica 25**, el cual detecta tres cambios de régimen estadísticamente significativos que no coinciden temporalmente con el desastre.

Gráfica 24: ITAEE desestacionalizado – actividades no petroleras, Tabasco, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica – actividades no mineras, México, 2003-2015 (base 2008=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Gráfica 25: ITAEE desestacionalizado – actividades no petroleras, Test de cambio estructural, Tabasco, 2003-2015



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 11:46
Sample: 2003Q1 2015Q4
Included observations: 52
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 3

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	13.61768	27.23537	11.47
1 vs. 2 *	26.14563	52.29126	12.95
2 vs. 3 *	11.89645	23.79290	14.03
3 vs. 4	6.360276	12.72055	14.85

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2011Q3	2009Q1
2	2009Q1	2011Q3
3	2013Q4	2013Q4

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

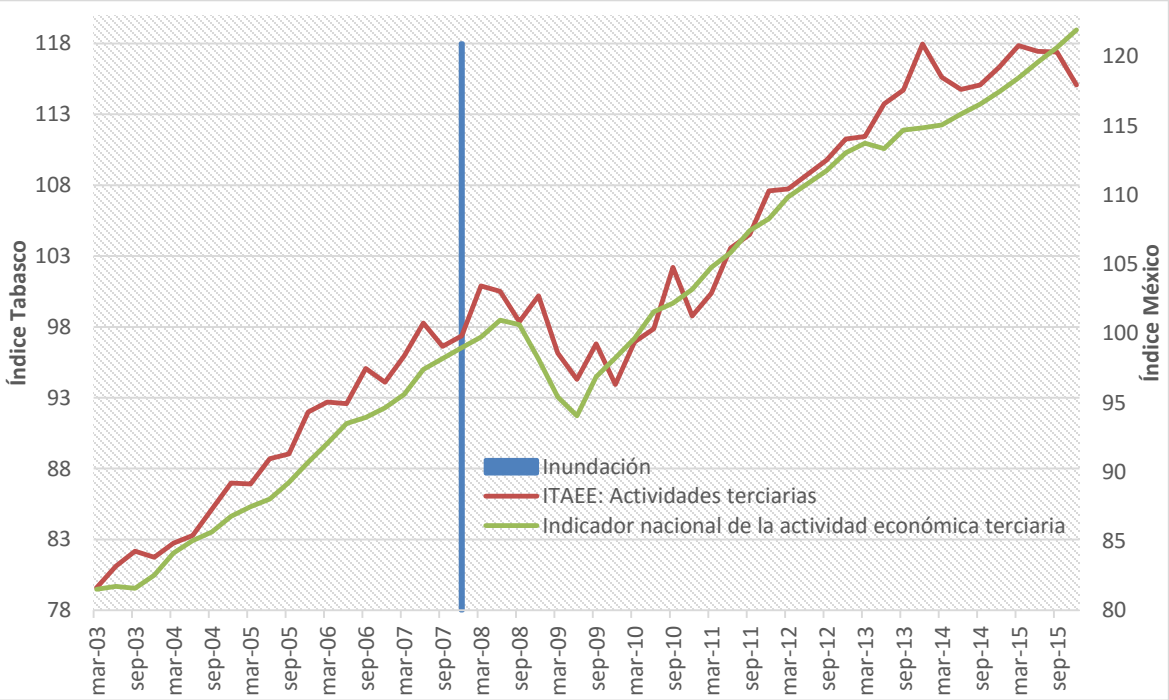
4.2.3 Actividades económicas terciarias

Debido a la gran importancia que en conjunto ha tenido el sector terciario en el PIB del estado de Tabasco, aportando en promedio cerca del 70% en el período 2003-2014, se reporta en la **Gráfica 26**, el comportamiento trimestral de los indicadores estatal y nacional desestacionalizados de dichas actividades, para el período primer trimestre de 2003 al

cuarto trimestre de 2015. Se ve en la gráfica que el indicador estatal en el cuarto trimestre de 2007, no presentó un comportamiento atípico. Su crecimiento respecto al trimestre anterior (0.79%) fue muy cercano tanto al crecimiento promedio registrado trimestre a trimestre, durante el período analizado (0.74%), como al crecimiento experimentado por la serie nacional en el mismo trimestre (0.80%)

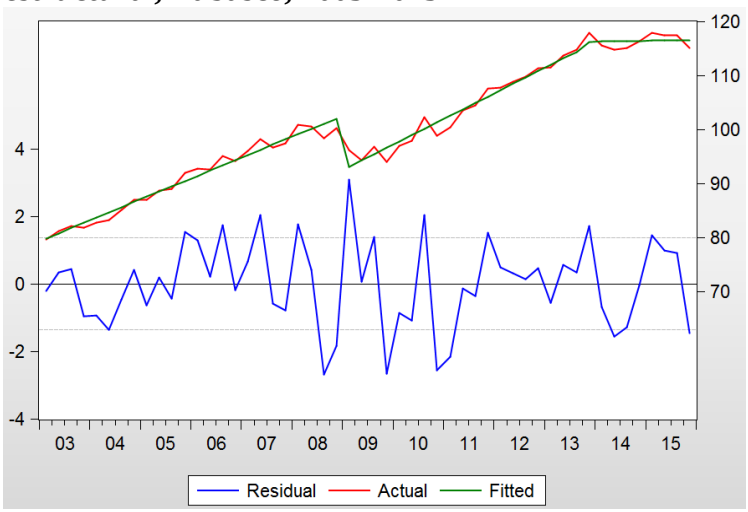
La **Gráfica 27** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron para determinar si la serie tuvo un cambio de régimen estadísticamente significativo que se pudiera relacionar con la inundación. De acuerdo al test se puede decir que la serie sufrió dos quiebres, pero ninguno asociado con el desastre.

Gráfica 26: ITAEE desestacionalizado, actividades terciarias, Tabasco, e indicador nacional desestacionalizado de las actividades económicas terciarias, México, 2003-2015



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Gráfica 27: ITAEE desestacionalizado - actividades terciarias, Test de cambio estructural, Tabasco, 2003-2015



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/30/16 Time: 01:16
Sample: 2003Q1 2015Q4
Included observations: 52
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	31.58483	63.16966	11.47
1 vs. 2 *	22.65102	45.30205	12.95
2 vs. 3	3.948529	7.897058	14.03

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009Q1	2009Q1
2	2013Q4	2013Q4

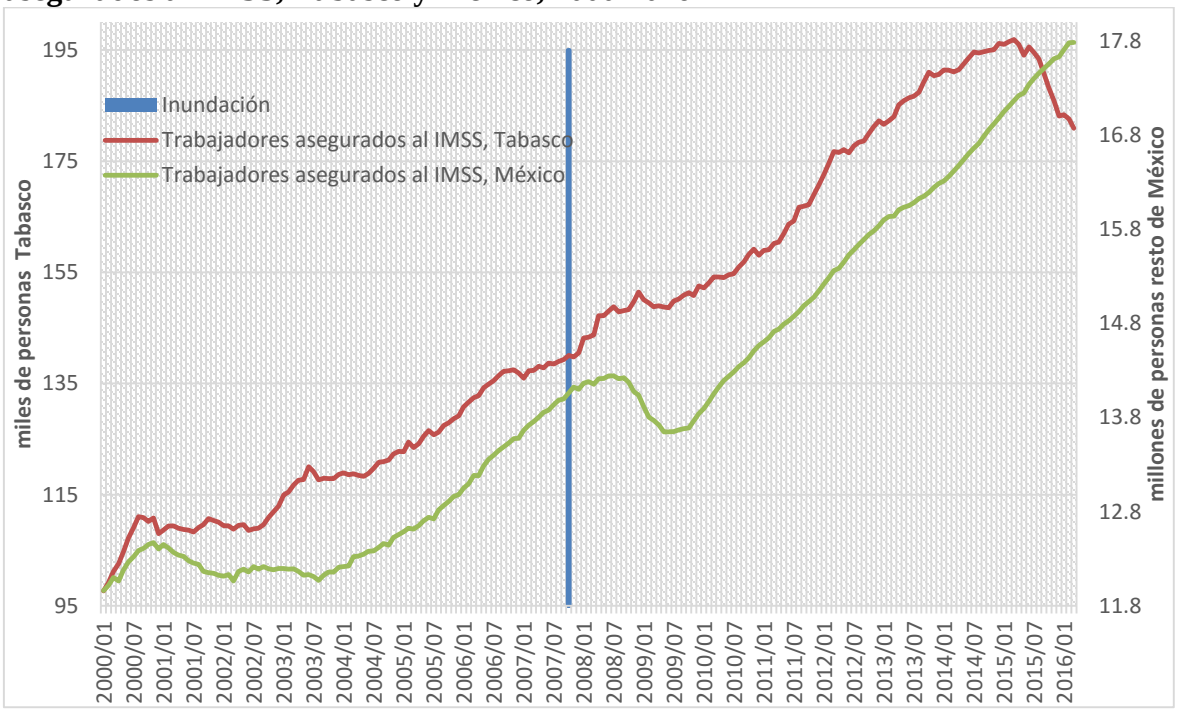
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.2.4 Empleo formal

La **Gráfica 28** reporta en rojo la evolución mensual de la serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS en el estado de Tabasco, junto al mismo indicador desestacionalizado para el resto de México, en verde, contemplando el período de enero de 2000 a marzo de 2016. La inundación registrada desde finales del mes de octubre de 2005 está representada por la línea vertical azul.

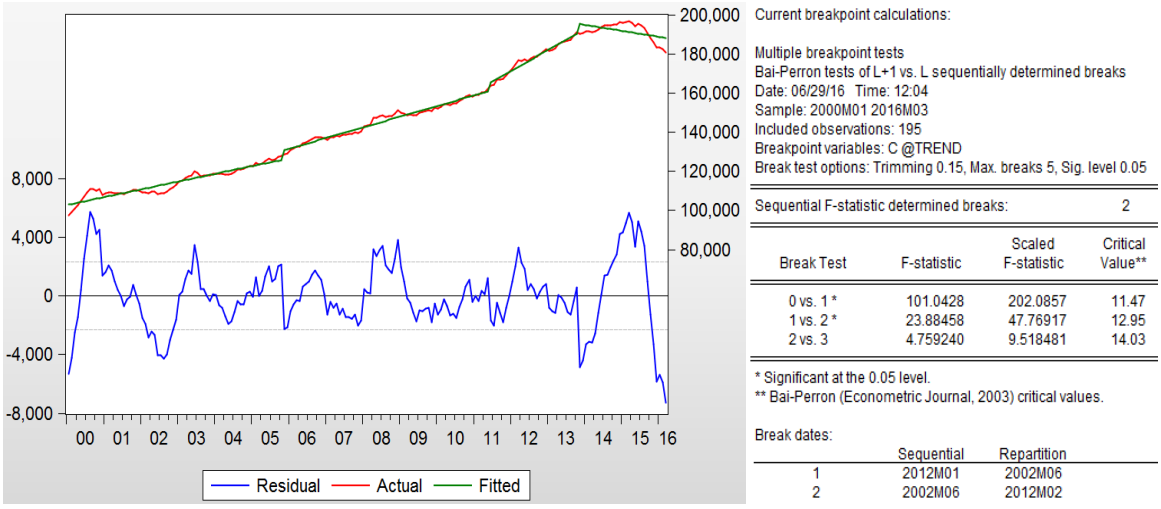
Se evidencia para la serie estatal una tendencia positiva entre enero de 2000 y marzo de 2015, período en el cual el crecimiento promedio observado mes a mes, fue cercano a 0.39%. A partir del siguiente mes, la variable empezó un proceso de contracción que se extendió hasta el final del período analizado, variando en promedio -0.70% aproximadamente, de un mes a otro. La gráfica no permite identificar un cambio de régimen en la variable estatal, a partir de la inundación, lo que se confirma con el test de cambio estructural presentado en la **Gráfica 29**. Tampoco se aprecia una variación atípica en los meses posteriores y cercanos a la inundación, esperando que, a causa del evento, hubiera una menor actividad económica que produjera una disminución importante en el número de trabajadores. Aun así, cabe mencionar que se perdieron 303 empleos de octubre a noviembre de 2007, representando una caída del 0.22%. Se puede pensar que este descenso del indicador, se debe en parte al desastre, considerando que la serie para el resto de México creció 0.42% en el mismo par de meses.

Gráfica 28: Series desestacionalizadas: trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Tabasco y México, 2000-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

Gráfica 29: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales en el IMSS, Test de cambio estructural, 2000-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

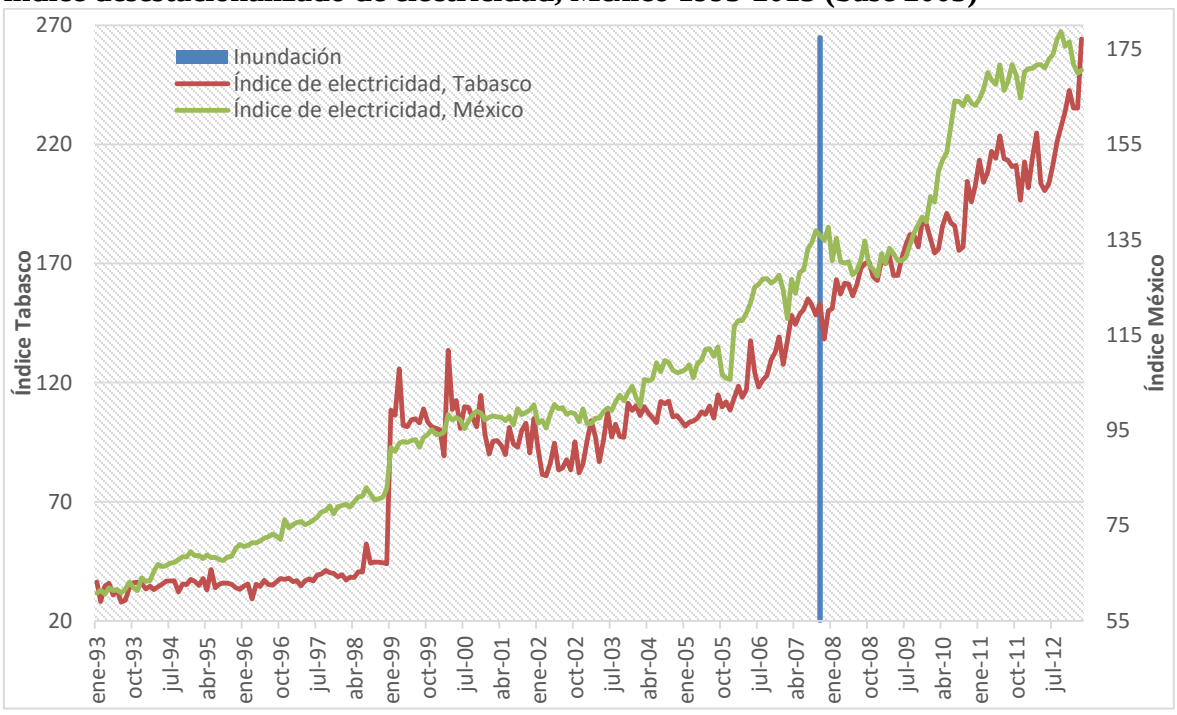
4.2.5 Electricidad

La evolución mensual de los indicadores desestacionalizados de electricidad estatal, en rojo, y nacional, en verde, se muestran en la **Gráfica 30**, para el período de enero de 1993 a febrero de 2013. A simple vista se puede apreciar que la serie de Tabasco experimentó una tendencia positiva a partir de noviembre de 2002. Para dicho sub-período, la quinta caída más fuerte observada de un mes a otro, en términos porcentuales, fue de octubre a

noviembre de 2007, donde el índice se contrajo 9.76%, aunque para el mes siguiente la serie recuperó buena parte de lo que perdió, creciendo 8.62%. A diferencia de la serie estatal, la nacional presentó una leve variación de -0.81%, de noviembre respecto a octubre, sugiriendo por lo tanto que, la inundación, aunque tuvo un impacto de corta duración sobre la electricidad, éste fue fuerte en el mes de noviembre.

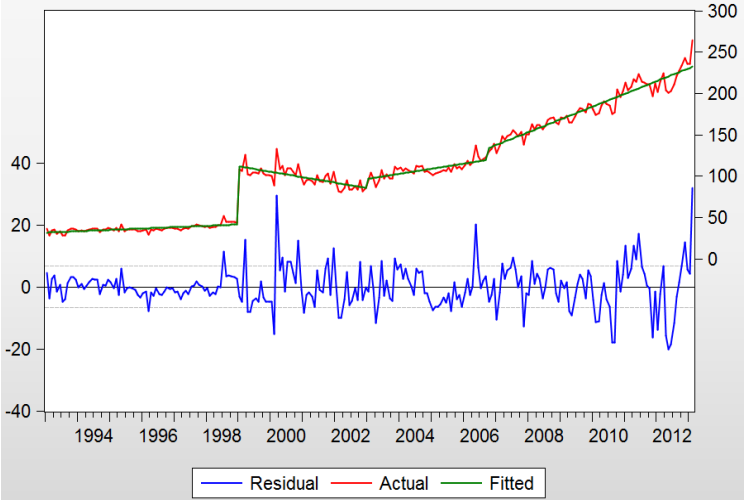
De acuerdo a lo planteado, es de esperarse que la serie de electricidad de Tabasco no haya presentado un cambio de régimen que coincidiera con la inundación. Esto se confirma con el test de cambio estructural presentado la **Gráfica 31**, el cual determina que la serie tuvo tres quiebres estadísticamente significativos, los cuales no coincidieron con la catástrofe.

Gráfica 30: Indicador estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Tabasco, e índice desestacionalizado de electricidad, México 1993-2013 (base 2003)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Gráfica 31: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Test de cambio estructural, Tabasco, 1993-2013



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 12:10
Sample: 1993M01 2013M02
Included observations: 242
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 3

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	71.43497	142.8699	11.47
1 vs. 2 *	240.9579	481.9159	12.95
2 vs. 3 *	49.58510	99.17019	14.03
3 vs. 4	2.643131	5.286262	14.85

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2002M02	1999M01
2	1999M01	2003M01
3	2006M10	2006M10

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

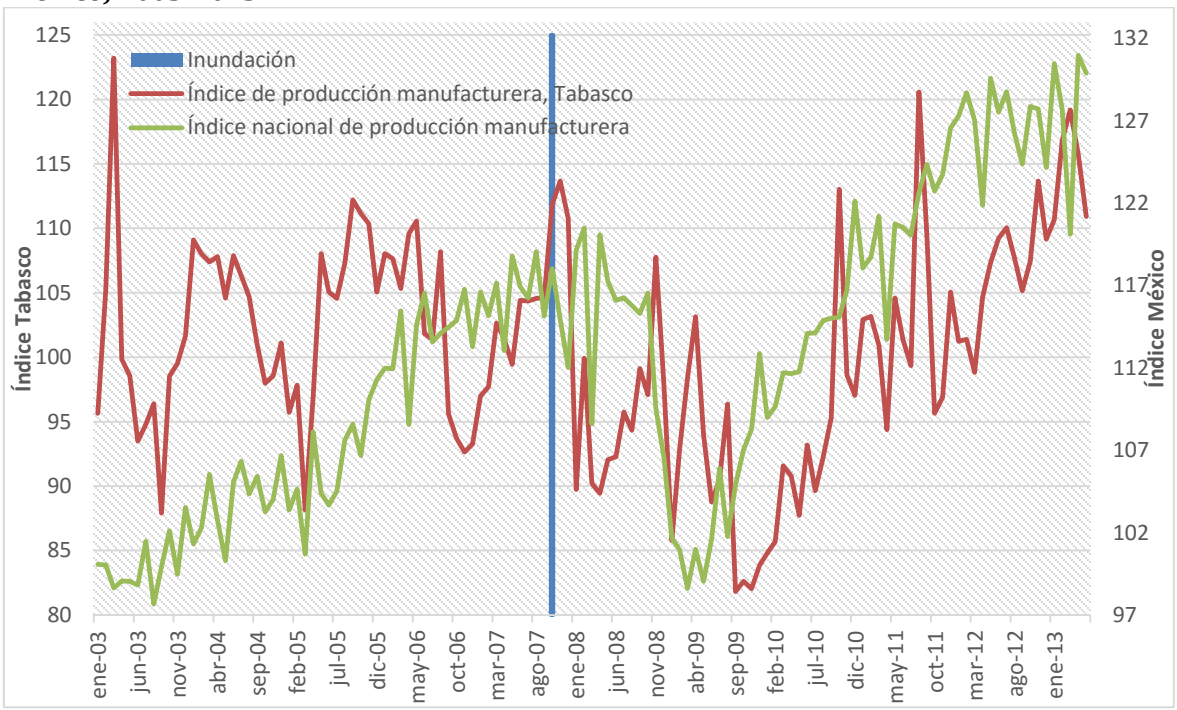
4.2.6 Producción manufacturera

La producción manufacturera en Tabasco representó en promedio cerca del 13% del PIB excluyendo la actividad minera, en el período de 2003 a 2014. Su importancia relativa hace oportuno analizar su evolución histórica. La **Gráfica 32** reporta en rojo, el comportamiento mensual del índice desestacionalizado de la producción manufacturera en Tabasco, y en verde, el mismo índice para el agregado nacional, para el período enero de 2003 a mayo de 2013, la inundación por su parte, está representada por la barra azul en el mes de octubre de 2007.

De acuerdo a la gráfica, la producción de las actividades manufactureras en el estado de Tabasco ha sido bastante inestable, sin seguir una clara tendencia a lo largo del período observado y presentando grandes variaciones tanto positivas como negativas de un mes a otro.

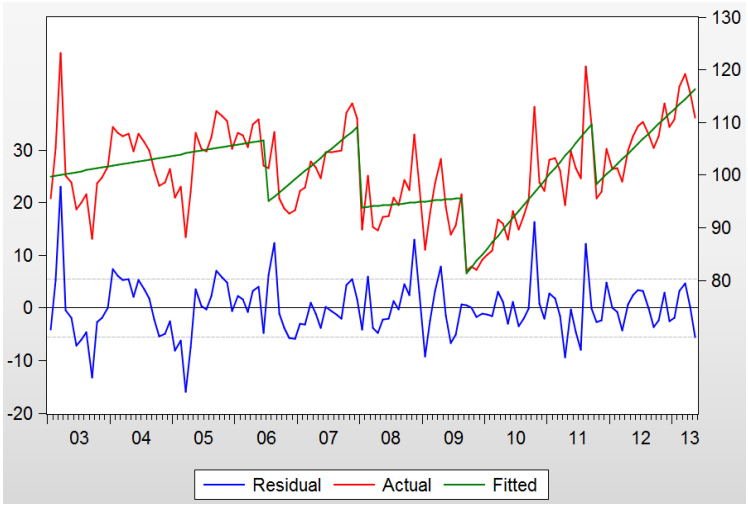
Pese a lo mencionado, cabe destacar que el índice tuvo un crecimiento de 1.64% en el mes de noviembre de 2007, frente a la caída del 2.61% experimentada por la serie nacional en el mismo mes. Para los dos meses siguientes (diciembre de 2007 y enero de 2008) el indicador estatal presentó dos caídas consecutivas del 2.56% y 18.99% respectivamente, sin embargo, debido a la misma inestabilidad de la serie, es difícil establecer que éstas fueron originadas por la inundación. Esta inestabilidad se captura en la **Gráfica** 33 que muestra el test de cambio estructural de Bai-Perron, estableciendo cuatro cambios de régimen en la serie a lo largo de los diez años estudiados, uno de ellos a raíz de la fuerte caída en enero de 2008.

Gráfica 32: Índices desestacionalizados de la producción manufacturera, Tabasco y México, 2003-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Gráfica 33: Índice desestacionalizado de producción manufacturera, Test de cambio estructural, Tabasco, 2003-2013



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 12:17
Sample: 2003M01 2013M05
Included observations: 125
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	44.58104	89.16207	11.47
1 vs. 2 *	9.509571	19.01914	12.95
2 vs. 3 *	7.420180	14.84036	14.03
3 vs. 4 *	7.665967	15.33193	14.85
4 vs. 5	4.110166	8.220332	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009M09	2006M07
2	2008M01	2008M01
3	2011M10	2009M09
4	2006M07	2011M10

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

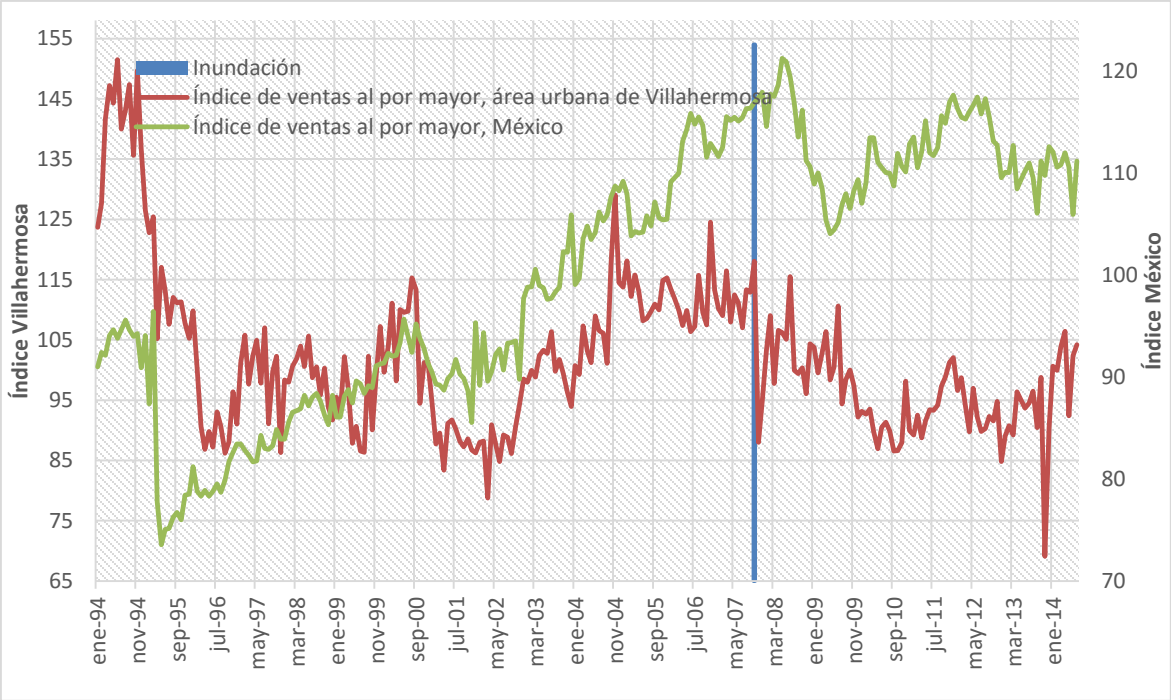
4.2.7 Ventas al por mayor

La **Gráfica 34** reporta el comportamiento histórico del índice desestacionalizado de ventas al por mayor del área urbana de Villahermosa, y de México, para el período enero de 1994 a julio de 2014. La línea vertical azul en octubre de 2007, representa la inundación.

Se observa una fuerte caída en el indicador, de octubre a noviembre de 2007. La baja correlación entre ambas series hace difícil discutir si dicha caída se trató de una coyuntura

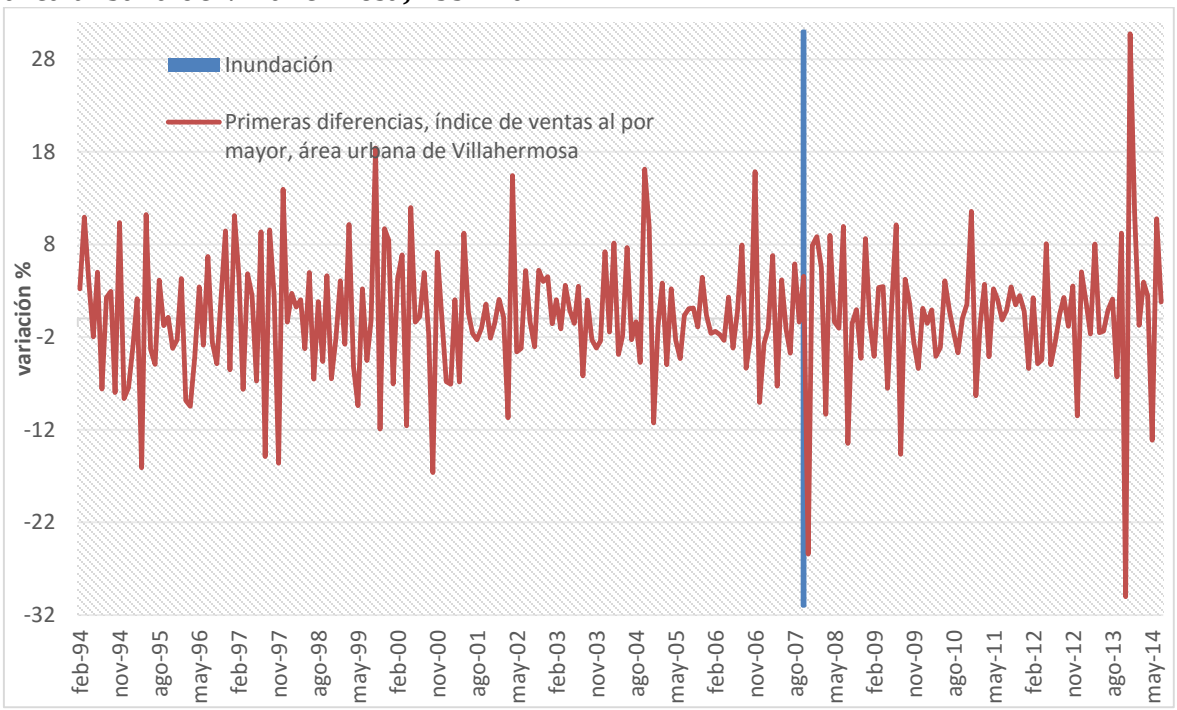
nacional o fue propia de la región. Sin embargo, la **Gráfica 35**, que muestra las primeras diferencias en términos porcentuales de la misma serie urbana, permite identificar que, la caída antes mencionada (25.44%) fue la segunda más fuerte en todo el período observado. Aunque se evidencia que la serie presentó un importante crecimiento, de forma consecutiva, para los tres meses siguientes (i.e. diciembre de 2006, enero y febrero de 2007), la disminución atípica sugiere que no fue una simple coincidencia, sino causa de la inundación.

Gráfica 34: Índices desestacionalizados de ventas al por mayor, área urbana de Villahermosa y México, 1994-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

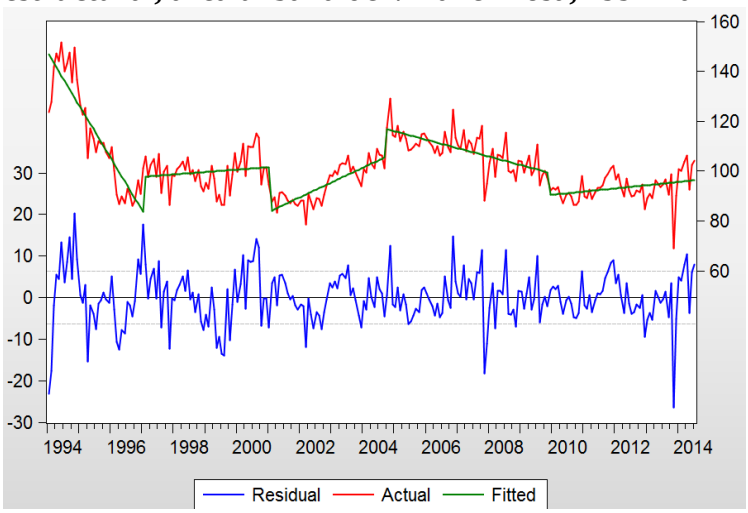
Gráfica 35: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Primeras diferencias, área urbana de Villahermosa, 1994-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Pese a la fuerte caída que exhibieron las ventas al por mayor en noviembre de 2007, y producto de la rápida recuperación que tuvieron, la variable no presentó un cambio de régimen que coincidiera con la inundación. Lo anterior se puede observar en el test de cambio estructural de Bai-Perron presentado en la **Gráfica 36** que permite encontrar cuatro quiebres estadísticamente significativos y ninguno de ellos está asociado al desastre.

Gráfica 36: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Test de cambio estructural, área urbana de Villahermosa, 1994-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 12:21
Sample: 1994M01 2014M07
Included observations: 247
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	93.25415	186.5083	11.47
1 vs. 2 *	63.00397	126.0079	12.95
2 vs. 3 *	19.95862	39.91725	14.03
3 vs. 4 *	18.25178	36.50355	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	1997M02	1997M02
2	2004M06	2001M02
3	2001M02	2004M10
4	2009M12	2009M12

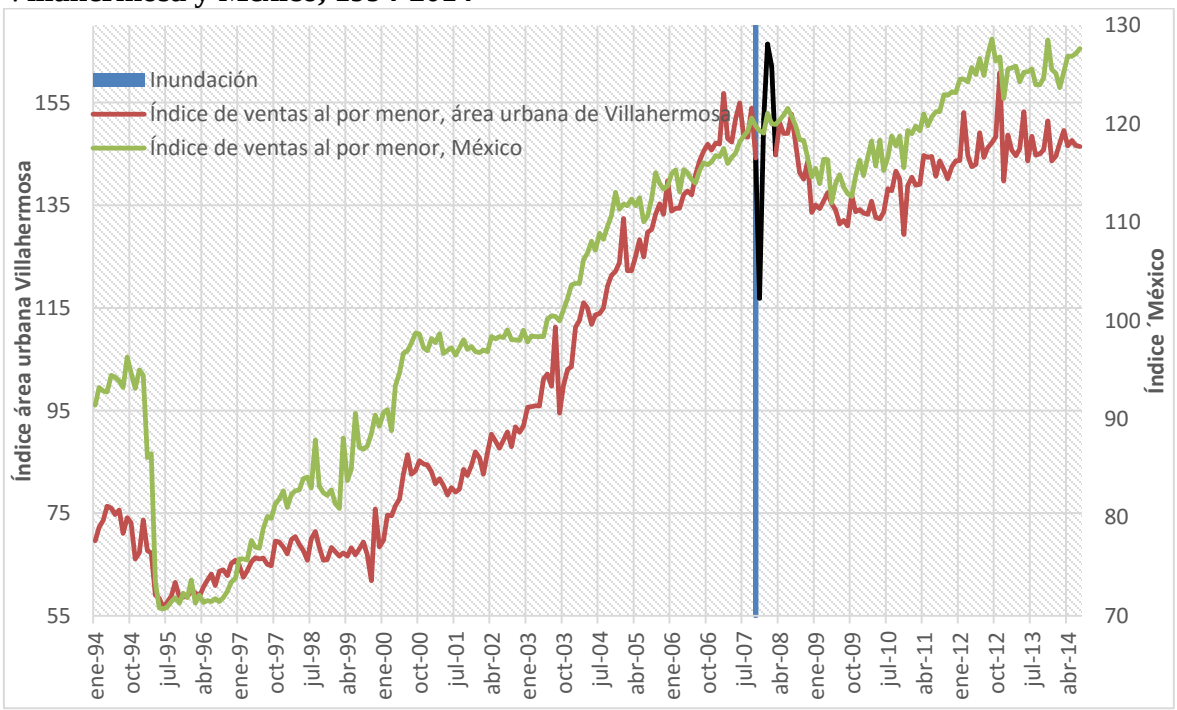
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.2.8 Ventas al por menor

La evolución mensual de los índices desestacionalizados de ventas al por menor del área urbana de Villahermosa y de México se presentan en la **Gráfica 37**, para el período enero de 1994 a julio de 2014. La caída experimentada por la primera, entre octubre y noviembre de 2007, es de lejos la más fuerte ocurrida a lo largo del período observado, bajando de 144.17 a 116.92 (18.90%). También llama la atención que, para diciembre del mismo año, el crecimiento fue inclusive mayor a la caída referida (29.76%), provocando que el indicador llegara a un valor de 151.72. En enero de 2008 la serie continuó creciendo, alcanzando a su máximo valor en todo el período analizado (166.39), y aunque en febrero empezó a caer de nuevo, todavía presentó un registro atípicamente alto (162.01) y fue hasta el mes de marzo en que retornó a valores parecidos a los presentados previo al desastre (144.84). El comportamiento descrito está resaltado de color negro.

La alta correlación positiva con la serie nacional, que tuvo pequeñas variaciones en las fechas mencionadas, sugiere que la catástrofe ambiental golpeó severamente las ventas al por menor en el mes de noviembre, pero tuvo un impacto positivo en los tres meses siguientes.

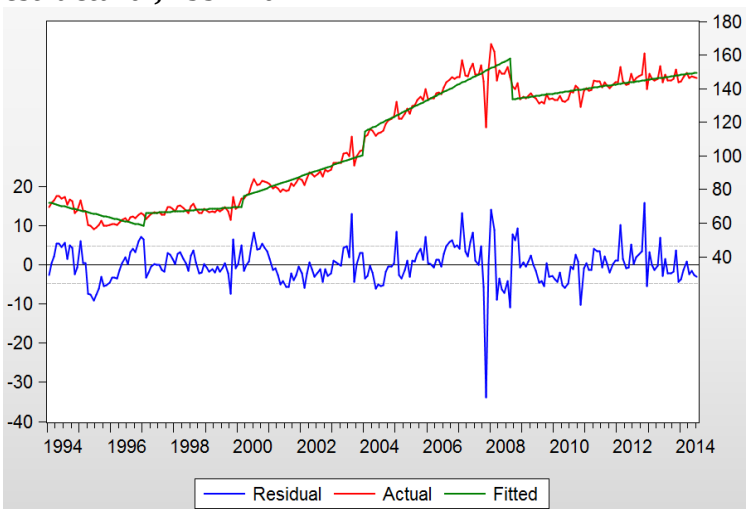
Gráfica 37: Índices desestacionalizados de ventas al por menor, área urbana de Villahermosa y México, 1994-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Es interesante indagar si la serie estatal tuvo un cambio de régimen que pudiera estar asociado a la inundación. La **Gráfica 38** reporta el test de cambio estructural de Bai-Perron para la serie estatal, estableciendo que la variable presentó cuatro quiebres en el período observado, pero ninguno relacionado temporalmente con la catástrofe.

Gráfica 38: Índice desestacionalizado de ventas al por menor, Test de cambio estructural, 1994-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 12:25
Sample: 1994M01 2014M07
Included observations: 247
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	161.4136	322.8272	11.47
1 vs. 2 *	79.62396	159.2479	12.95
2 vs. 3 *	74.64710	149.2942	14.03
3 vs. 4 *	13.67663	27.35326	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2004M01	1997M02
2	2008M09	2000M03
3	1997M02	2004M01
4	2000M03	2008M09

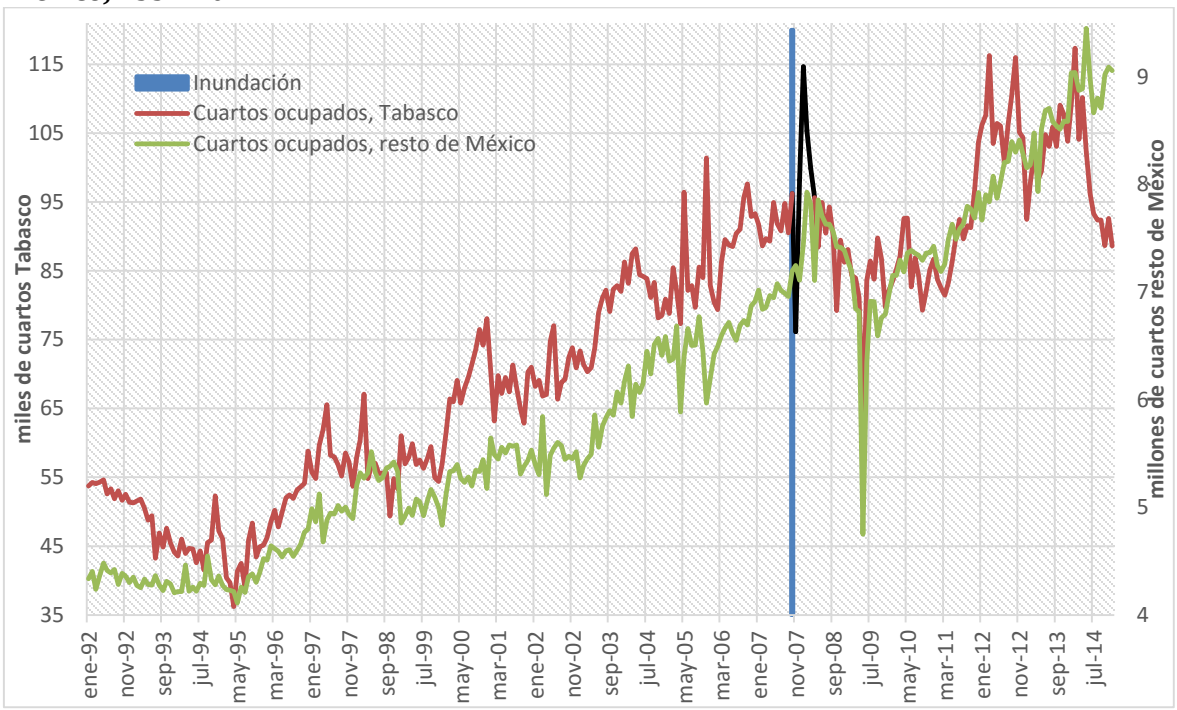
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.2.9 Actividad hotelera

La **Gráfica 39** reporta la evolución mensual de las series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados en el estado de Tabasco (en rojo), y para el resto del país (en verde) en el período enero de 1992 a diciembre de 2014. La trayectoria de la serie estatal resaltada en negro, corresponde al período entre octubre de 2007 y abril de 2008. Se resalta dicho período, puesto que, a simple vista, los meses intermedios (i.e. entre noviembre y marzo) presentaron valores atípicos.

En cuanto a la serie estatal, octubre de 2007 tuvo un valor relativamente normal (96,230) respecto a lo observado en la tendencia de los meses previos, con un crecimiento de 6.30% en relación al mes anterior. Por lo tanto, si el indicador en este mes se vio afectado por la inundación, fue en una pequeña cuantía, provocando un crecimiento menor al que debió haber tenido sin el desastre, ya que éste se produjo desde el día 28 del mismo mes. Por otro lado, es muy evidente la caída sufrida por la variable en noviembre de 2007, bajando a 76,141 y representando una elevada variación de -20.88% respecto a octubre, a diferencia del crecimiento de 0.72% exhibido por la serie nacional. Es de destacar que, en diciembre de 2007 y enero de 2008, la serie presentó altos crecimientos (28.96% y 16.76% respectivamente), llegando a este último mes, al cuarto mayor registro a lo largo de todo el período analizado (114,645), sin embargo, el crecimiento en enero, pudo estar influenciado por una coyuntura nacional, puesto que, para el resto del país, la variable aumentó en 4.93%. En los meses de febrero y marzo de 2008, aunque la serie tuvo caídas del 8.10% y 5.21% respectivamente, todavía presentó altos valores (105,359 y 99,865), y fue hasta abril, cuando la serie retornó a observaciones relativamente normales, llegando a 95,648.

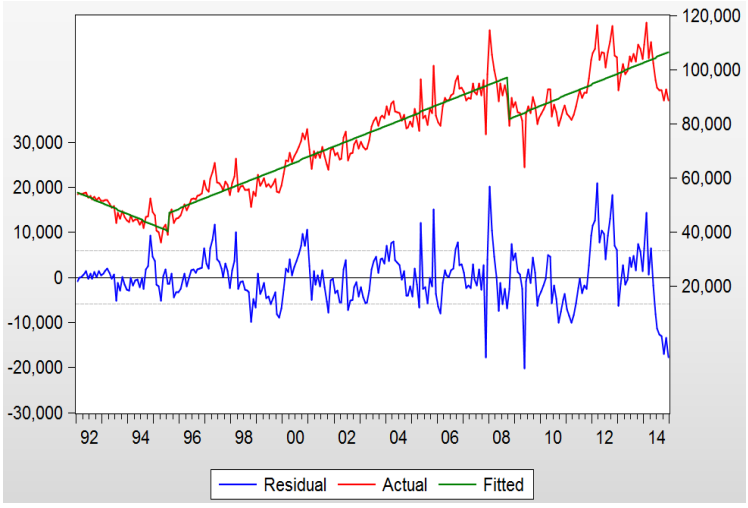
Gráfica 39: Series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados, Tabasco y México, 1992-2014



Fuente: Elaboración propia con datos de datatur en la SECTUR

Pese a las grandes variaciones sufridas por la serie estatal a partir de la inundación, de acuerdo al test de cambio estructural de Bai-Perron presentado en la **Gráfica 40**, el indicador no tuvo un cambio de régimen estadísticamente significativo asociado con la catástrofe.

Gráfica 40: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Test de cambio estructural, Tabasco, 1992-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 12:28
Sample: 1992M01 2014M12
Included observations: 276
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	31.27219	62.54439	11.47
1 vs. 2 *	50.39824	100.7965	12.95
2 vs. 3	4.206813	8.413626	14.03

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2008M10	1995M08
2	1995M08	2008M10

Fuente: Elaboración propia con datos de datatur en la SECTUR

4.2.10 Síntesis de hallazgos

Indicadores que no presentaron cambio estructural	Variaciones tras el desastre: región vs nacional
ITAEE actividades no petroleras	0.76% vs 0.22% en el cuarto trimestre de 2007
ITAEE actividades terciarias	0.79% vs 0.80% en el cuarto trimestre de 2007
Trabajadores asegurados al IMSS	-0.22% vs 0.42% en noviembre de 2007
Índice de electricidad	-9.76% vs -0.81% en noviembre de 2007
Índice de producción manufacturera	1.64% vs -2.61% en noviembre de 2007
Índice de ventas al por mayor	-25.44% vs 0.39% en noviembre de 2007
Índice de ventas al por menor	-18.90% vs -0.42% en noviembre de 2007
Cuartos ocupados	-20.88% vs 0.72% en noviembre de 2007

Fuente: Elaboración propia

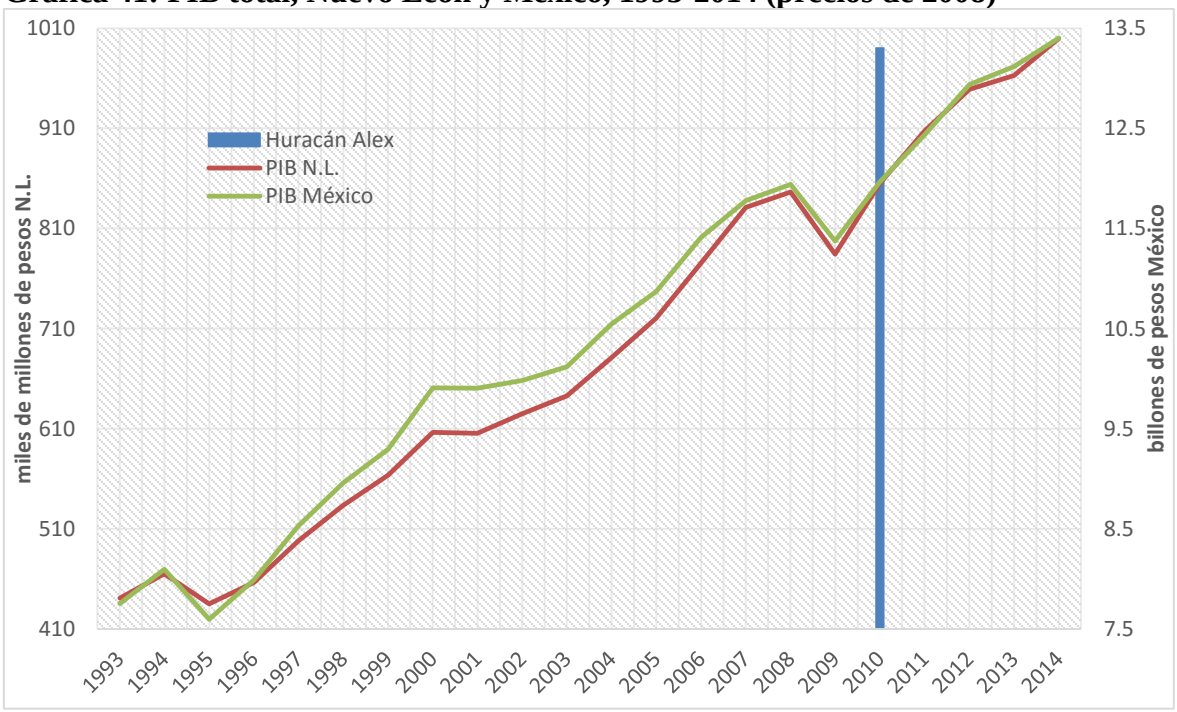
4.3 Impacto del huracán Alex (2010) sobre el área urbana de Monterrey y el estado de Nuevo León

4.3.1 Producto Interno Bruto

La **Gráfica 41** reporta la evolución anual de las series del PIB (a precios de 2008) del estado de Nuevo León (en rojo) y México (en verde), para el período 1993-2014. El huracán Alex, ocurrido entre el 25 de junio y 2 de julio de 2010, está representado por la barra azul.

El 2010 fue un año de gran expansión para la economía de Nuevo León (9.01%), en comparación a las tasas de crecimiento promedio experimentadas a lo largo del período analizado (4.01%). Parte de este crecimiento se explica por el buen comportamiento que tuvieron los subsectores de comercio y construcción, con crecimientos de 15.60% y 7.23% respectivamente, teniendo en cuenta que fueron las dos actividades que más aportaron a la economía estatal (16.07% y 11.09% respectivamente); además del buen desempeño de las actividades manufactureras, con una variación de 15.26%, considerando que, en conjunto, participaron con el 24.08% del PIB en el 2010.

Gráfica 41: PIB total, Nuevo León y México, 1993-2014 (precios de 2008)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

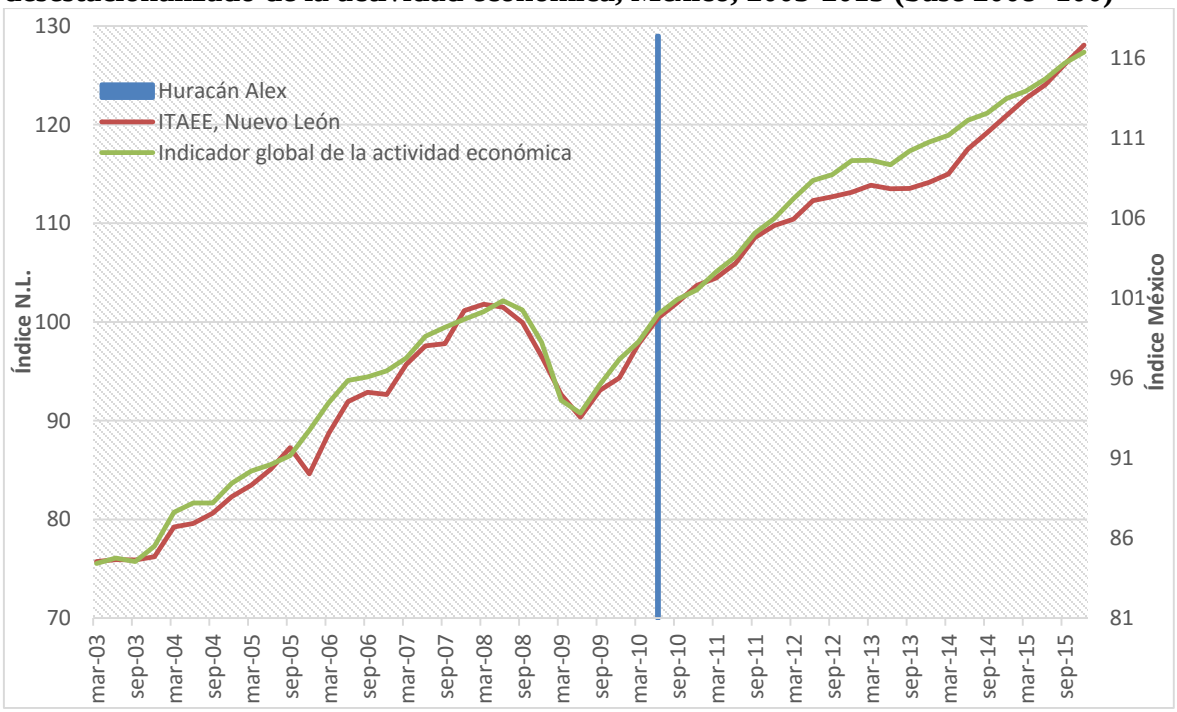
4.3.2 Actividades económicas

La **Gráfica 42** muestra en rojo, la evolución del indicador trimestral desestacionalizado del estado de Nuevo León, y en verde, el índice trimestral nacional desestacionalizado de la actividad económica; para el período primer trimestre de 2003 al cuarto trimestre de 2015. El huracán Alex, sucedido en el segundo trimestre de 2010, está representado por la línea vertical azul.

En el tercer trimestre de 2010, el indicador estatal evidenció un crecimiento del 1.57%, mayor al experimentado por la serie nacional (0.92%), y, aunque éste no parece ser atípico, sí fue menor al crecimiento promedio registrado en los 4 trimestres previos (2.68%), posteriores a la fuerte caída presentada por el índice entre el segundo trimestre de 2008 y el segundo trimestre de 2009, como consecuencia de la crisis económica global. Sin embargo, lo anterior no es suficiente para determinar que el desastre tuvo un impacto negativo sobre el comportamiento de la serie estatal.

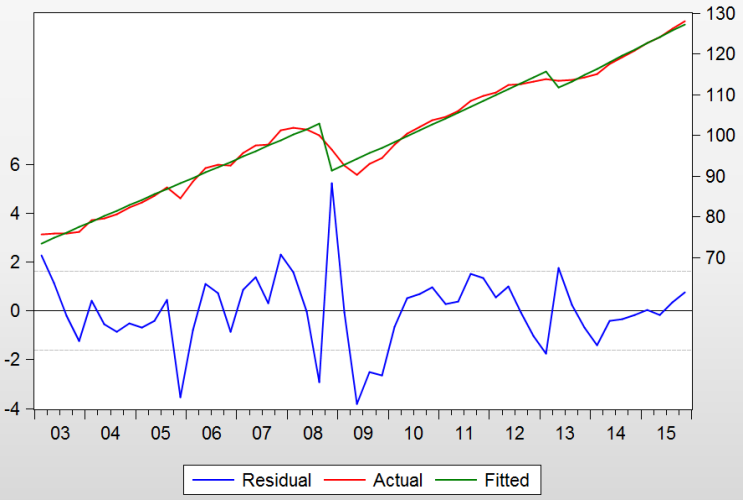
De acuerdo a lo planteado, en caso de que el huracán Alex hubiera tenido algún efecto sobre el indicador estatal, la consecuencia sería un menor valor del crecimiento experimentado respecto al esperado. Sin embargo, no existe evidencia de un impacto estadísticamente significativo del huracán sobre el índice, además es posible afirmar, siguiendo la **Gráfica 43** que muestra el test de quiebre estructural de Bai-Perron, que el huracán no está asociado con un cambio de régimen estadísticamente significativo en el comportamiento del índice.

Gráfica 42: ITAEE desestacionalizado, Nuevo León, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica, México, 2003-2015 (base 2008=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Gráfica 43: Test de cambio estructural, ITAEE desestacionalizado, Nuevo León, 2003-2015



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 19:25
Sample: 2003Q1 2015Q4
Included observations: 52
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	60.06625	120.1325	11.47
1 vs. 2 *	10.07640	20.15280	12.95
2 vs. 3	3.085368	6.170735	14.03

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2008Q4	2008Q4
2	2013Q2	2013Q2

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.3.3 Actividades económicas secundarias

Las actividades secundarias representaron el 39.03% del PIB total de Nuevo León en el año 2010. Esto, aunado a que la entidad fuera la tercera que más aportó al total de dichas actividades a nivel nacional en el mismo año, con una participación de 7.80%, únicamente por detrás de Campeche (13.71%) y México (8.81%), justifica estudiar los efectos del huracán sobre el sector.

La **Gráfica 44** reporta en rojo, el comportamiento del indicador trimestral desestacionalizado de las actividades económicas secundarias del estado de Nuevo León, y en verde, el indicador desestacionalizado para el agregado nacional de las mismas actividades, para el período primer trimestre de 2003 al cuarto trimestre de 2015. El huracán Alex ocurrido en el segundo trimestre de 2010, está representado por la barra azul.

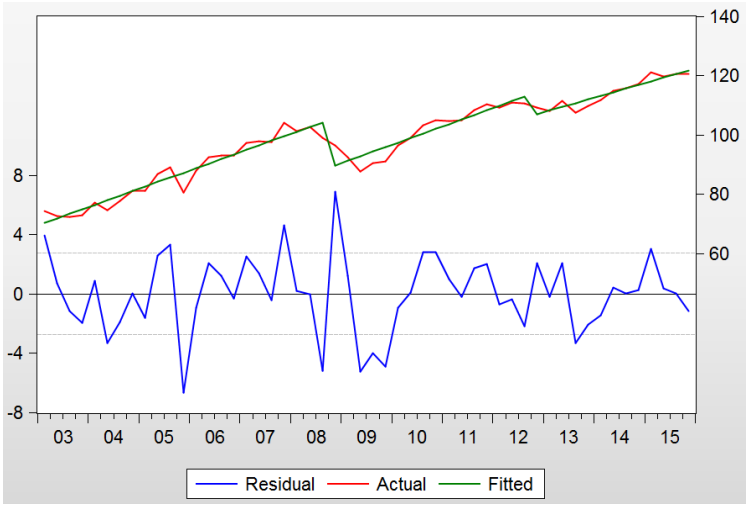
Siguiendo la gráfica, el indicador estatal presentó un fuerte crecimiento en el tercer trimestre de 2010 (4.27%), muy por encima tanto del crecimiento promedio experimentado a lo largo del período (1.02%), como del crecimiento experimentado en el agregado nacional para el mismo trimestre (1.13%).

Gráfica 44: ITAEE desestacionalizado - actividades secundarias, Nuevo León, e indicador nacional desestacionalizado de la actividad económica secundaria, México, 2003-2015 (base 2008=100)

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Para determinar si el huracán está asociado con un quiebre estructural estadísticamente significativo sobre la serie estatal, se muestra en la **Gráfica 45** el test de cambio estructural de Bai-Perron. Se destaca que, a lo largo del período analizado, el indicador presentó dos quiebres estructurales, pero como es de esperarse, ninguno está asociado al desastre.

Gráfica 45: ITAEE desestacionalizado – actividades secundarias, Test de cambio estructural, Nuevo León, 2003-2015



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 19:36
Sample: 2003Q1 2015Q4
Included observations: 52
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	30.96427	61.92854	11.47
1 vs. 2 *	8.024805	16.04961	12.95
2 vs. 3	3.581394	7.162787	14.03

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2008Q4	2008Q4
2	2012Q4	2012Q4

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

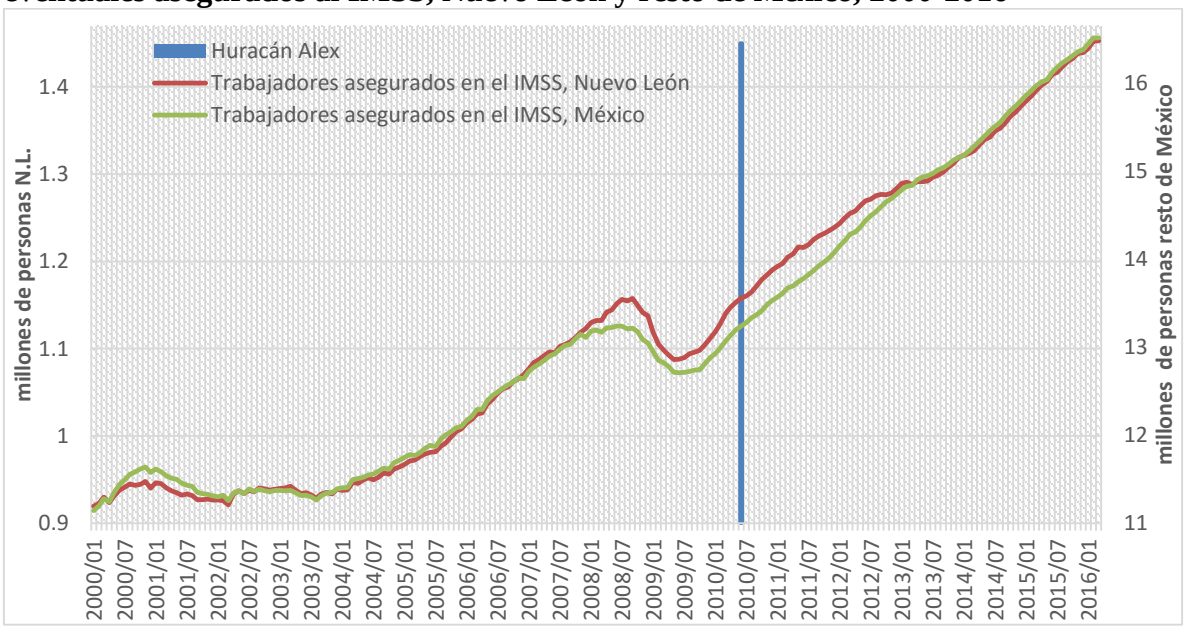
Finalmente, es adecuado concluir que no se encuentra evidencia de que el huracán Alex haya afectado la evolución del conjunto de las actividades secundarias.

4.3.4 Empleo formal

La **Gráfica 46** presenta la evolución mensual de las series desestacionalizadas del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS en el estado de Nuevo León (en rojo) y el resto de México (en verde), para el período enero de 2000 a marzo de 2016. La línea vertical azul representa el huracán Alex, ocurrido a finales de junio de 2010.

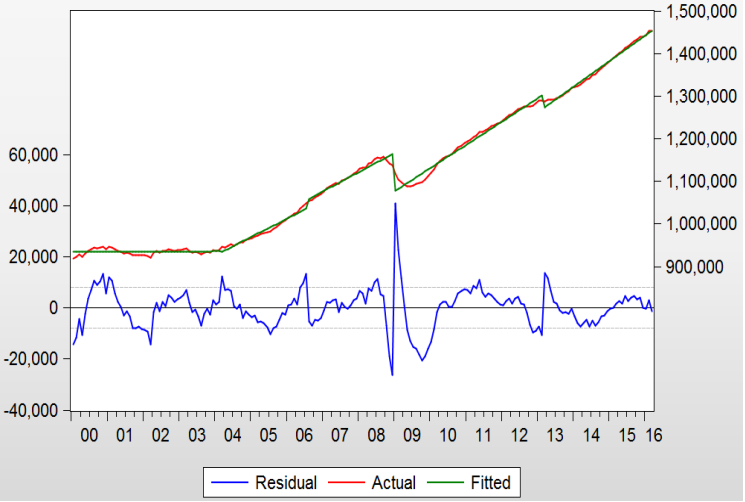
Se destaca que, el crecimiento experimentado por el indicador en julio de 2010 fue de 0.23%, séptimo menor registro entre el período de julio de 2009 y julio de 2012, que presentó un crecimiento promedio de 0.42%. En contraste a lo anterior, el indicador laboral para el resto de México, creció 0.30% en julio de 2010, cercano al crecimiento promedio en los mismos tres años (0.36%). Sin embargo, es difícil determinar a simple vista una variación atípica en la serie estatal en el mes posterior a la catástrofe, y menos, un posible cambio de régimen, que pudiera estar asociado con el huracán Alex, lo cual se confirma en la **Gráfica 47** mediante el test de cambio estructural de Bai-Perron, que permite identificar cuatro quiebres estructurales a lo largo de todo el período analizado, que no están relacionados con el desastre.

Gráfica 46: Series desestacionalizadas del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Nuevo León y resto de México, 2000-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

Gráfica 47: Serie desestacionalizada del número de trabajadores permanentes y eventuales asegurados al IMSS, Test de cambio estructural, Nuevo León, 2000-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 20:04
Sample: 2000M01 2016M03
Included observations: 195
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	181.6319	363.2639	11.47
1 vs. 2 *	391.3646	782.7293	12.95
2 vs. 3 *	37.45924	74.91848	14.03
3 vs. 4 *	11.50013	23.00027	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2004M03	2004M03
2	2009M01	2006M08
3	2013M03	2009M01
4	2006M08	2013M03

Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS en INEGI

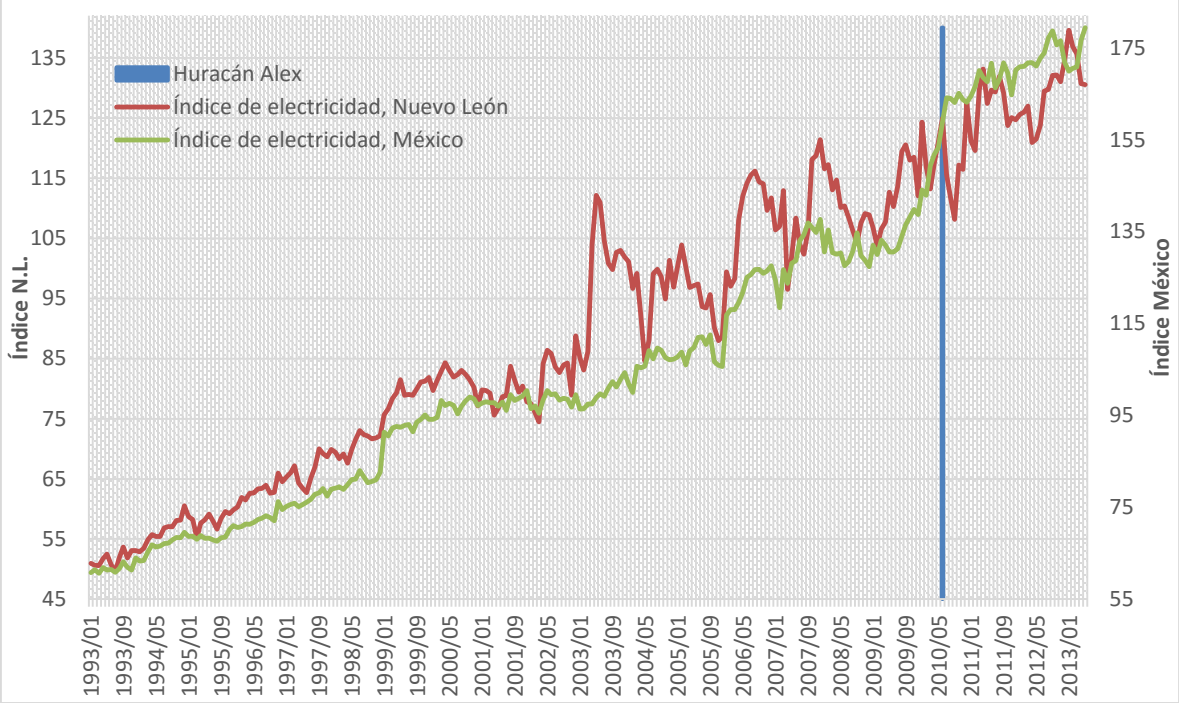
De acuerdo a lo presentado, es correcto afirmar que no se encontró evidencia suficiente para concluir que el huracán impactó negativamente el empleo formal en el estado de Nuevo León.

4.3.5 Electricidad

La **Gráfica 48** muestra la evolución mensual de los indicadores desestacionalizados de electricidad de Nuevo León, en rojo, y de México, en verde. La información reportada corresponde al período de enero de 1993 a mayo de 2013.

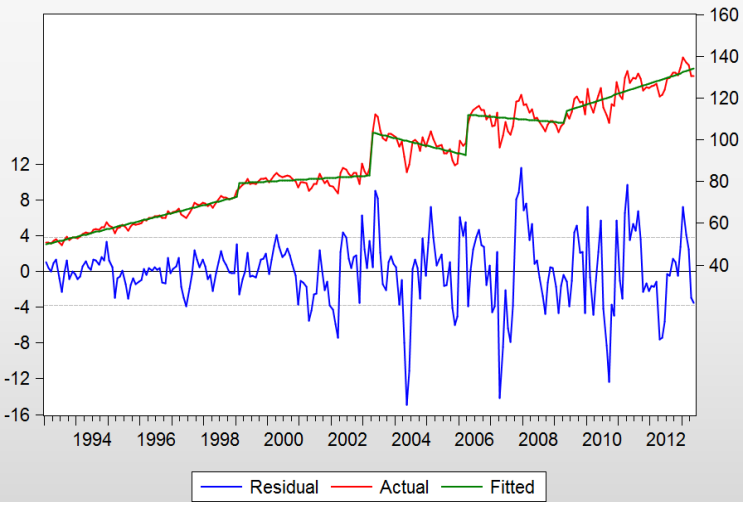
La gráfica permite establecer una caída en julio 2010, a diferencia del crecimiento exhibido en el indicador nacional en el mismo mes. Sin embargo, de acuerdo al test de Bai-Perron presentado en la **Gráfica 49**, la serie estatal no presentó un cambio estructural que coincidiera con el huracán Alex.

Gráfica 48: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Nuevo León, e índice desestacionalizado de electricidad, México 1993-2013 (base 2003)



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Gráfica 49: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Test de cambio estructural, Nuevo León, 1993-2013



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 20:10
Sample: 1993M01 2013M05
Included observations: 245
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	9.416698	18.83340	11.47
1 vs. 2 *	36.14412	72.28825	12.95
2 vs. 3 *	25.30151	50.60302	14.03
3 vs. 4 *	19.97102	39.94203	14.85
4 vs. 5	0.318032	0.636063	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

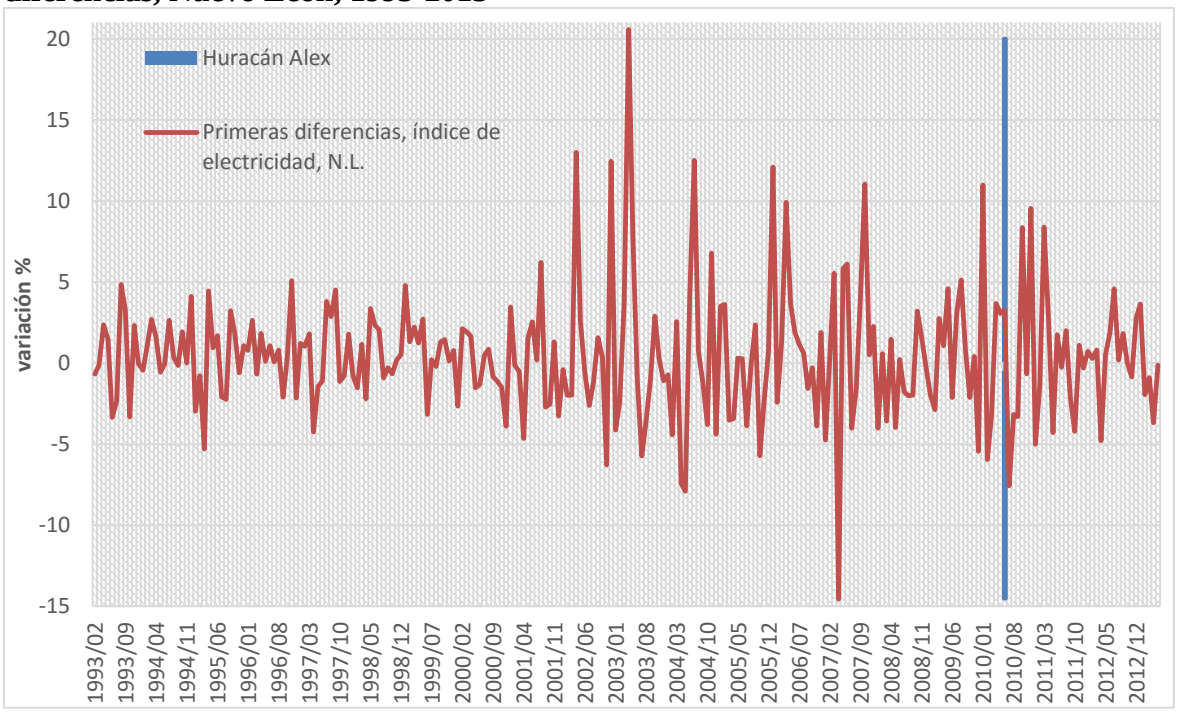
	Sequential	Repartition
1	2003M04	1999M02
2	2006M04	2003M04
3	2009M05	2006M04
4	1999M02	2009M05

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Aunque no se haya encontrado evidencia de un cambio de régimen estadísticamente significativo a partir del huracán, es importante destacar que la caída mencionada en el mes posterior al desastre (7.56%), siguiendo la **Gráfica 50**, representó la tercera caída más grande en todo el período analizado, después de las caídas en abril de 2007 (-14.55%) y mayo de 2004 (-7.89%), diferencia del indicador nacional que creció 3.32% para el mismo mes; lo que podría apuntar a que la caída del indicador del estado fue causa de la catástrofe,

y no, un suceso aleatorio o de coyuntura nacional. Sin embargo, la gran variabilidad en la serie desde abril de 2003 hasta el final del período, impide formular aseveraciones más fuertes.

Gráfica 50: Índice estatal mensual desestacionalizado de electricidad, Primeras diferencias, Nuevo León, 1993-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

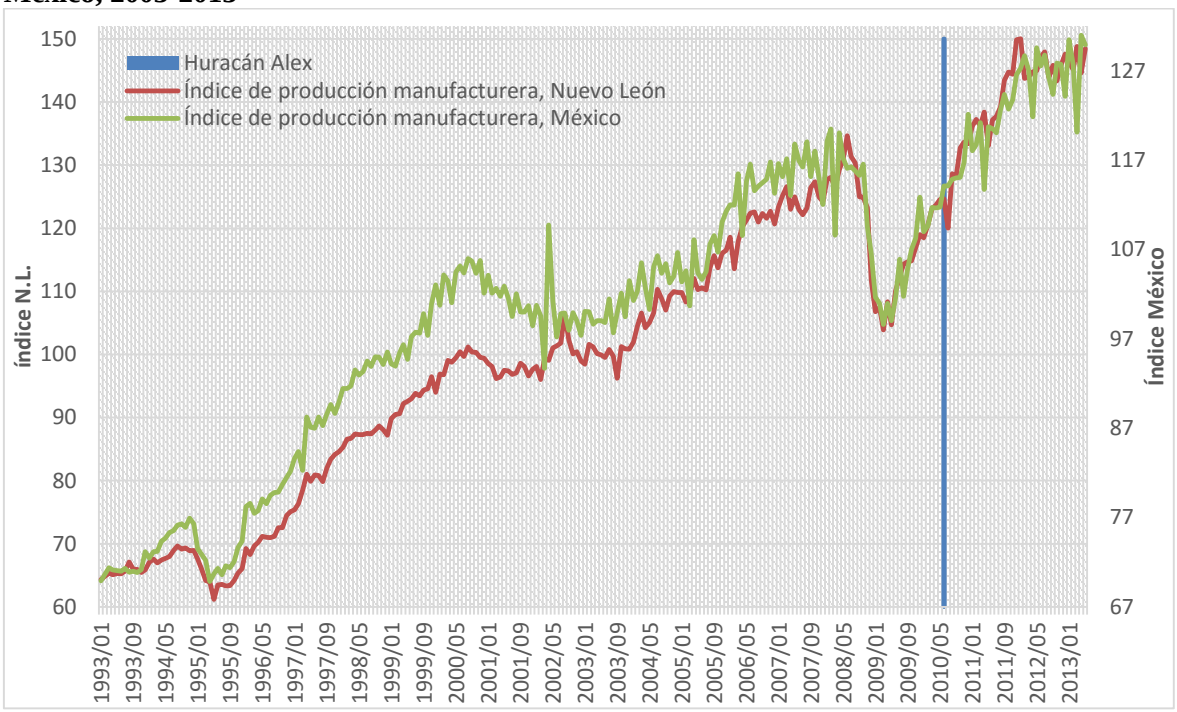
4.3.6 Producción manufacturera

Se observa en la **Gráfica 50**, el comportamiento de los índices mensuales desestacionalizados de la producción manufacturera del estado de Nuevo León, y del agregado nacional, para el período enero de 1993 a mayo de 2013. El huracán Alex, sucedido a finales de junio de 2010, está representado por la línea vertical azul.

Se destaca en la serie estatal la tendencia positiva a lo largo del período, a excepción de la fuerte caída (22.86%) que presentó entre julio de 2008 y marzo de 2009, a consecuencia de la crisis económica global. Después de dicha caída, la industria en el estado comenzó una constante recuperación, con una tasa de crecimiento promedio de 1.11% hasta enero de 2012. En este período se puede identificar una variación de -3.72% en el indicador, en el mes posterior al desastre (i.e. julio de 2010), siendo la novena caída más fuerte en todo el período analizado. Además, llama la atención que un mes después, la serie experimentó el mayor crecimiento de todo el período (7.19%).

Por otro lado, la alta correlación positiva con la serie nacional y la poca variación que ésta presentó en julio y agosto de 2010 (0.01% y 0.67% respectivamente), sugiere que la disminución en el índice estatal, se debió en parte al huracán, teniendo una fuerte y rápida recuperación.

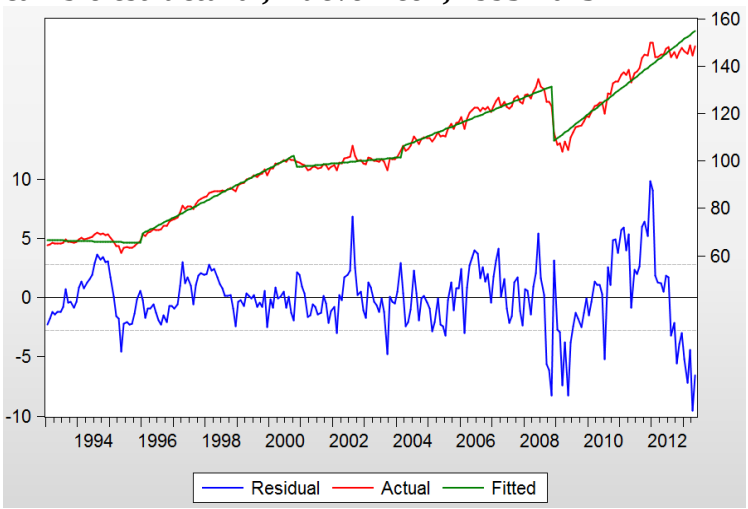
Gráfica 51: Índices desestacionalizados de la producción manufacturera, Nuevo León y México, 2003-2013



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 51** reporta el test de cambio estructural de Bai-Perron de la serie estatal, el cual establece cuatro cambios de régimen a lo largo del período, los cuales no coinciden con el huracán Alex.

Gráfica 52: Índice desestacionalizado de la producción manufacturera, Test de cambio estructural, Nuevo León, 1993-2013



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 20:15
Sample: 1993M01 2013M05
Included observations: 245
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	144.8070	289.6140	11.47
1 vs. 2 *	34.06612	68.13224	12.95
2 vs. 3 *	48.61714	97.23428	14.03
3 vs. 4 *	20.06670	40.13339	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2008M12	1996M01
2	1996M11	2000M11
3	2001M03	2004M03
4	2004M03	2008M12

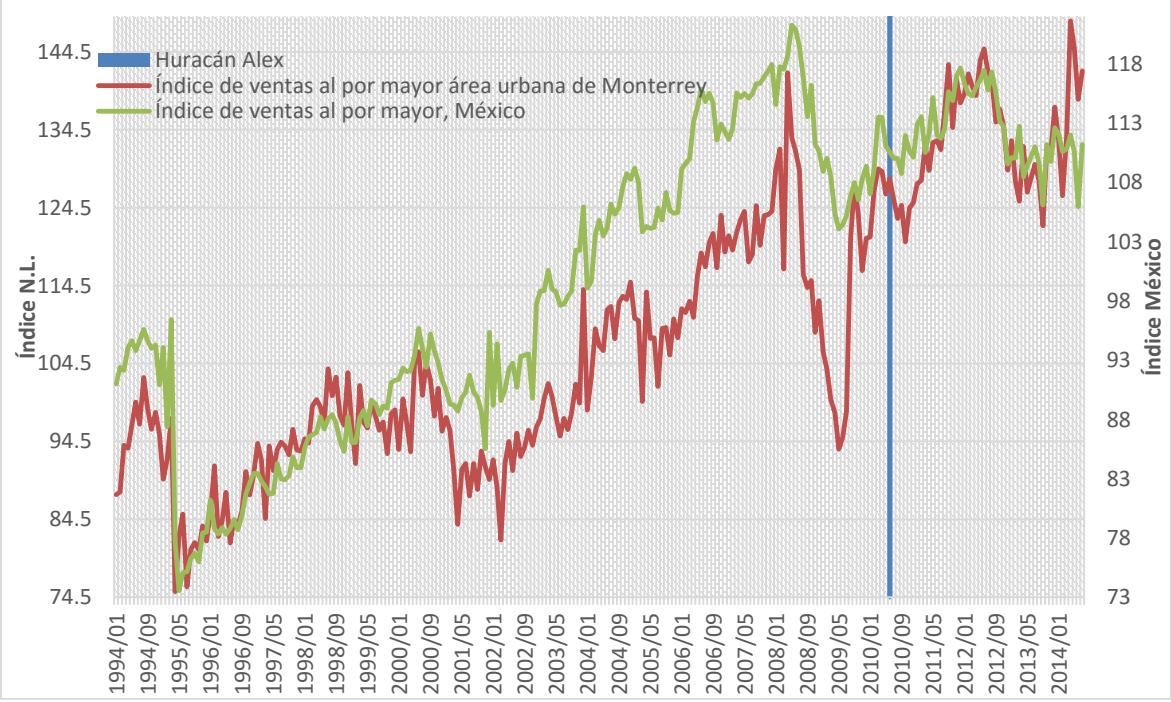
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.3.7 Ventas al por mayor

La **Gráfica 52** muestra la evolución de los índices desestacionalizados de las ventas al por mayor en el área urbana de Monterrey, en rojo, y el agregado nacional, en verde, para el período enero de1994 a julio de 2014.

Llama la atención la fuerte caída del indicador urbano entre abril de 2008 y mayo de 2009, como consecuencia de la crisis económica global, viéndose afectado en un 34.05%, después de una clara tendencia creciente a partir de abril de 2001. Posterior al período mencionado, el indicador empezó su recuperación hasta marzo de 2010. Sin embargo, a partir del mes siguiente experimentó un nuevo retroceso que se extendió hasta octubre del mismo año. Entre estos meses, a finales de junio, golpeó el huracán Alex, el cual está representado por la línea vertical azul, por lo que la disminución sufrida por el índice en julio del mismo año (2.11%), no puede ser vista como una caída atípica, más, si se tiene en cuenta, que el indicador nacional para el mismo mes, también registró una disminución de 0.46%, considerando la alta correlación entre ambas series.

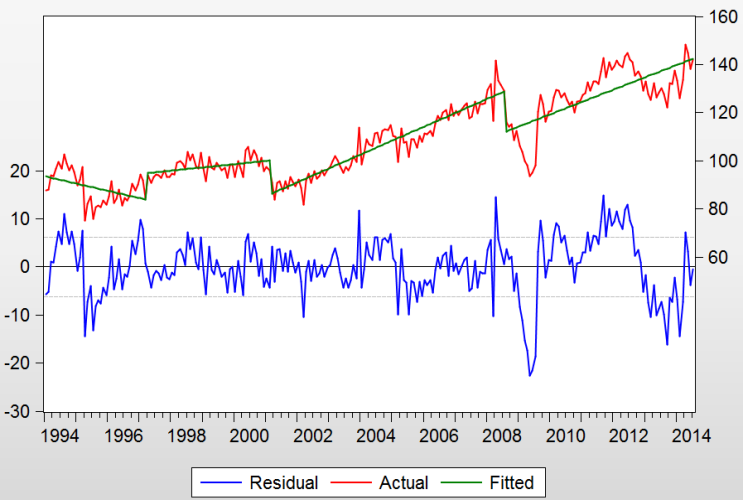
Gráfica 53: Índices desestacionalizados de ventas al por mayor, área urbana de Monterrey y México, 1994-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 53** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron de le serie urbana, que ayuda a establecer si el huracán Alex está asociado con un cambio de régimen estadísticamente significativo en las ventas al por mayor en el área urbana de Monterrey. La gráfica sugiere tres quiebres estadísticamente significativos, los cuales no están relacionados el desastre, uno sucedido en abril de 1997, otro en diciembre de 2003, y el último, en agosto de 2008.

Gráfica 54: Índice desestacionalizado de ventas al por mayor, Test de cambio estructural, 1993-2013



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 20:23
Sample: 1994M01 2014M07
Included observations: 247
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 3

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	33.36680	66.73359	11.47
1 vs. 2 *	24.09604	48.19208	12.95
2 vs. 3 *	13.23714	26.47428	14.03
3 vs. 4	6.968973	13.93795	14.85

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2003M12	1997M04
2	2008M08	2001M03
3	1997M04	2008M08

Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

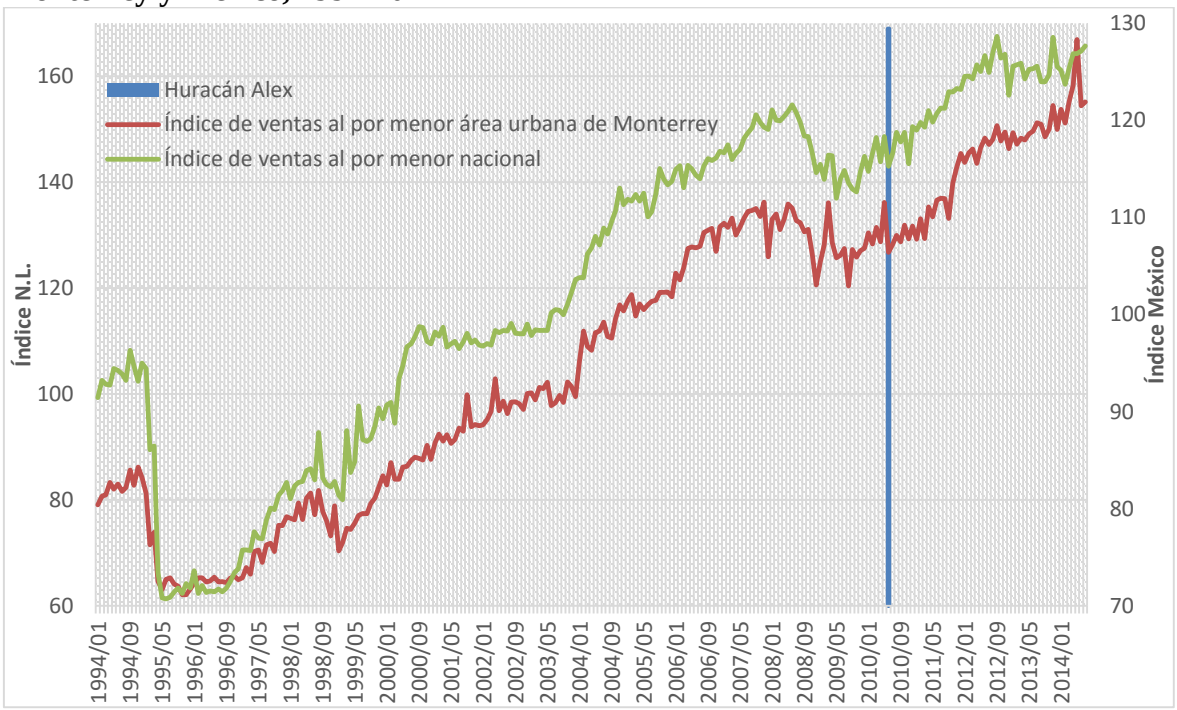
De acuerdo a lo planteado, no se encontró evidencia suficiente para determinar que el huracán Alex tuvo implicaciones negativas sobre las ventas al por mayor.

4.3.8 Ventas al por menor

La **Gráfica 54** enseña la evolución mensual de los índices desestacionalizados de ventas al por menor del área urbana de Monterrey, en rojo, y del agregado nacional, en verde, para el período enero de 1994 a julio de 2014. La línea vertical azul representa el huracán Alex, sucedido desde finales de junio de 2010.

De acuerdo a la gráfica, el indicador urbano no parece haberse afectado por el desastre en julio de 2010, creciendo 1.19%, similar al crecimiento observado en la serie nacional (1.18%), después de la fuerte caída sufrida en el mes anterior del 6.89%.

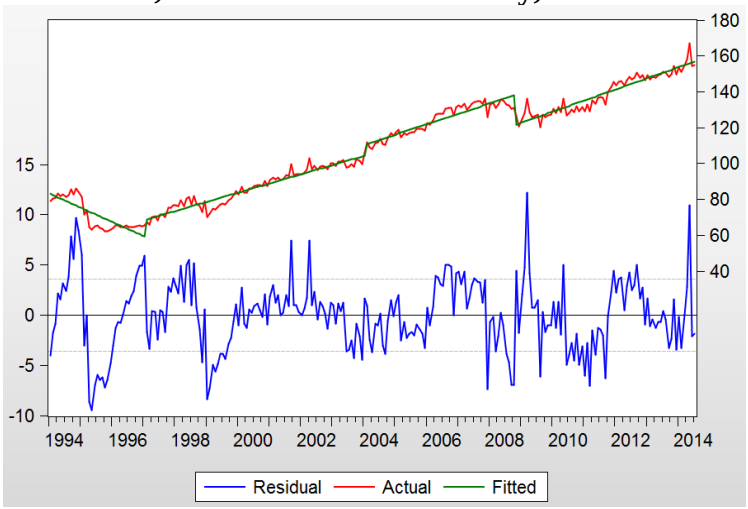
Gráfica 55: Índices desestacionalizados de ventas al por menor, área urbana de Monterrey y México, 1994-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

La **Gráfica 55**, que reporta el test de cambio estructural de Bai-Perron, indica que la serie urbana no sufrió un cambio de régimen estadísticamente significativo, que coincidiera con el huracán.

Gráfica 56: Índice desestacionalizado de ventas al por menor, Test de cambio estructural, área urbana de Monterrey, 1994-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 20:31
Sample: 1994M01 2014M07
Included observations: 247
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 3

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	90.12886	180.2577	11.47
1 vs. 2 *	139.5760	279.1520	12.95
2 vs. 3 *	18.24923	36.49847	14.03
3 vs. 4	4.297058	8.594116	14.85

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	1997M02	1997M02
2	2008M11	2004M02
3	2004M02	2008M11

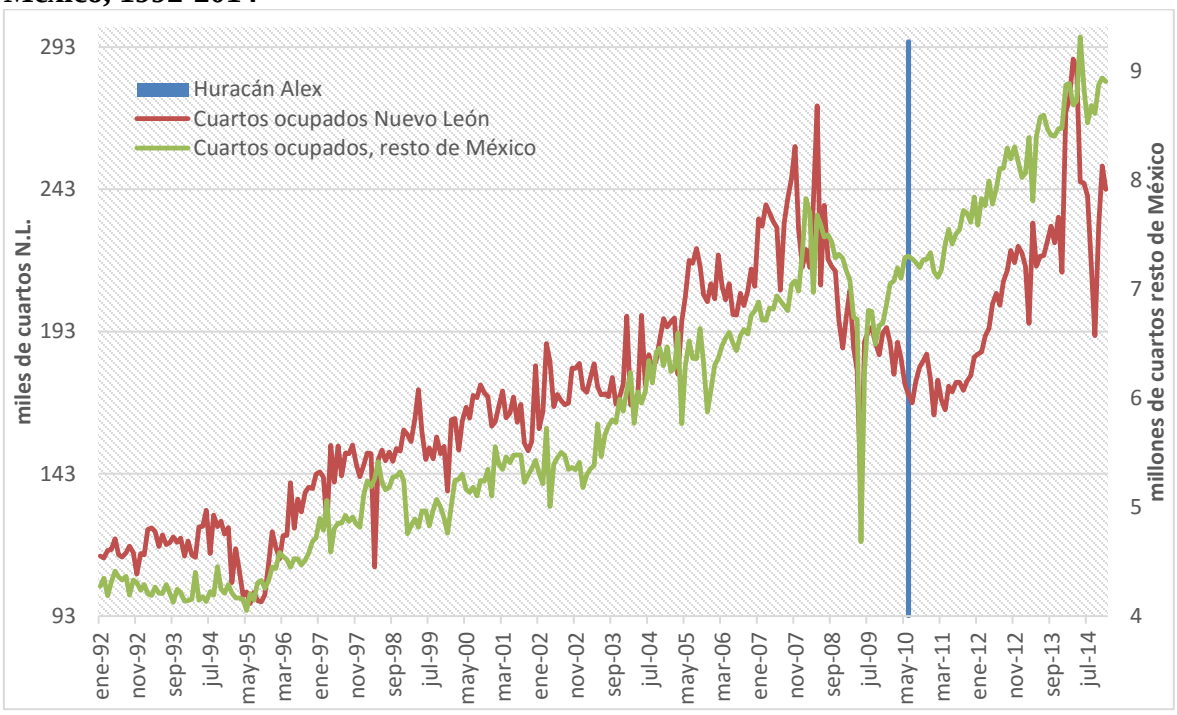
Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

4.3.9 Actividad hotelera

La **Gráfica 56** reporta la evolución mensual de las series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados en el estado de Nuevo León (en rojo), y en el resto de México (en verde), para el período enero de 1992 a diciembre de 2014.

Siguiendo la gráfica, la serie estatal presentó una clara tendencia creciente desde el comienzo del período, hasta el mes de mayo de 2008, llegando a un valor de 272,291, el tercer mayor registro en todo el período analizado. A partir de dicho mes, y hasta enero de 2011, la serie cayó 39.91%, llegando hasta 163,630, su menor observación desde enero de 2002.

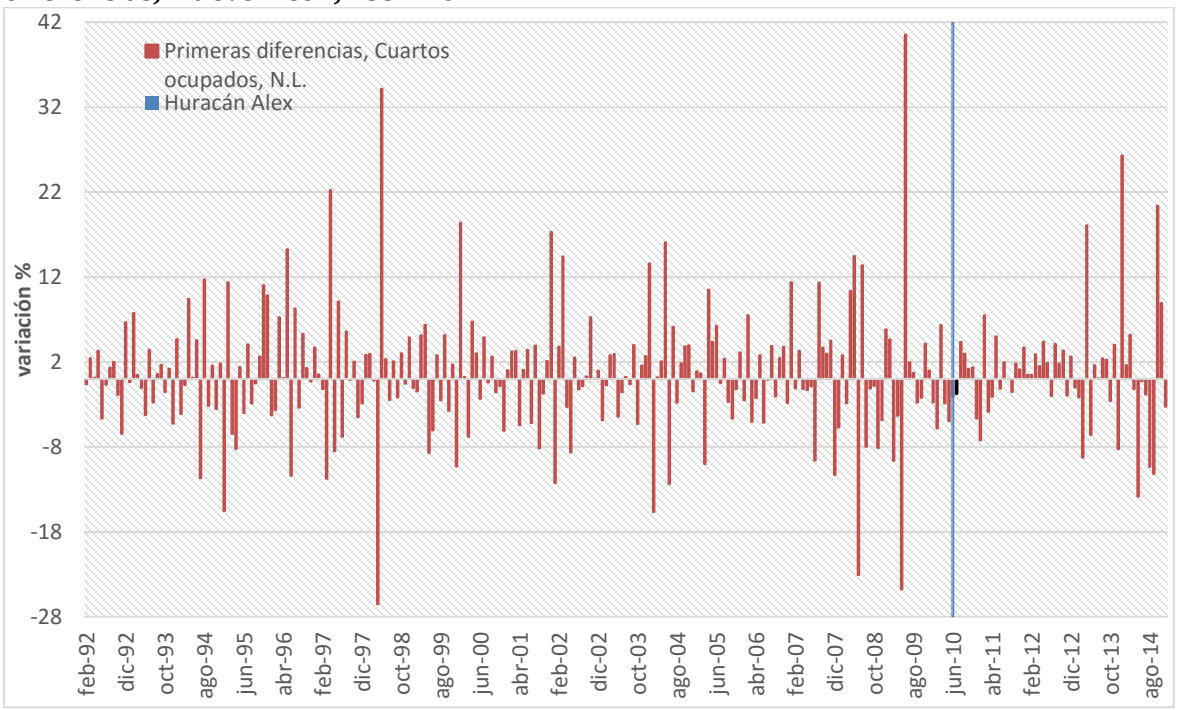
Gráfica 57: Series desestacionalizadas del número de cuartos ocupados, Nuevo León y México, 1992-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del SCNM de INEGI

Por otro lado, la variación en julio de 2010 de la misma serie fue de -1.76%, que, de acuerdo a la **Gráfica 58** y marcada en negro, no parece haber sido un comportamiento atípico, más, si se tiene en cuenta que fue la cuarta caída consecutiva, mes a mes, desde abril del mismo año, y considerando que el indicador nacional bajó 0.32% respecto a junio.

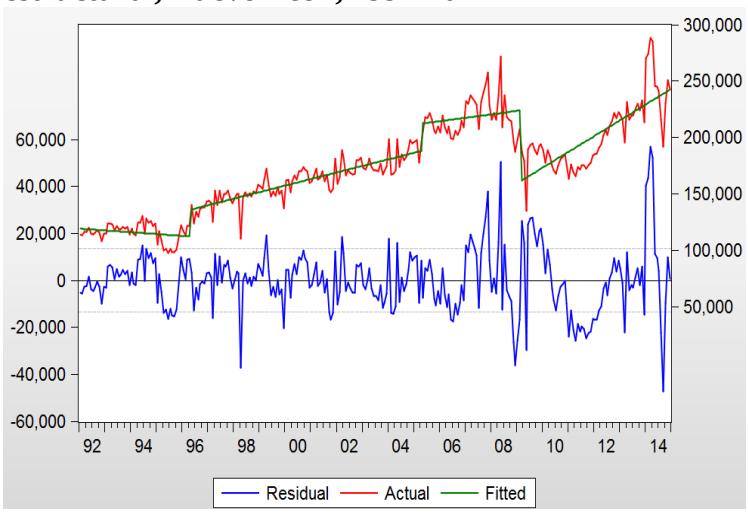
Gráfica 58: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Primeras diferencias, Nuevo León, 1994-2014



Fuente: Elaboración propia con datos datatur de la SECTUR

La **Gráfica 59** ayuda a determinar si el huracán Alex está asociado con un cambio de régimen en la serie estatal, reportando el test de cambio estructural de Bai-Perron de la misma. De acuerdo a la prueba, la serie presentó tres quiebres en el comportamiento conjunto de su media y tendencia, que no están relacionados temporalmente al desastre.

Gráfica 59: Serie desestacionalizada del número de cuartos ocupados, Test de cambio estructural, Nuevo León, 1994-2014



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 06/29/16 Time: 21:12
Sample: 1992M01 2014M12
Included observations: 276
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 3

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	131.8984	263.7968	11.47
1 vs. 2 *	16.36978	32.73956	12.95
2 vs. 3 *	13.41970	26.83941	14.03
3 vs. 4	1.192569	2.385138	14.85

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009M03	1996M05
2	1996M03	2005M05
3	2005M05	2009M03

Fuente: Elaboración propia con datos de datatur de la SECTUR

4.3.10 Transporte urbano

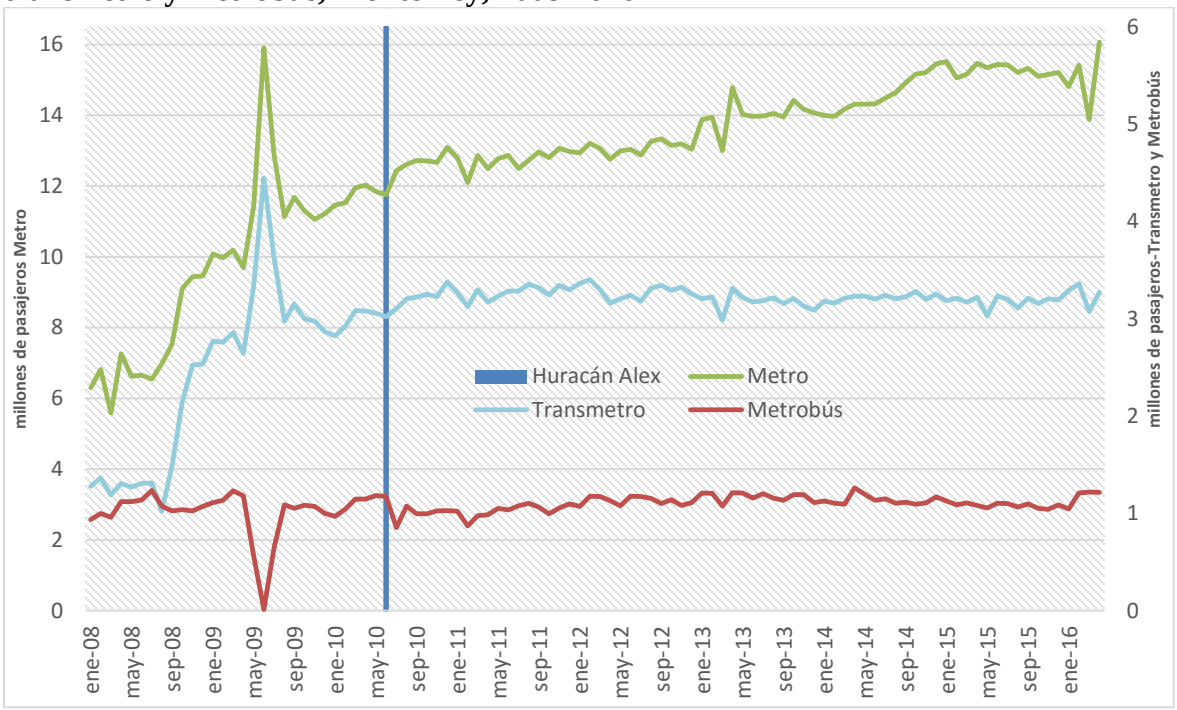
La gran pérdida de infraestructura en Monterrey ocasionada por el paso del huracán Alex, justifica el estudio del sistema de transporte en el área metropolitana. La **Gráfica 60** muestra la evolución mensual de las series desestacionalizadas del número de pasajeros transportados en tres de los principales modos de transporte público existentes, conectados entre sí: metro, transmetro y metrobús. La información presentada corresponde al período enero de 2008 a abril de 2016, señalando en azul el huracán Alex desde finales de junio de 2010.

Llama la atención las fuertes caídas del 52.22% y 97.83% en la serie del número de usuarios de metrobús, en mayo y junio de 2009 respectivamente. Estas dos caídas coincidieron a su vez, con los fuertes crecimientos de las otras dos series a consecuencia de que el gobierno del estado de Nuevo León decretó la gratuidad en el servicio de metro y transmetro entre el 16 de mayo y 15 de julio del mismo año, provocando un desplazamiento masivo de pasajeros en la elección del modo de transporte para aprovechar dicho beneficio[9]. Los usuarios del metro aumentaron 17.77% y 39.40%, y los del transmetro 25.76% y 33.53%, en mayo y junio respectivamente.

También es de destacar la disminución del 27.34% en la serie desestacionalizada del número de usuarios de metrobús en julio de 2010, representando la tercera más fuerte en términos porcentuales, después de las mencionadas anteriormente, que se podría explicar por los daños en la red vial ocasionados por el huracán Alex. Los aumentos del 5.75% y 2.78% para el mismo mes, en las series del metro y transmetro respectivamente, sugieren que, los usuarios afectados sustituyeron un modo de transporte por otro, u otros. Sin embargo, a diferencia de lo ocurrido entre mayo y junio de 2009, donde la sustitución casi generalizada se debió a la gratuidad del servicio, se puede concluir que en julio de 2010 fue posiblemente, una decisión particular basada en el tiempo de transporte incurrido en cada sistema, de acuerdo a las condiciones viales.

[9] Nota al pie de la información descargada en INEGI

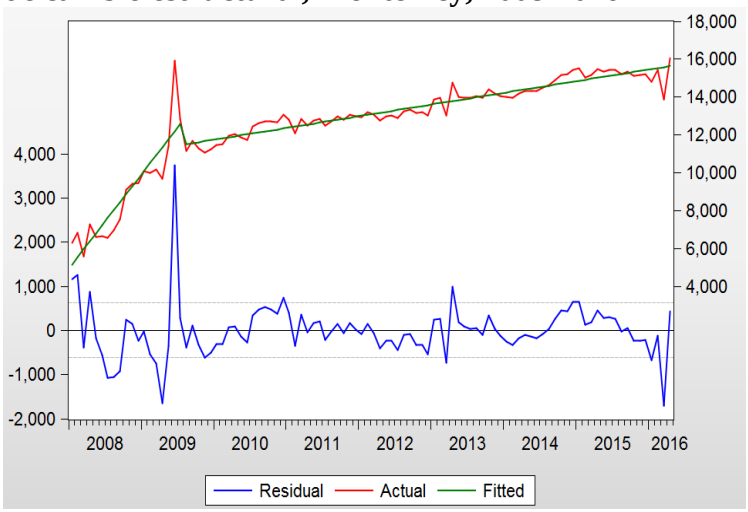
Gráfica 60: Series desestacionalizadas: pasajeros transportados en el metro, transmetro y metrobús, Monterrey, 2008-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del STC metrorrey en INEGI

Para determinar si el huracán Alex está asociado a un cambio de régimen de las tres series, se realizó el test de cambio estructural de Bai-Perron para cada una. Las **Gráficas 61, 62 y 63** reportan la prueba y es posible apreciar que, aunque todas las series presentaron por lo menos un quiebre estadísticamente significativo a lo largo del período observado, ninguno se relaciona con el desastre.

Gráfica 61: Serie desestacionalizada de los pasajeros transportados en el metro, Test de cambio estructural, Monterrey, 2008-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 07/06/16 Time: 11:02
Sample: 2008M01 2016M04
Included observations: 100
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:			1
Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	134.3801	268.7602	11.47
1 vs. 2	3.363199	6.726398	12.95

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009M08	2009M08

Fuente: Elaboración propia con datos del STC metrorrey en INEGI

Gráfica 62: Serie desestacionalizada de los pasajeros transportados en el metrobús, Test de cambio estructural, Monterrey, 2008-2016

Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 07/06/16 Time: 11:06
Sample: 2008M01 2016M04
Included observations: 100
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 1

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	10.55254	21.10509	11.47
1 vs. 2	3.028162	6.056324	12.95

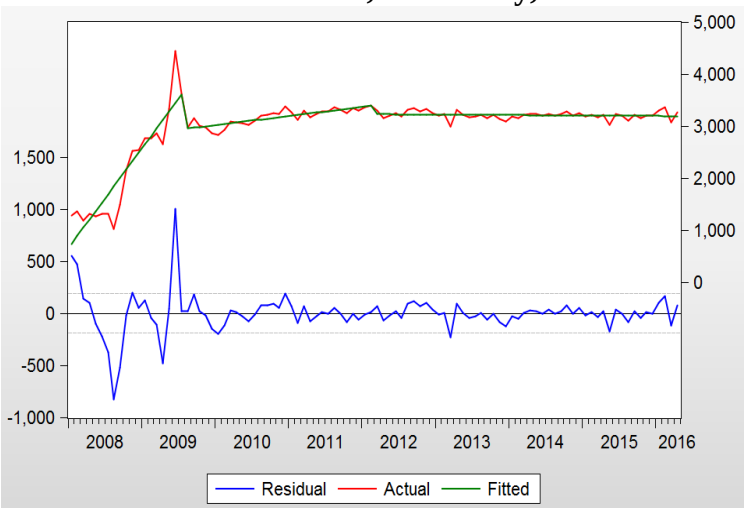
* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009M08	2009M08

Fuente: Elaboración propia con datos del STC metrorrey en INEGI

Gráfica 63: Serie desestacionalizada de los pasajeros transportados en el transmetro, Test de cambio estructural, Monterrey, 2008-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 07/06/16 Time: 11:08
Sample: 2008M01 2016M04
Included observations: 100
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 2

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	244.3006	488.6013	11.47
1 vs. 2 *	6.506267	13.01253	12.95
2 vs. 3	0.333046	0.666091	14.03

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009M08	2009M08
2	2012M03	2012M03

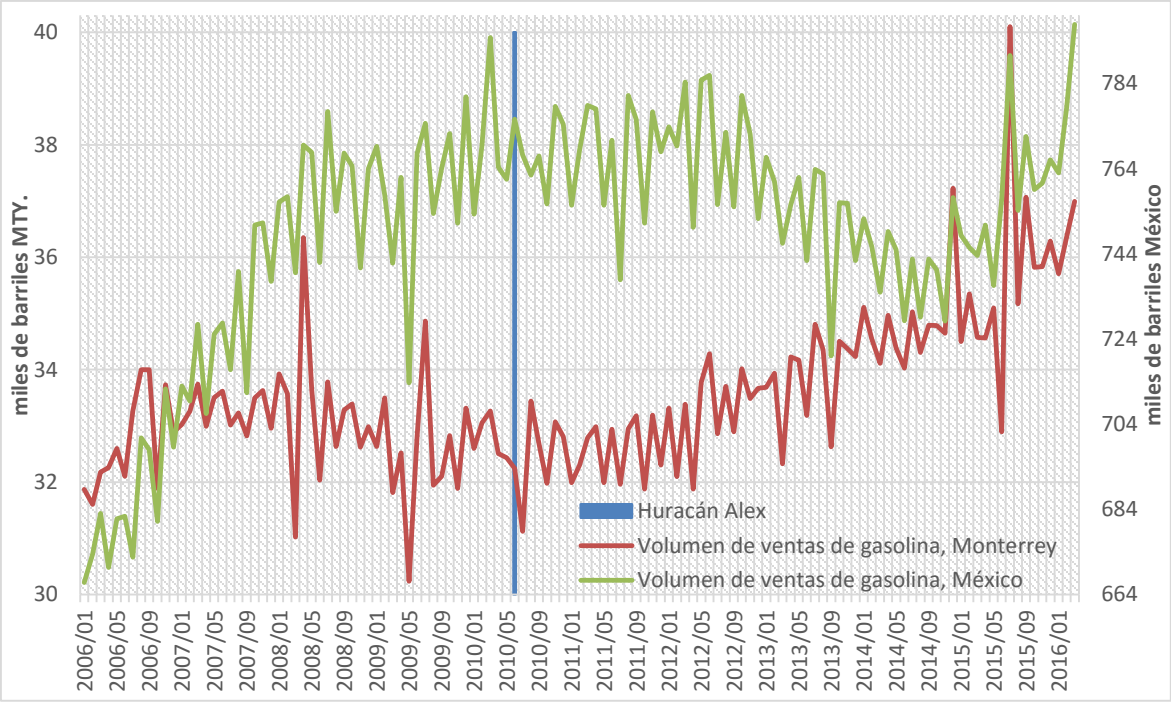
Fuente: Elaboración propia con datos del STC metrorrey en INEGI

Debido a que no se encontró información mensual del número de vehículos particulares en circulación para el área metropolitana de Monterrey, se usa el volumen de ventas de gasolina como proxy a dicha variable, con el fin de capturar impactos adicionales del huracán sobre la movilidad, aunque se sabe que está altamente afectada por los vehículos de transporte público.

La **Gráfica 64** reporta la evolución mensual de las series desestacionalizadas del total del volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium, para Monterrey y el agregado nacional. La información presentada corresponde al período enero de 2006 a enero de 2016. El huracán Alex ocurrido desde finales de junio de 2010 está representado por la línea vertical azul.

Se puede observar que para la serie metropolitana el volumen de ventas de gasolina presentó una caída atípica en julio de 2010 del 3.47%, más de tres veces la experimentada por la serie nacional en el mismo mes (1.09%), provocando que la serie alcanzara su tercer menor registro en los diez años observados. Si bien no se presenta evidencia suficiente para poder hacer un análisis con soporte estadístico, es razonable pensar que el número de personas que se transportaban en vehículos particulares, optaron por otros modos de transporte como consecuencia de los desastres ocasionados por el huracán.

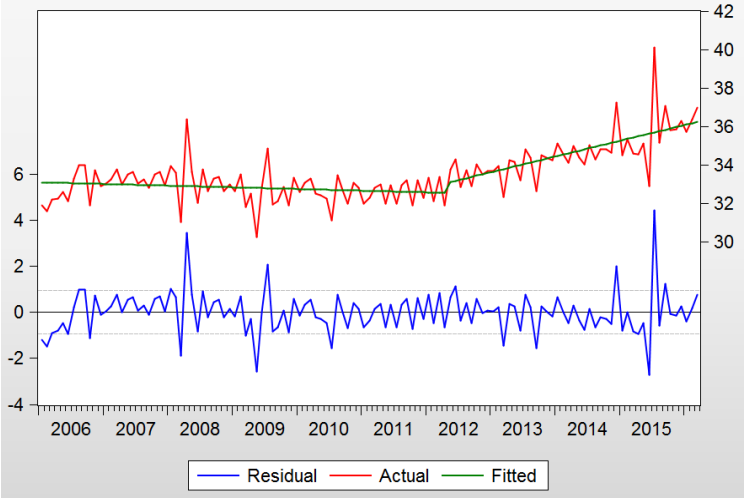
Gráfica 64: Series desestacionalizadas del volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium, Monterrey y México, 2006-2016



Fuente: Elaboración propia con datos de PEMEX en INEGI

La **Gráfica 65** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron de la serie estatal. Se destaca que la serie presentó de acuerdo al test, un quiebre estadísticamente significativo, sin embargo, éste no está asociado al huracán.

Gráfica 65: Serie desestacionalizada del volumen promedio de ventas diarias de gasolina Magna y Premium, Test de cambio estructural, Monterrey, 2006-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 07/06/16 Time: 11:11
Sample: 2006M01 2016M03
Included observations: 123
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 1

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	32.71974	65.43947	11.47
1 vs. 2	4.999532	9.999063	12.95

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2012M05	2012M05

Fuente: Elaboración propia con datos de PEMEX en INEGI

En conclusión, la evidencia presentada sugiere que los daños en la infraestructura de Monterrey provocados por el huracán Alex, tuvieron impactos significativos sobre el sistema de transporte público y privado del área metropolitana. Estos impactos se pueden pensar en términos de un aumento generalizado en los tiempos de transporte y todo lo que ello implica.

4.3.11 Síntesis de hallazgos

Indicadores que no presentaron cambio estructural	Variaciones tras el desastre: región vs nacional
ITAEE	1.57% vs 0.92% en el tercer trimestre de 2010
ITAEE actividades secundarias	4.27% vs 1.13% en el tercer trimestre de 2010
Trabajadores asegurados al IMSS	0.23% vs 0.34% en julio de 2010
Índice de electricidad	-7.56% vs 3.32% en julio de 2010
Índice de producción manufacturera	-3.72% vs 0.01% en julio de 2010
Índice de ventas al por mayor	-2.12% vs -0.46% en julio de 2010
Índice de ventas al por menor	1.19% vs 1.18% en julio de 2010
Cuartos ocupados	-1.76% vs -0.32% en julio de 2010
Ventas de gasolina	-3.47% vs 1.09% en julio de 2010
	Variaciones en el transporte público en Monterrey
Pasajeros metro	5.75% en julio de 2010
Pasajeros transmetro	2.78% en julio de 2010
Pasajeros metrobús	-27.34% en julio de 2010

Fuente: Elaboración propia

4.4 Impactos del huracán Katrina sobre la zona metropolitana de New Orleans y el estado de Louisiana

4.4.1 Producto Interno Bruto

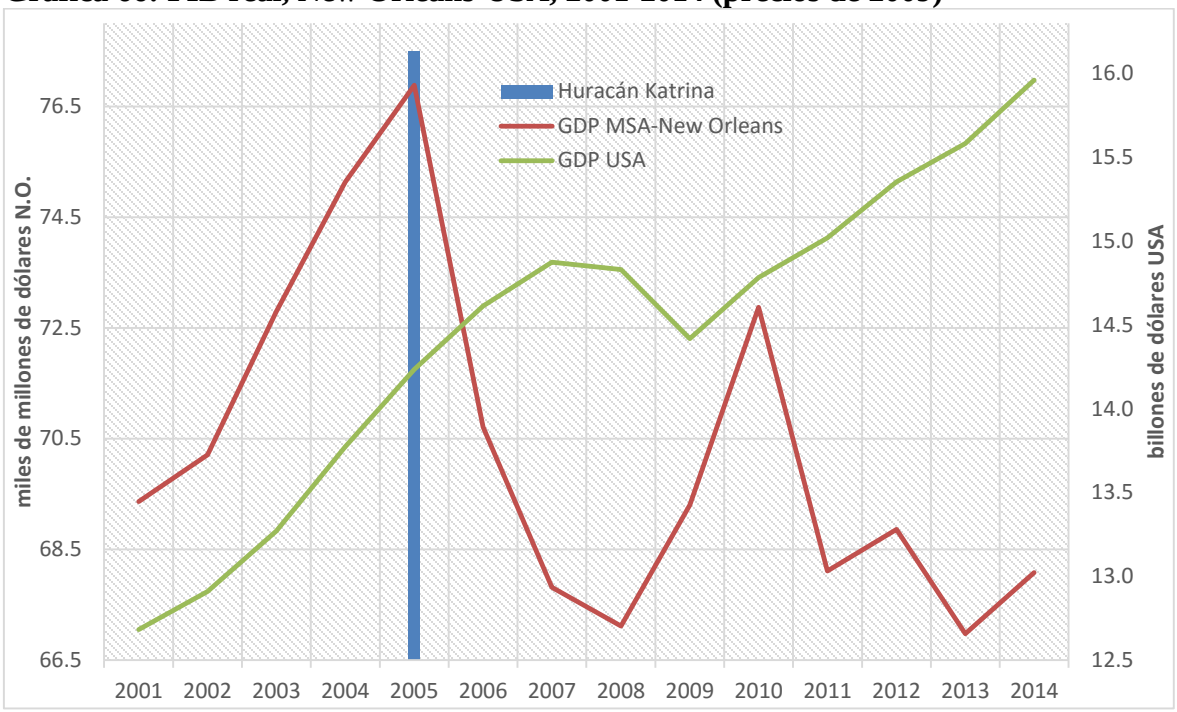
La **Gráfica 66** reporta la evolución del PIB real anual a precios de 2009, del área metropolitana de New Orleans (en rojo), y Estados Unidos (en verde). La información presentada abarca el período 2001-2014, señalando en azul el huracán Katrina ocurrido entre el 23 y el 31 de agosto de 2005.

El crecimiento económico en 2005 en el área metropolitana de New Orleans fue de 2.33%, menor, tanto al crecimiento de la economía nacional que para el mismo año fue de 3.34%, como al experimentado por ella misma en 2003 y 2004 (3.69% y 3.2% respectivamente). Este crecimiento fue impulsado en buena parte por la industria manufacturera, que creció 28.83%, siendo en conjunto, la que más aportó a la economía de New Orleans, con un 27.45% del total del PIB, ayudado también por las actividades relacionadas con las finanzas, seguros, bienes inmuebles, alquiler y arrendamiento, creciendo 5.88% y representando 13.40% del PIB. Por otro lado, las industrias que ayudaron a la desaceleración del crecimiento, fueron las actividades de gobierno, las actividades de servicios educativos, del cuidado de la salud, y de asistencia social, y las relacionadas con las artes, entretenimiento, recreación, alojamiento, y servicios alimenticios, que aportaron el 10.18%, 5.65% y 5.19%, y cayeron 5.53%, 10.77% y 10.28% respectivamente.

Siguiendo con la gráfica y observando el comportamiento creciente de la serie nacional para los años 2006 y 2007, con variaciones del 2.67% y 1.78% respectivamente, las fuertes caídas del 8.03% y 4.10% de la serie metropolitana para los mismos años, apuntan a que estuvieron relacionadas con el huracán. Esta hipótesis es válida si se tiene en cuenta el comportamiento de la serie que mide la fuerza laboral en New Orleans, la cual se analizará más adelante, y se considera la alta dependencia entre ambas variables. Por otro lado, la caída en la serie de New Orleans en 2008 del 1.03%, pudo depender del debilitamiento en la economía nacional, que se redujo 0.29%. En consecuencia, a continuación, se describirá la evolución de los cinco principales sectores de acuerdo a la información disponible para los años 2006 y 2007. La **Tabla 6** hace un recuento.

La brusca caída del 2006 se entiende al observar el comportamiento industria por industria: Las actividades mencionadas anteriormente, es decir, la industria manufacturera, las actividades relacionadas con las finanzas, seguros, bienes inmuebles, alquiler y arrendamiento, la actividad del gobierno, las de servicios educativos, del cuidado de la salud, y de asistencia social, y las actividades relacionadas con las artes, entretenimiento, recreación, alojamiento, y servicios alimenticios, aportando el 56.64% del PIB, sufrieron fuertes caídas del 16.62%, 17.12%, 17.34%, 9.40% y 11.90% respectivamente. En el 2007 a excepción de la industria manufacturera que fue fuertemente golpeada, cayendo -21.44%, todas tuvieron tasas de variación positivas del 5.82%, 0.43%, 3.41% y 10.81% en el mismo orden anterior.

Gráfica 66: PIB real, New Orleans-USA, 2001-2014 (precios de 2009)



Fuente: Elaboración propia con datos del BEA

Tabla 6: Variación y participación de las cinco industrias, área metropolitana de New Orleans, 2005-2007

	2005		*2006*		*2007*	
Industria	**Variación**	**Participación**	**Variación**	**Participación**	**Variación**	**Participación**
Manufacturing	28.83%	27.45%	-16.62%	24.88%	-21.44%	20.38%
Finance, insurance, real estate, rental, and leasing	5.88%	13.40%	-17.12%	12.07%	5.82%	13.32%
Government	-5.53%	10.18%	-17.34%	9.15%	0.43%	9.58%
Educational services, health care, and social assistance	-10.77	5.65%	-9.40%	5.56%	3.41%	6.00%
Arts, entertainment, recreation, accommodation, and food services	-10.28%	5.19%	-11.90%	4.97%	10.81%	5.74%
Total participación		61.86%		56.64%		55.02%

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Empleo

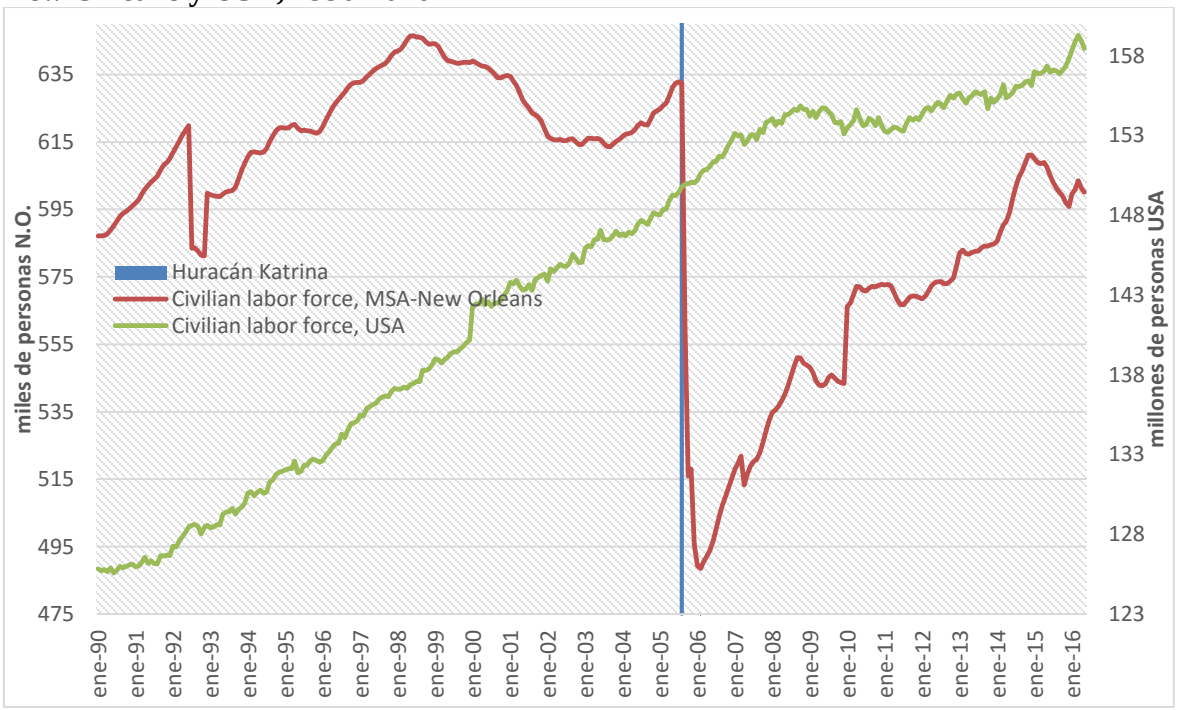
La **Gráfica 67** muestra la evolución de las series desestacionalizadas de la fuerza laboral en el área metropolitana de New Orleans, en rojo, y el total nacional, en verde. La información reportada corresponde al período enero de 1990 a mayo de 2016, señalando con la línea vertical azul el huracán Katrina que golpeó a finales de agosto de 2005.

La abrupta caída sufrida por la serie metropolitana, da una idea de la extrema violencia con la que golpeó el huracán. De agosto a septiembre de 2005, la fuerza laboral se redujo en

71,915 personas, representando una caída de 11.37%, de lejos, la más fuerte en todo el período observado. Además, el impacto sobre el indicador fue tan fuerte que siguió presentando contracciones sucesivas, a excepción del crecimiento de 0.41% en noviembre de 2005, hasta febrero del siguiente año, llegando en ese mes al peor registro en los más de 26 años analizados, 488,451, para una caída acumulada del 22.78% desde el mes del huracán. A partir de marzo de 2006 la serie inició el proceso de recuperación, con una tendencia creciente hasta aproximadamente diciembre de 2014, período en el cual experimentó un crecimiento promedio observado, mes a mes, de 0.21%, muy superior al observado hasta agosto de 2005, de 0.04%.

El comportamiento del indicador nacional revela que la caída mencionada no se trató de una coyuntura agregada, y sí, un evento localizado ocasionado por el desastre.

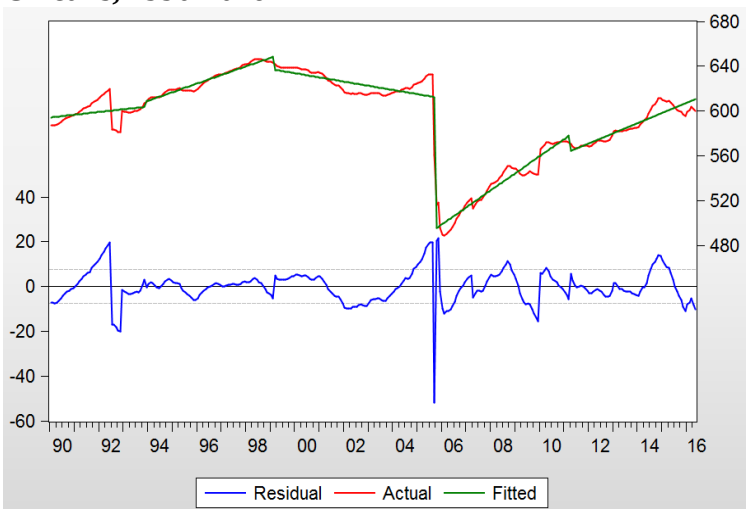
Gráfica 67: Series desestacionalizadas de la fuerza laboral, área metropolitana de New Orleans y USA, 1990-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del BLS

La **Gráfica 68** presenta el test de cambio estructural de Bai-Perron, el cual determina que la serie presentó un quiebre estadísticamente significativo en septiembre de 2005, a raíz del huracán Katrina.

Gráfica 68: Serie desestacionalizada de la fuerza laboral, área metropolitana de New Orleans, 1990-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 07/01/16 Time: 14:02
Sample: 1990M01 2016M05
Included observations: 317
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 4

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	1061.030	2122.060	11.47
1 vs. 2 *	158.1871	316.3742	12.95
2 vs. 3 *	27.48957	54.97914	14.03
3 vs. 4 *	9.443080	18.88616	14.85
4 vs. 5	0.000000	0.000000	15.29

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2005M09	1993M12
2	1999M04	1999M03
3	2011M04	2005M10
4	1993M12	2011M04

Fuente: Elaboración propia con datos del BLS

Siguiendo la propuesta metodológica, y con el fin de caracterizar los efectos del huracán Katrina sobre el área metropolitana de New Orleans, es necesario construir un pronóstico de los valores esperados sin el huracán, el cual se presenta en la **Gráfica 69**.

Los valores pronosticados, representados por la serie de negro, corresponden al período septiembre de 2005 a mayo de 2016, sugiriendo que, pese a la tendencia positiva de la serie posterior al huracán, ésta no se terminó de recuperar, dado que todos los valores observados son inferiores a sus respectivos valores pronosticados. El modelo ajustado para la construcción del pronóstico fue un $ARIMAX(1,1,0)$ que incluye como componente exógeno la serie nacional en primeras diferencias[10].

El impacto inicial está definido por la diferencia entre el valor que se asume, fue el primero en ser golpeado por el desastre, y su respectivo valor pronosticado:

$$Impacto\ inicial = Fuerza\ laboral^{pron}_{sep/05} - Fuerza\ laboral^{obs}_{sep/05} = 71{,}909\ personas$$

La caída en septiembre representó el 11.37% de lo que se esperaba sin el huracán.

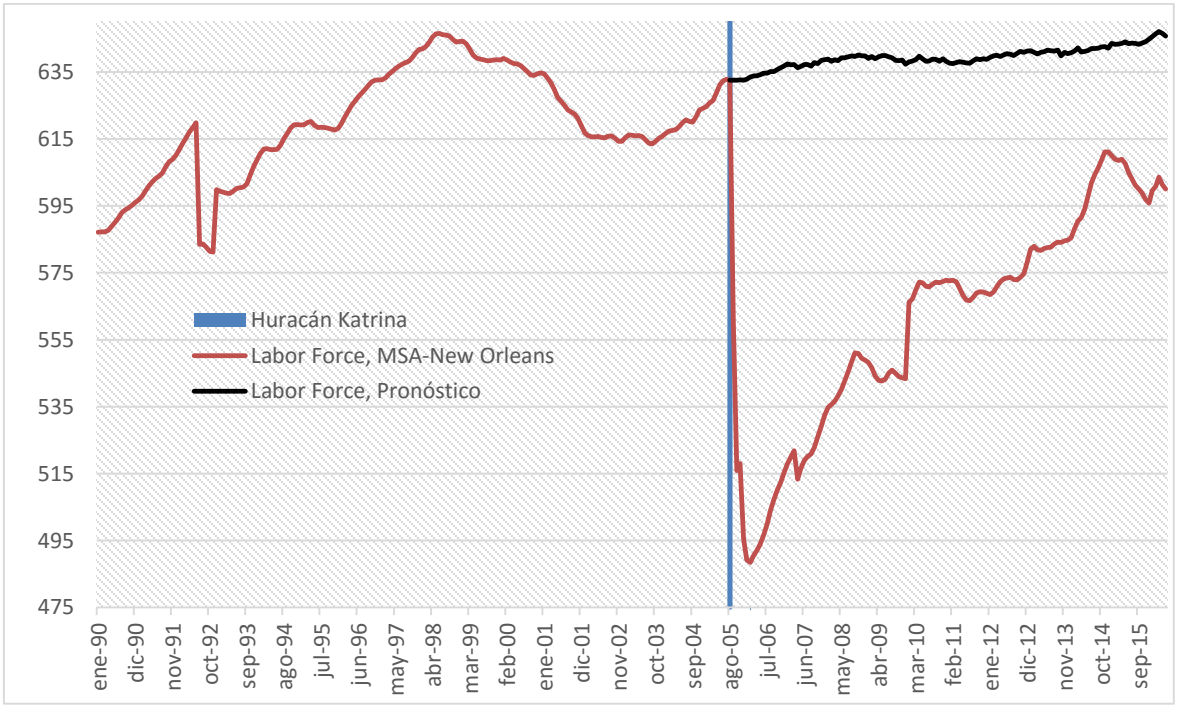
Aunque no ha habido un tiempo de recuperación, se puede pensar en la cuantía total del daño considerando la siguiente pregunta: ¿qué tanto ha sido impactada la serie en promedio durante los 129 meses que siguieron al desastre?

$$\sum_{sep/05}^{may/16} \frac{(Fuerza\ laboral^{pron} - Fuerza\ laboral^{obs})_t}{129} = 78{,}171\ personas$$

[10] Se introdujo una variable dicotómica de "crisis" en el período 2008/12 a 2009/12, sin embargo, no dio significativa, por lo que se excluyó.

En promedio, a lo largo de los 129 meses siguientes al huracán, la fuerza laboral en New Orleans, cada mes registró un déficit aproximado de 78,171 personas respecto a lo que hubiera sido sin la catástrofe.

Gráfica 69: Serie desestacionalizada, Pronóstico, Fuerza laboral, área metropolitana de New Orleans



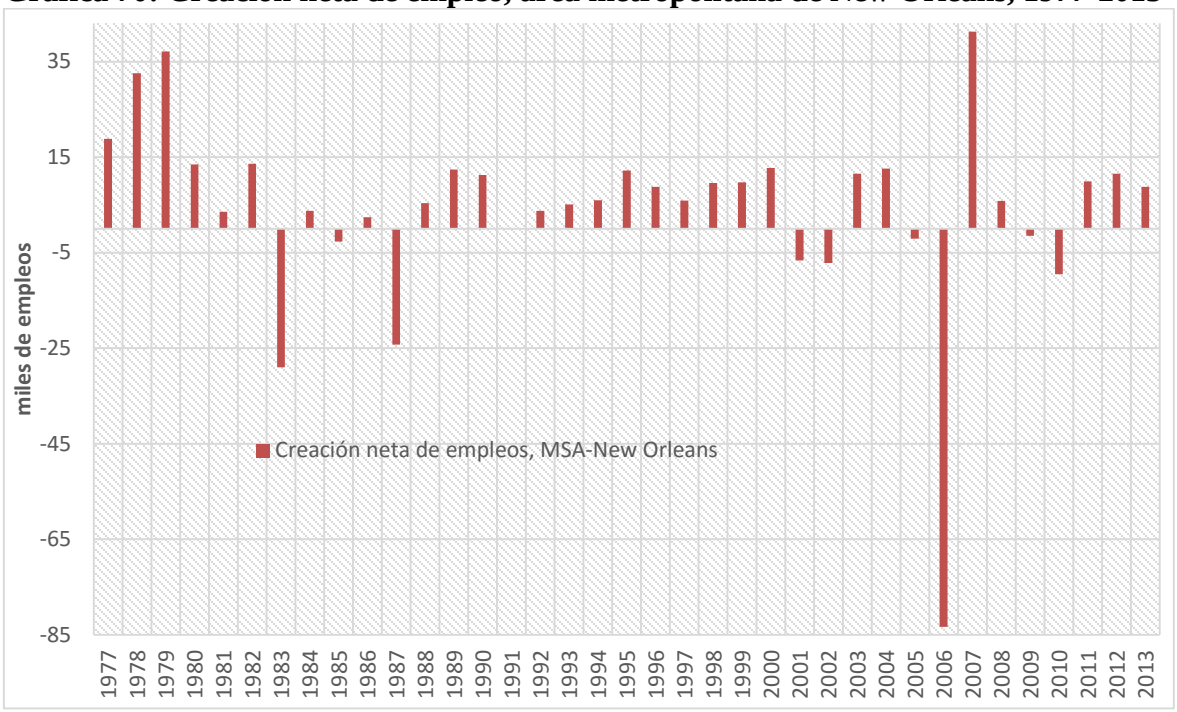
Fuente: Elaboración propia con datos del BLS

Es interesante entender y analizar los factores determinantes del desplome de la fuerza laboral en New Orleans. Teniendo presente que la variable está compuesta tanto por las personas que tienen un puesto de trabajo, como por las que están en calidad de búsqueda, dos causas principales de su caída fueron la destrucción del empleo y la migración de la población a otras regiones.

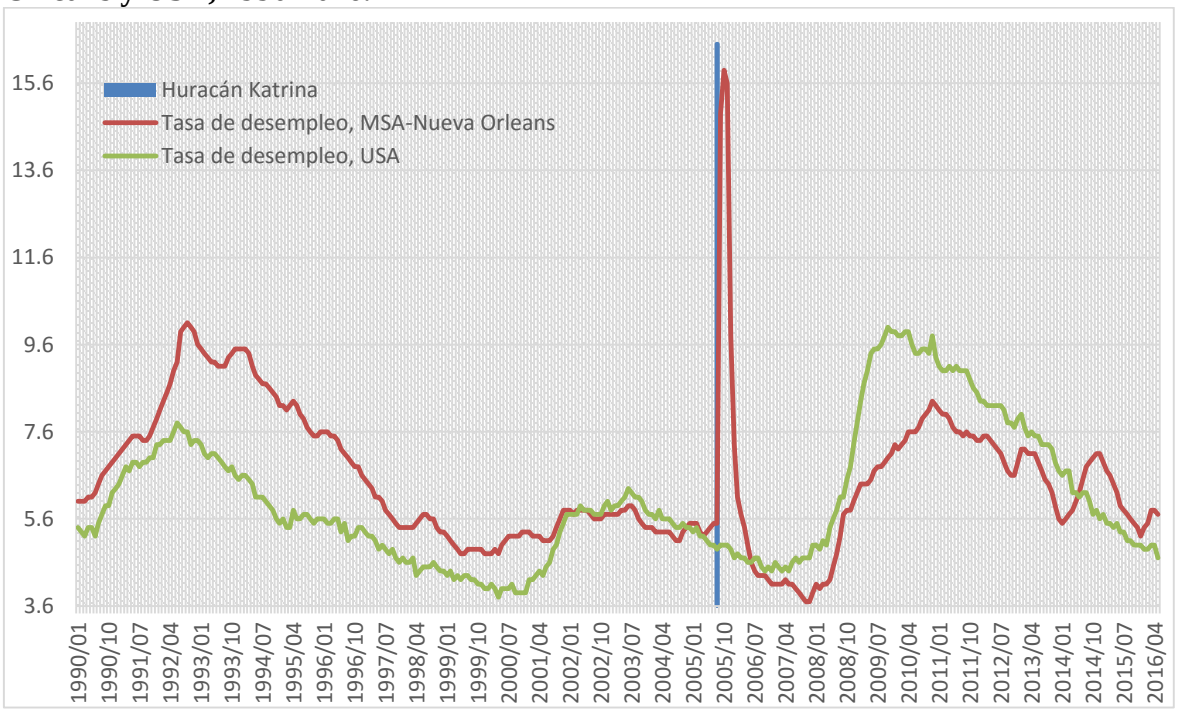
Destrucción del empleo y emigración

El huracán arrasó con buena parte de la actividad económica, provocando que, de acuerdo a como se muestra en la **Gráfica 70**, en 2005 se diera una destrucción neta de 2,107 empleos, cifra importante teniendo en cuenta que las consecuencias del huracán se hicieron evidentes desde septiembre. Este factor provocó un gran aumento en la tasa de desempleo, creciendo del 5.5% en el mes del Katrina, a 15.9% en octubre del mismo año, donde alcanzó su techo máximo entre 1990 y 2016. La evolución mensual de la tasa de desempleo en el área metropolitana de New Orleans se muestra en la **Gráfica 71**.

Gráfica 70: Creación neta de empleo, área metropolitana de New Orleans, 1977-2013



Gráfica 71: Tasas desestacionalizadas de desempleo, área metropolitana de New Orleans y USA, 1990-2016.



Fuente: Elaboración propia con datos del BLS

Sin embargo, el peor año en materia de destrucción neta de empleo, volviendo a la **Gráfica 70**, se dio en 2006, año en el cual alcanzó la cifra de 83,366, de lejos el peor registro en todo el período observado. Por lo tanto, el retorno de la tasa de desempleo a niveles

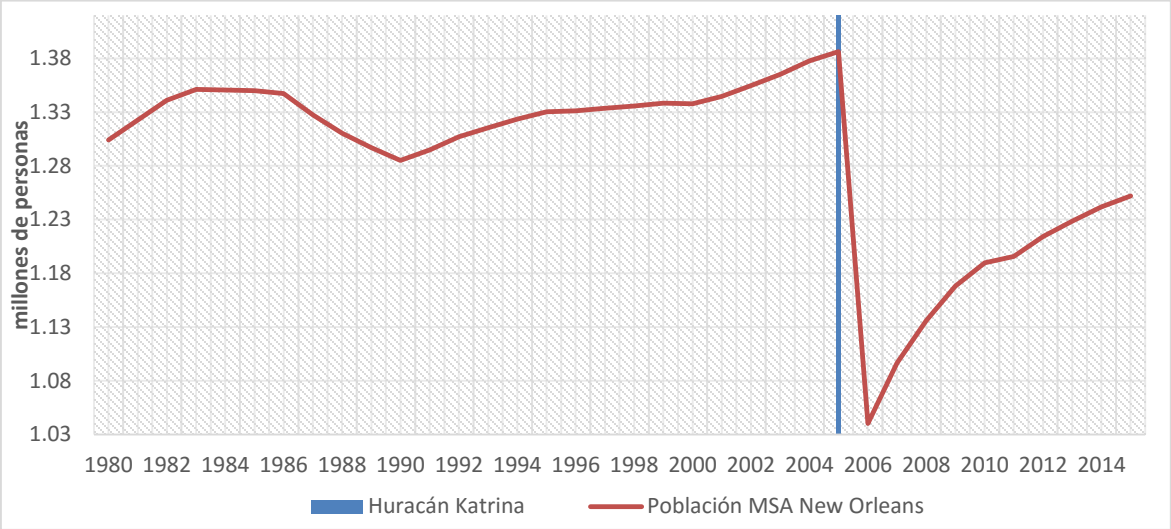
similares a los que presentaba previos a la catástrofe, aproximadamente en marzo de 2006 (5.7%), y llegando inclusive a las tasas más bajas registradas en los 26 años analizados y menores a las del país, en noviembre de 2007 (3.7% frente 4.7%); se puede explicar por la reducción total de la población, que, debido a diferentes causas de desplazamientos, se redujo 346,234 de 2005 a 2006, representando una pérdida del 24.97%. La **Gráfica 72** que reporta la evolución anual de la población en el área metropolitana de New Orleans entre 1980 y 2015, evidencia tal caída. Se destaca también que la población en los años siguientes, presentó siempre tasas de crecimiento positivas, esto ligado a la progresiva recuperación del empleo que, en el 2007 presentó una creación neta de 41,295, la mayor en todo el período. Sin embargo, el total de la población continuó siendo menor a todos los registros previos al huracán, similar a lo observado en la variable de la fuerza laboral.

Cabe mencionar que dicho aumento en la población a partir del 2007 estuvo determinado en gran medida por las familias que retornaron después de haber tenido que abandonar sus residencias (Fussell et al., 2010), provocando a su vez un cambio sustancial en la composición étnico-racial de la población. Esta modificación se captura en la **Gráfica 73**, que reporta la participación porcentual de la población de blancos y negros, junto a la población de origen hispano en el área metropolitana, entre el 2000 y 2010. Del 2005 al 2006, los blancos pasaron de representar el 57.54% al 64.25% del total de la población, a diferencia de la población afro-americana que bajó su representación de 38.53% a 31.34%. Las cifras a partir del 2007 muestran cómo las brechas de participación racial se empezaron a cerrar, aunque sin exhibir registros cercanos a los observados previos al Katrina, llegando en 2010 a participaciones de 60.52% y 34.73% de blancos y negros respectivamente.

Lo que encuentran los autores es que la población blanca retornó más rápido a sus hogares, no obstante, este aspecto está más asociado a que el impacto del huracán fue mucho mayor en aquellas áreas mayormente pobladas por negros, y no tanto a las diferencias en el estatus socioeconómico entre los grupos. Dicho de otra manera, después de controlar el nivel socioeconómico, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tasas de retorno de un grupo y de otro.

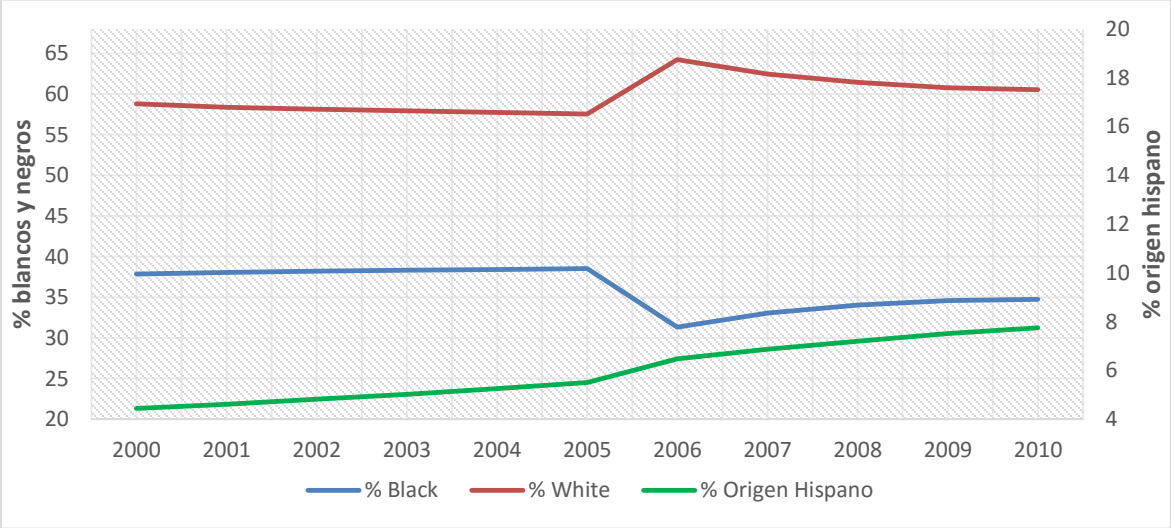
Finalmente, es importante destacar la evolución de la población del número de personas con origen hispano, que pasaron a representar del 5.51% en 2005 a 6.47% en 2006, y llegando hasta 7.75% en 2010, experimentando crecimiento de participación en todos los años observados. La explicación es que a raíz de los desastres causados por el huracán, se creó una importante demanda para trabajadores de baja calificación en labores de reconstrucción, siendo inmigrantes latinos una parte importante de la fuerza de trabajo para dichas actividades (Sisk & Bankston, 2014).

Gráfica 72: Población total, área metropolitana de New Orleans, 1980-2015



Fuente: Elaboración propia con datos del U.S CB

Gráfica 73: Porcentaje de población blanca y negra, área metropolitana de New Orleans, 2000-2010



Fuente: Elaboración propia con datos del U.S CB

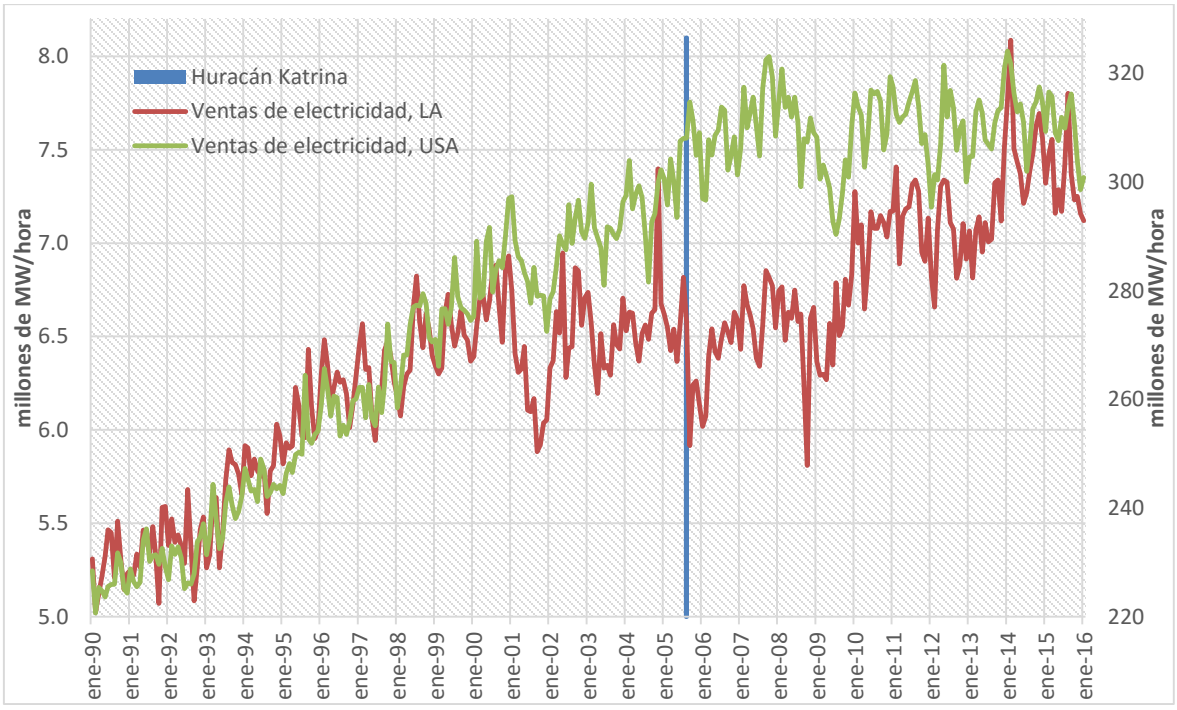
4.4.3 Electricidad

La información correspondiente a las de ventas de electricidad en el estado de Louisiana y el agregado nacional, cubre el período enero de 1990 a enero de 2016. La **Gráfica 74** reporta la evolución mensual de ambas series desestacionalizadas, representando en azul al huracán Katrina ocurrido a finales del mes de agosto de 2005.

Se destaca en el comportamiento de la serie estatal una caída atípica en el mes posterior al desastre. Las ventas de electricidad en septiembre de 2005 se redujeron 10.00% respecto a agosto, a diferencia de las ventas de electricidad en el país, que crecieron 2.15%, representado la caída más fuerte en términos porcentuales a lo largo de todo el período observado. Es también interesante que dicha caída significa el inicio de un nuevo régimen

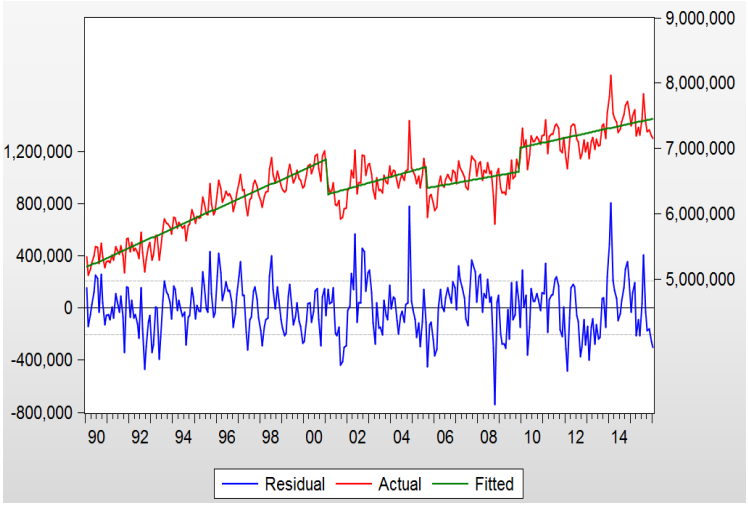
en la evolución de la variable, de acuerdo al test de cambio estructural de Bai-Perron presentado en la **Gráfica 75**, el cual determina tres quiebres estadísticamente significativos.

Gráfica 74: Series desestacionalizadas de las ventas de electricidad, Louisiana y USA, 1990-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del EIA

Gráfica 75: Serie desestacionalizada de ventas de electricidad, Test de cambio estructural, Louisiana, 1990-2016



Current breakpoint calculations:

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 07/01/16 Time: 13:58
Sample: 1990M01 2016M01
Included observations: 313
Breakpoint variables: C @TREND
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks: 3

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	91.54571	183.0914	11.47
1 vs. 2 *	33.99690	67.99381	12.95
2 vs. 3 *	9.449175	18.89835	14.03
3 vs. 4	4.771364	9.542729	14.85

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2001M02	2001M02
2	2009M12	2005M09
3	2005M09	2009M12

Fuente: Elaboración propia con datos del EIA

Siguiendo el procedimiento propuesto, se requiere de un pronóstico para cuantificar las tres medidas de interés: la caída inicial, el tiempo de recuperación, y la cuantía del daño.

La **Gráfica 76** muestra en negro el pronóstico de la serie, para un total de 17 meses, período en que los valores predichos son mayores a los valores observados, es decir que, el impacto del huracán Katrina sobre las ventas de electricidad en el estado, se sintió durante ese tiempo, recuperándose en febrero de 2007. Para el ajuste del pronóstico se incluyó la tendencia, un componente autorregresivo de orden 1 y la serie nacional.

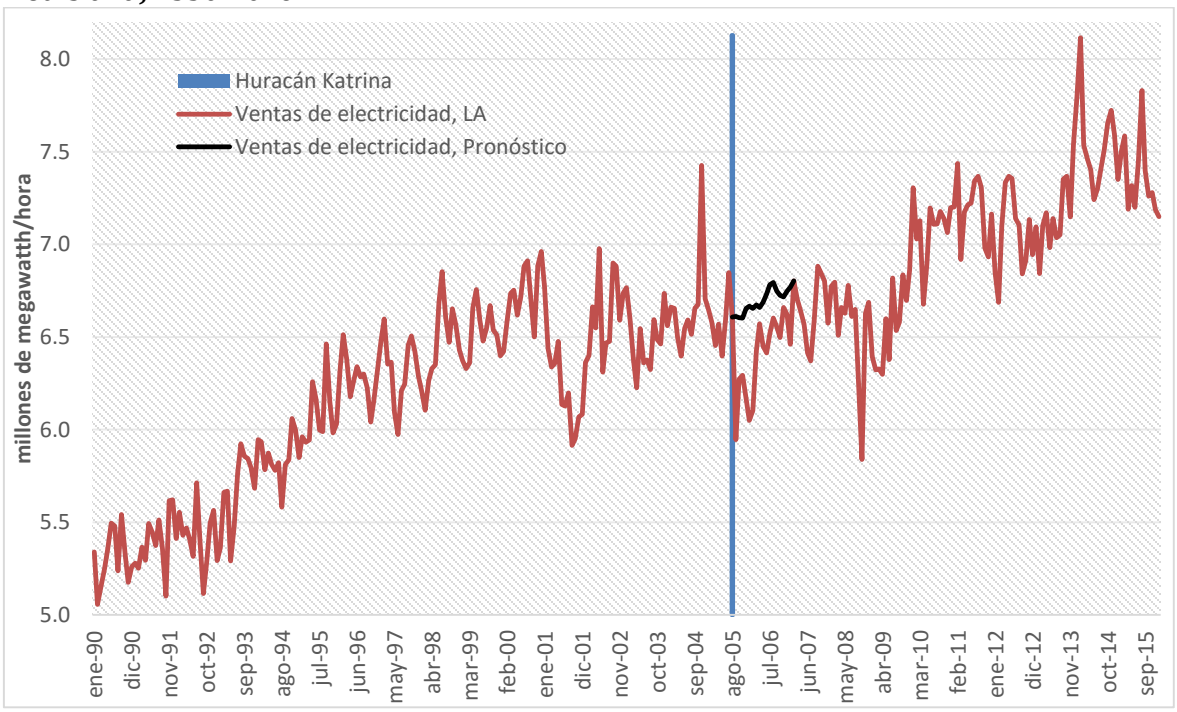
El impacto inicial está determinado por la diferencia entre el primer valor pronosticado y su correspondiente valor observado:

$$Impacto\ inicial = Ventas\ de\ electricidad^{pron}_{sep/05} - Ventas\ de\ electricidad^{obs}_{sep/05} = \\ = 664{,}437.28\ MW(10.05\%)$$

Finalmente, la cuantía total del impacto del huracán sobre el indicador puede establecerse en un daño promedio mensual para los 17 meses en que fue inferior el valor observado al pronosticado:

$$\sum_{sep/05}^{ene/07} \frac{(Ventas\ de\ electricidad^{pron} - Ventas\ de\ electricidad^{obs})_t}{17} = 307{,}024.37\ MW$$

Gráfica 76: Serie desestacionalizada de las ventas de electricidad, Pronóstico, Louisiana, 1990-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del EIA

4.4.4 Síntesis de hallazgos

Indicadores que presentaron cambio estructural	Impacto inicial	Tiempo de recuperación	Daño promedio mensual/trimestral
Fuerza laboral	72,090	-	77,690
Electricidad	664,437.28 MW	18 meses	307,024.37 MW
Indicadores para los que no se analizó el cambio estructural	**Variaciones tras el desastre**		
Unemployment rate	14.9%, 15.9% y 15.6% en septiembre, octubre y noviembre de 2005 respectivamente		
Net job creation	-2,107, -83,366 y 41,295 en 2005, 2006 y 2007 respectivamente		

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La metodología seguida en la investigación permitió detectar y caracterizar los efectos de los cuatro fenómenos hidrometeorológicos sobre los principales indicadores socioeconómicos en las distintas regiones.

Se encontraron diferencias en cuanto a la extremosidad de los eventos (en términos de efectos sobre los indicadores observados), siendo New Orleans-Louisiana y Cancún-Quintana Roo las regiones más afectadas, asociado, entre otros factores, a que fueron azotadas directamente por los huracanes, a diferencia de las regiones Villahermosa-Tabasco y Monterrey-Nuevo León, de acuerdo a lo presentado en las trayectorias descritas anteriormente.

Los efectos de los huracanes Katrina y Wilma están relacionados en términos de que coincidieron con cambios estructurales en algunos de las variables analizadas para cada región. En New Orleans, la fuerza laboral, y en Louisiana, la electricidad, tuvieron un cambio de régimen. En Quintana Roo, el ITAEE, el ITAEE de las actividades terciarias, y los trabajadores asegurados al IMSS, y en Cancún, el índice de ventas al por mayor, y el número de cuartos ocupados, experimentaron un quiebre estructural.

Por otro lado, los desastres en Villahermosa-Tabasco, y Monterrey-Nuevo León, aunque no evidenciaron cambios estructurales en los indicadores presentados, sí concuerdan temporalmente con variaciones atípicas. En el primero, se vieron fuertemente afectadas las ventas al por mayor y al por menor, el número de cuartos ocupados, y el índice de electricidad, que también mostró una reducción significativa en Nuevo León, en donde además se dieron cambios importantes en la producción manufacturera, y en Monterrey, las ventas de gasolina y el número de pasajeros en el metrobús.

Se puede afirmar que los cambios estructurales están directamente asociados a la persistencia en el tiempo de los efectos. Aunque en las dos regiones mexicanas del golfo de México hubo fuertes variaciones, se dieron igualmente rápidas recuperaciones en la evolución de los indicadores. A diferencia de las otras dos, donde la recuperación se logró hasta después de varios meses, o bien, no se ha alcanzado por completo, como es el caso de la fuerza laboral en New Orleans.

La inclusión de las series nacionales al análisis regional, permitió controlar posibles eventos coyunturales agregados, evitando en alguna medida atribuir a los desastres, cambios en los indicadores originados por otras causas. De igual manera, su consideración en el ajuste de los modelos para la construcción de los pronósticos a partir de la metodología ARIMA, necesarios para realizar el contraste entre lo observado y lo esperado, resultó conveniente para capturar ciertos choques externos ocurridos fuera de la región, más probables entre mayor fuera el tiempo del pronóstico, y disminuyendo así, la sobreestimación de los daños. Por otro lado, los *shocks* que pudieran ocurrir posterior al desastre y al interior de la región, pueden ser controlados mediante variables dummy, o considerando variables explicativas locales que hayan sido afectadas por dicho *shock*. Sin embargo, en la construcción de largos pronósticos, como fue el caso de la fuerza laboral en

New Orleans, aumenta la dificultad de controlar diferentes factores de ese tipo, por lo que los resultados del tiempo de recuperación y la cuantía total del daño, deben tomarse con cautela.

Finalmente, los hallazgos de la investigación resaltan la importancia de considerar en el análisis de los desastres, no sólo los *stocks*, tal como lo son las vidas humanas, daños ambientales, y pérdida de infraestructura, sino también sobre los flujos de la actividad económica. Por lo anterior, se recomienda una política de mitigación de los efectos de los desastres que vaya más allá de los costos de reconstrucción física, y dependiendo del caso, intente una reactivación económica, dando un seguimiento a la evolución de los indicadores afectados.

Bibliografía

Aguilar-Barajas, I., Magaña-Rueda, V., Ramirez-Orozco, A., & Sisto, N. P. (2013). *Fortalecimiento de la gobernanza hídrica en contextos de cambio climático: el caso de la zona metropolitana de Monterrey.* unpublished technical report, UN-HABITAT, Monterrey.

Andrews, D. W. (1993). Test for parameters instability and structural change with unknown change point. *Econometrica, 61*(4), 821-856.

Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change model. *Journal of Applied Econometrics*, 1-22.

Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I., & Pantano, J. (2010). Catastrophic natural disasters and economic growth. *Working Papers*.

Cheong, C. W. (2008). A sectoral efficiency analysis of malaysian stock exchange under structural break. *American Journal of Applied Sciences, 5*(10), 12911295.

Chow, G. C. (1960). Tests of equality between sets coefficient in two linear regressions. *Econometrica, 28*(3), 591-605.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimator for autorregresive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association, 74*(366), 427-431.

Fussell, E., Sastry, N., & VanLandingham, M. (Jan de 2010). Race, socioeconomic status, and return migration to New Orleans after Hurricane Katrina. *Population and Environment*, 20-42.

Garcia, S. L. (2002). The impact of natural disasters on economic growth: a study of Mexico and central America. *University of Kentucky Master's Theses*.

Ghosh, M. (Jan-March de 2010). Structural breaks and performance in indian agriculture. *Indian Journal of Agricultural Economics, 65*(1), 59-79.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). Econometría de series de tiempo: algunos conceptos básicos. En D. N. Gujarati, & D. C. Porter, *Econometría* (págs. 737-769). Mc Graw Hill.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). Econometría de series de tiempo: pronósticos. En D. N. Gujarati, & D. C. Porter, *Econometría* (págs. 773-786). Mc Graw Hill.

Hansen, B. E. (1990). Lagrange multiplier tests for parameter instability in non-linear model. *University of Rochester*.

Hansen, B. E. (1992). Test for parameter inestability in regression with I(1) processes. *Journal of Business & Economic Statistics , 10*(3), 321-335.

Jin, H. J., & Miljkovic, D. (2005). Analysis of multiple structural breaks in relative farm prices in the United States, 1913-2003. *Annual Meetings of the American Agricultural Economics Association*.

Kirschstein, T. (2015). *Integrated Supply Chain Planning in Chemical Industry: Potentials of Simulation in Network Planning.*

McCallum, E., & Heming, J. (2006). Hurricane Katrina: an environmental perspective. *Philosophical Transactions*, 2099-2115.

Padgett, J., DesRoches, R., Nielson, B., Yashinsky, M., Kwon, O.-S., Burdette, N., & Tavera, E. (2008). Bridge damage and repair costs from hurricane Katrina. *Journal of Bridge Engineering*, 6-14.

Perevochtchikova, M., & Lezama de la Torre, J. L. (2010). Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México. *Journal of Latin American Geography*.

Perron, P. (1989). The Great Crash, the oil price shock and the unit root hypothesis. *Econometrica, 57*(6), 1361-1401.

Quandt, R. E. (1958). The estimation of the parameters of a linear regression sistem obeying two separate regimes. *Journal of the American Statistical Association*, 873-880.

Rao, B. B., & Rao, G. (16 de May de 2009). Structural breaks and energy efficiency in Fiji. *Energy Policy, 37*(10), 3959-3966.

Rodriguez-Oreggia, E., de la Fuente, A., & de la Torre, R. (2008). The impact of natural disasters on human development and poverty at the municipal level in Mexico. New York: RPP-LAC-MDGs and Poverty.

Scodari, P. (2006). *Estimating loss of life from hurricane-related flooding in the Greater New Orleans Area.* Abt Associates Inc.

Sisk, B., & Bankston, C. L. (June de 2014). Hurricane Katrina, a Construction Boom, and a New Labor Force: Latino Immigrants and the New Orleans Construction Industry, 2000 and 2006–2010. *Population Research and Policy Review, 33*(3), 309-334.

Sisto, N. P., & Ramírez Orozco, A. I. (2015). Flash floods in the Monterrey metropolitan area, Mexico: Lessons from Hurricane Alex. En I. Aguilar Barajas, J. Mahlknecht, J. Kaledin, M. Kjellén, & A. Mejía Betancourt, *Water and Cities in Latin America: Challenges for Sustainable Development* (págs. 150-153).

Wang, L. (2011). *The impact of japanese natural disasters.* Obtenido de http://artsci.wustl.edu/~gradconf/LinWang.pdf

Worthington, A. (2008). The impact of natural events and disasters on the Australian stock market: A GARCH-M analysis of storms, floods, cyclones, earthquakes and bushfires. *Global Business and Economics Review, 10*(1), 1-10.

Worthington, A., & Valadkhani, A. (2004). Measuring the impact of natural disasters on capital markets: an empirical application using intervetion analysis. *Applied Economics, 36*(19), 2177-2186.

Zivot, E., & Andrews, D. W. (1992). Further evidence on the Great Crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics, 10*(3), 251-270.