

# Análisis de la temporada 2011 de ciclones tropicales sobre México

Michel Rosengaus Moshinsky

Servicio Meteorológico Nacional (asesor INFOTEC), D.F., México, [mickros@prodigy.net.mx](mailto:mickros@prodigy.net.mx)

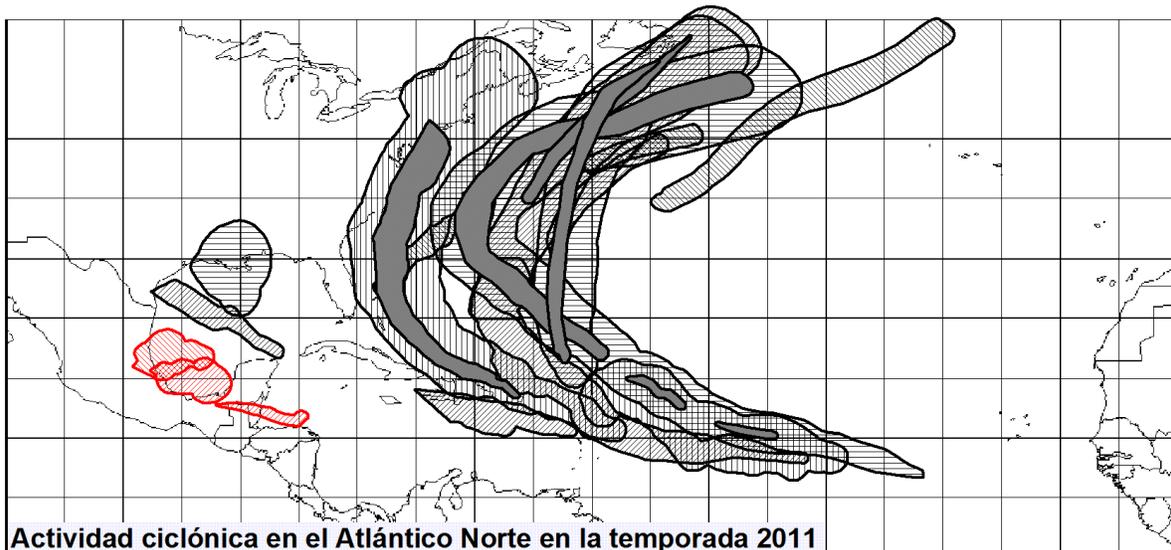
## Introducción

Mucho trabajo se realiza con respecto a ciclones tropicales en modo “pronóstico”, pero poco análisis de lo ocurrido se hace disponible a potenciales usuarios rápidamente. Esto, esencialmente, porque el tiempo de los “analistas” está ocupado con el pronóstico de los siguientes sistemas tropicales. En este trabajo se presenta un análisis de la temporada 2011, hasta el 30 de septiembre, de ciclones tropicales, con fuerte énfasis en su efecto de precipitación pluvial sobre México. Los datos de las trayectorias y huellas de vientos son los de tiempo real (vs “mejores trayectorias”) de los boletines del NHC (cada 6 horas). Los datos de precipitación pluvial son los medidos en tiempo (casi) real por el subconjunto de las estaciones climatológicas de la CONAGUA que reportan diariamente (al principio de la temporada del orden de 900 diarias, actualmente del orden de 1,300 diarias). Se analiza un ciclón tropical en cuanto a sus lluvias si su huella de vientos de tormenta tropical o mayor se introduce a la vecindad de 500 km alrededor del México continental.

## Actividad ciclónica de la temporada 2011 hasta el 30 de septiembre

El análisis de actividad ciclónica en el Atlántico Norte presentado incluye (aproximadamente) hasta el 30 de septiembre de 2011, aunque incluye completo al ciclón tropical Ophelia y no incluye al ciclón tropical Philippe en el Atlántico Norte. Esta actividad se plasma en el mapa de áreas sujetas a vientos de tormenta tropical (achuradas) y huracán (gris sólido) que se muestra en la Figura 1, siguiendo a Rosengaus (2006).

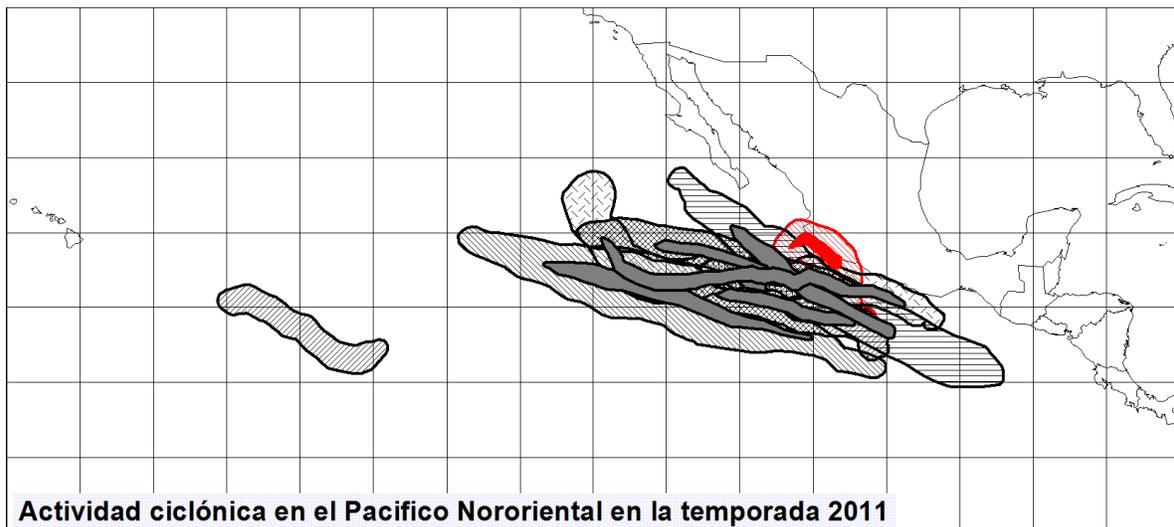
**Figura 1.** Actividad ciclónica del Atlántico Norte en 2011 hasta el 30 de septiembre.



Esta actividad se caracteriza por estar dominada por sistemas relativamente débiles. Los primeros ocho sistemas con nombre no alcanzaron la categoría de huracán, y solamente cuatro de 15 sistemas lo habían hecho hasta al 30 de septiembre, una fracción mucho menor que la usual. El índice de actividad ciclónica (Rosengaus, 2006) hasta terminado Ophelia era de 24.4 millones  $\text{km}^2$ , lo que rebasa ya el promedio 2000-2009 para la temporada completa (20.5 millones  $\text{km}^2$ ), pero resulta todavía significativamente menor que el valor total para 2010 (33.9 millones  $\text{km}^2$ ). Destacan los dos grupos obvios, los ciclones de gran recorrido que han tendido a recurvar fuera del Caribe y antes del Golfo de México y los ciclones débiles de recorrido corto que se han formado en el Caribe Oeste y el Golfo de México. En número de ciclones tropicales con nombre (15) también ha ya rebasado el promedio 2000-2009 para el total de la temporada (14.8), pero todavía no alcanza el número ocurrido en la totalidad de la temporada 2010 (19).

En el caso de la actividad ciclónica del Pacífico Nororiental la fecha de corte es también el 30 de septiembre, hasta el ciclón tropical Hilary. El mapa se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.** Actividad ciclónica del Pacífico Nororiental en 2011 hasta el 30 de septiembre.



Se observa una temporada hasta el 30 de septiembre dominada por sistemas intensos. Siete de los ocho sistemas con nombre han alcanzado la categoría de huracán. Solo el sistema francamente alejado de la costa mexicana no alcanzó categoría de huracán. Pero las trayectorias hasta ahora ocurridas han estado ligeramente más alejadas de la costa que lo normal. El Índice de Actividad Ciclónica acumulado hasta el 30 de septiembre ha sido de 5.7 millones  $\text{km}^2$ , todavía por debajo del promedio 2000-2009 en la temporada completa (7.6 millones  $\text{km}^2$ ) pero muy por arriba de su valor 2010 (3.3 millones  $\text{km}^2$ ). El número de sistemas con nombre hasta el 30 de septiembre (8) se encuentra lejos del promedio 2000-2009 para temporada completa (14.9), pero ya por arriba del valor 2010 total (7).

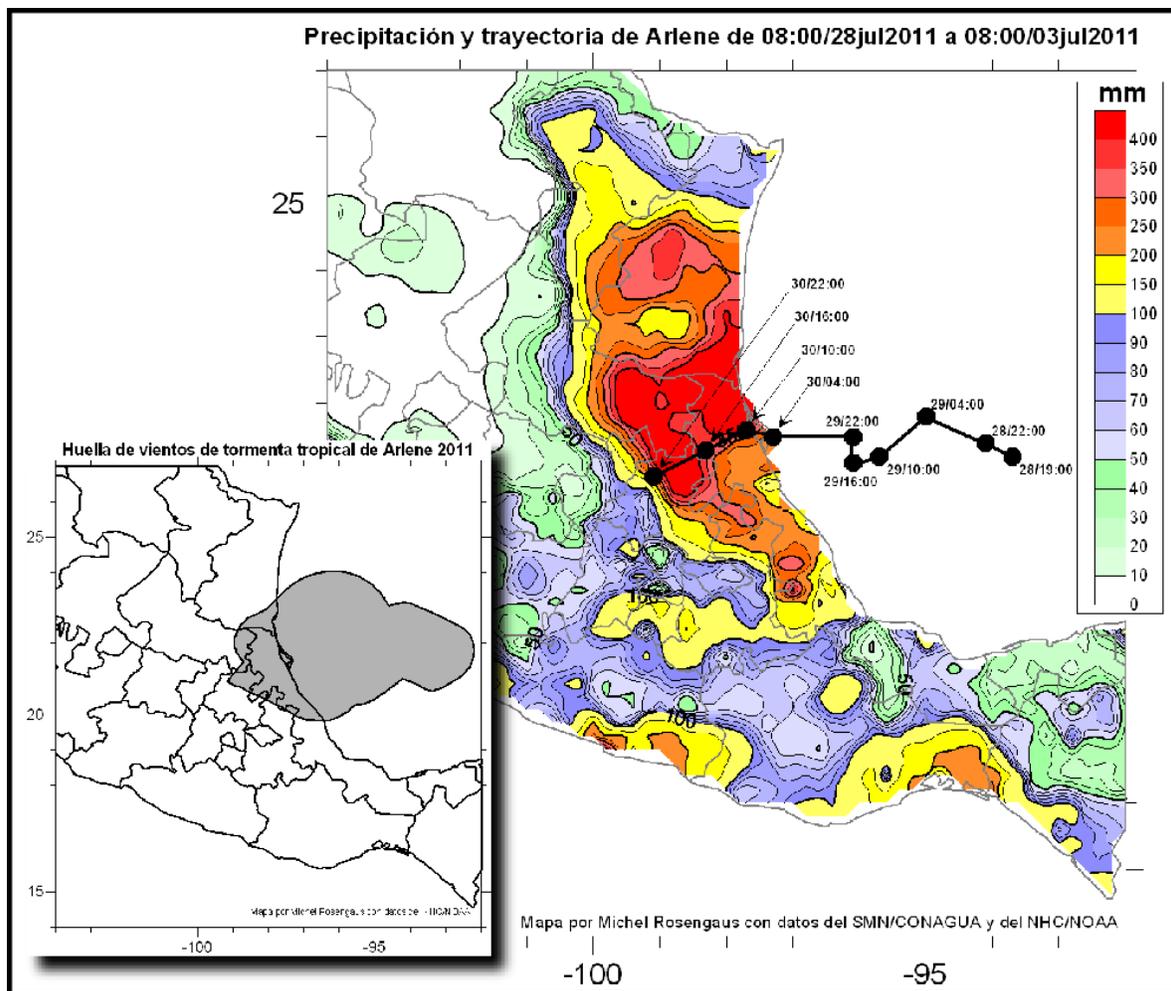
Los sistemas que cumplen con el criterio de análisis de lluvias (vientos de tormenta tropical dentro de vecindad de 500 km de México continental) fueron. Arlene, Don, Harvey y Nate en el Atlántico Norte y Beatriz, Calvin, Dora, Greg y Hilary en el Pacífico Nororiental, los que a continuación se

tratan por separado. Los análisis se realizaron día por día en los que la condición se cumplió, pero por limitaciones de espacio aquí solo se presentarán los análisis de acumulados para todo el intervalo en el que esta condición se cumplió. Los mapas mostrados incluyen la precipitación acumulada en dicho intervalo, la porción de la trayectoria correspondiente y la huella de vientos de tormenta tropical y de huracán.

### Análisis de Arlene (Atlántico Norte, 28 junio a 03 julio 2011)

La figura 3 muestra en su extremo superior derecho el mapa de isoyetas de lámina acumulada total así como la trayectoria con sus posiciones cada 6 horas. En el extremo inferior izquierdo se muestra la huella de sus vientos de tormenta tropical. Arlene fue el ciclón tropical que claramente dejó las mayores y más concentradas precipitaciones de la temporada 2011 (al menos hasta el 30 de septiembre). Se presentan áreas con láminas de más de 400 mm a la derecha de la trayectoria. La medición puntual más alta en 24 horas fue de 348.8 mm en Tamesí, Tamaulipas. Desgraciadamente, su penetración tierra adentro no fue suficiente para romper la severa condición de sequía reinante en el Altiplano Central Norte. Observe la huella de vientos de tormenta tropical como indicador de la zona de mayor precipitación. Observe también el evidente sesgo de la distribución geográfica de la lluvia hacia la derecha de la trayectoria.

Figura 3. Precipitación, trayectoria y huella de vientos de Arlene.

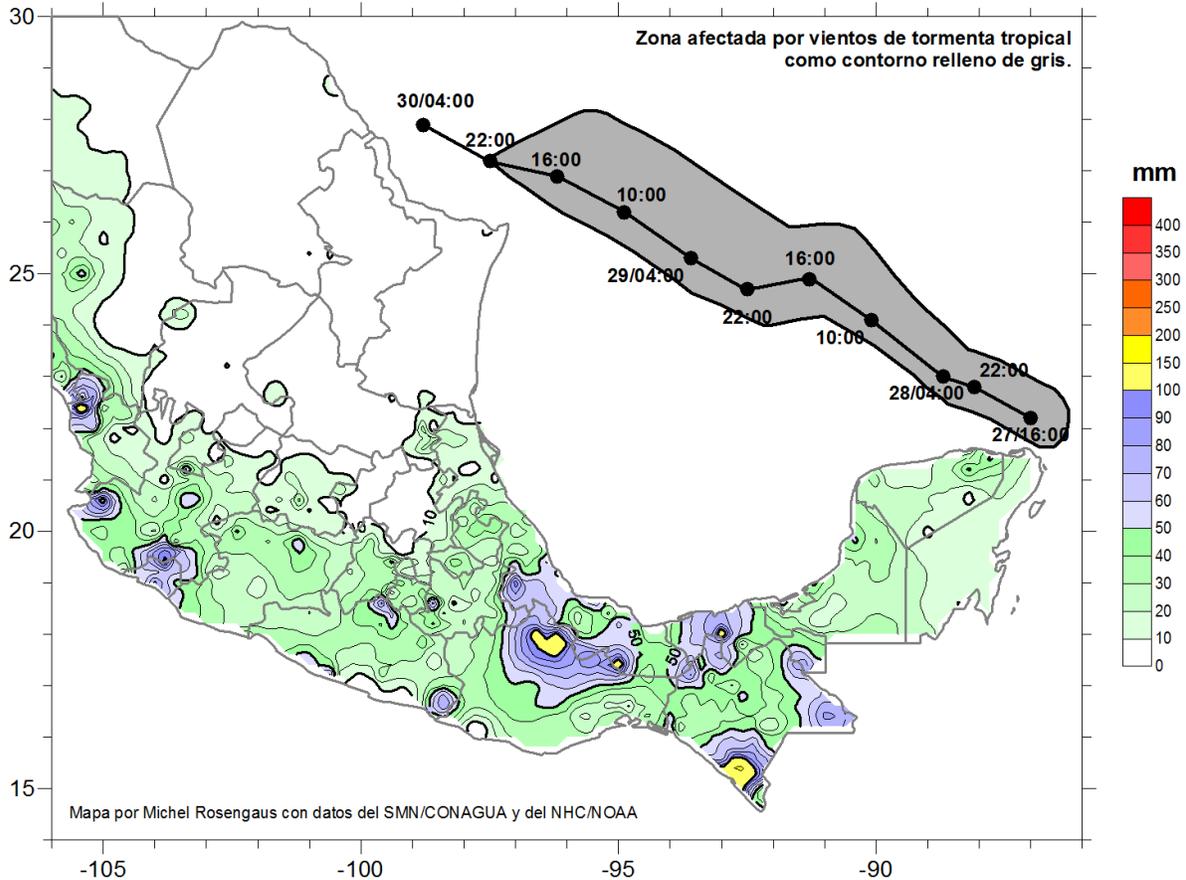


### Análisis de Don (Atlántico Norte, 27 al 31 de julio de 2011)

Don pasó relativamente lejos del México continental en casi toda la longitud de su trayectoria, al principio en etapa de formación, al final en etapa de muy rápida disipación (antes de entrar a tierra). En la Figura 4 se muestra el mapa de lluvias, trayectoria y huella de vientos. Por supuesto sus lluvias sobre el territorio resultaron muy modestas, pero hasta sorprendentes por su escasez cerca de la frontera Norte.

**Figura 4.** Precipitación durante la duración de Don, con su trayectoria y huella de vientos.

### Precipitación y trayectoria de Don de 08:00/27jul2011 a 08:00/31jul2011



### Análisis de Harvey (Atlántico Norte), 18 al 23 de agosto de 2011)

Harvey fue (al menos hasta el 30 de septiembre) el único ciclón tropical propiamente en el Caribe. Su huella de vientos de tormenta tropical es extremadamente limitada, solo Este de Tabasco y Sur de Campeche, pero su trayectoria como ciclón tropical continuó mucho después de degradarse a depresión tropical dejando lluvias moderadamente altas sobre el Sureste, el Golfo de México Sur y Centro. En la Figura 5 se observan sus mapas de precipitación pluvial, trayectoria y huella de vientos. Dejó zonas medianamente extensas con láminas de más de 100 mm. A su re-incidencia desde el Golfo de México se vuelve a observar claramente el sesgo de la distribución geográfica de la precipitación hacia la derecha de su trayectoria, zona en la que reinan los vientos de mar hacia tierra y cuasi perpendiculares la la sierra. También se observa el ingreso de humedad del Pacífico sobre el Sur de Chiapas promovida por la circulación una vez que pasó por el sitio.

Figura 5. Precipitación, trayectoria y huella de vientos asociada a Harvey

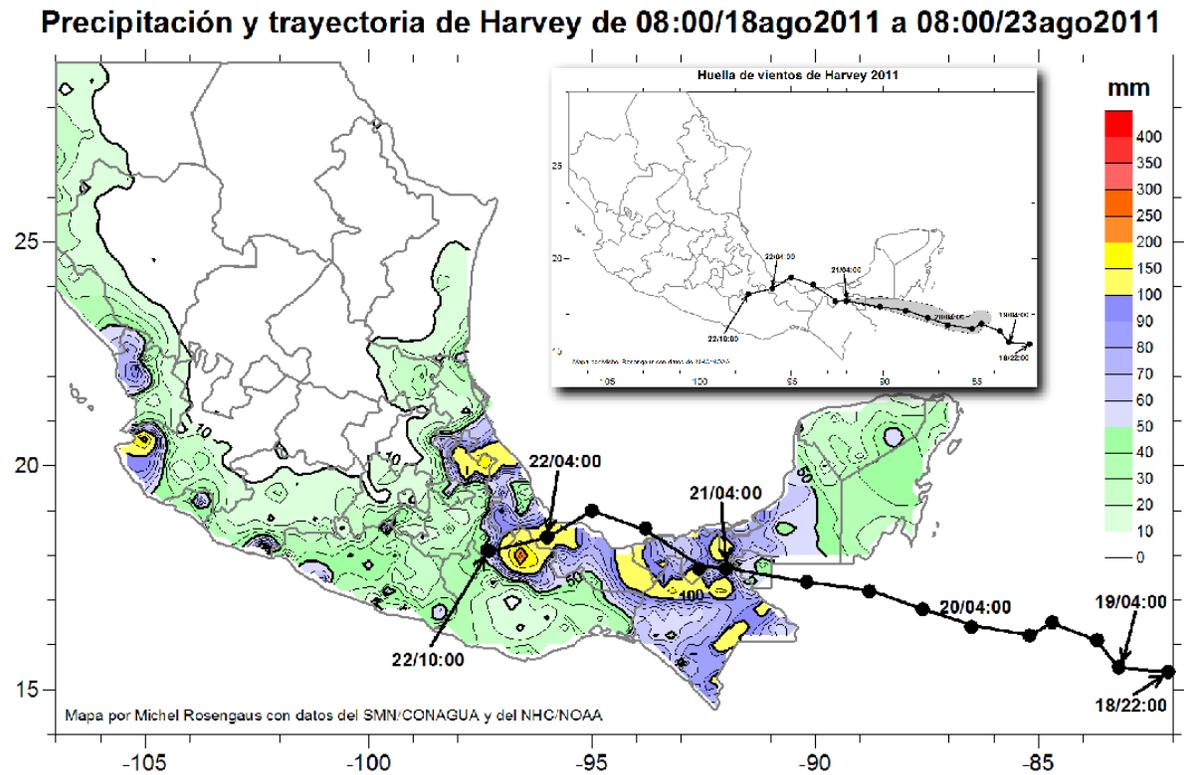
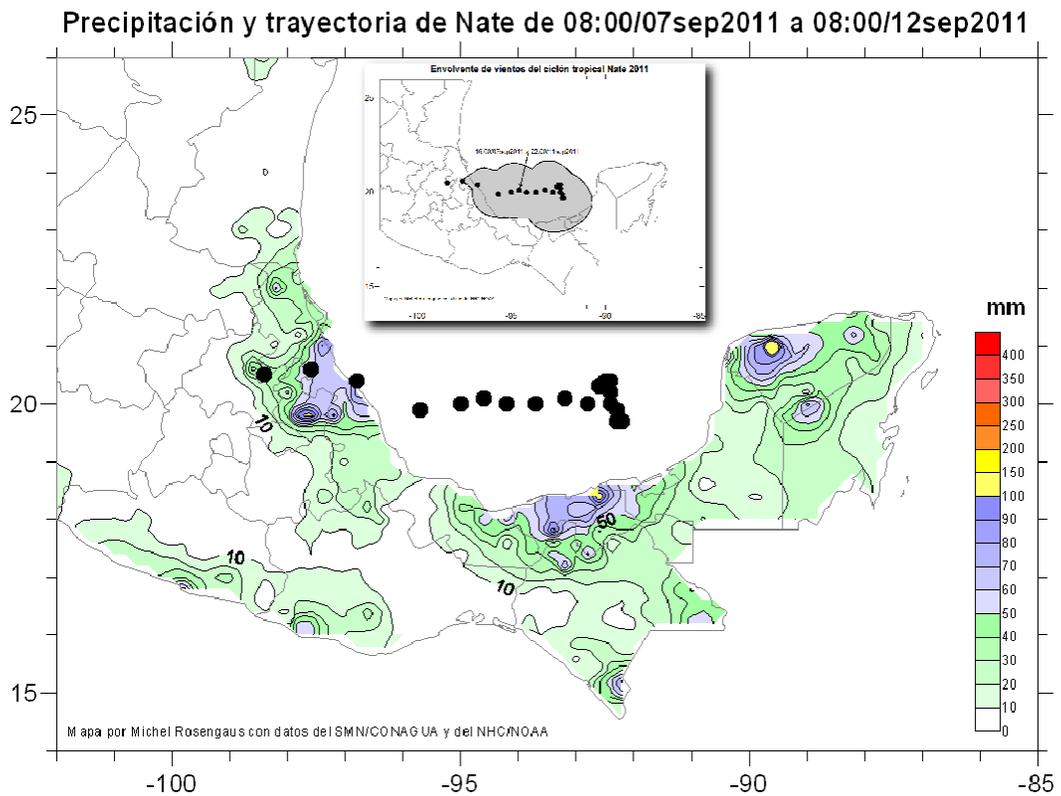


Figura 6. Precipitación durante Nate con ubicaciones cada 6 horas y huella de vientos.



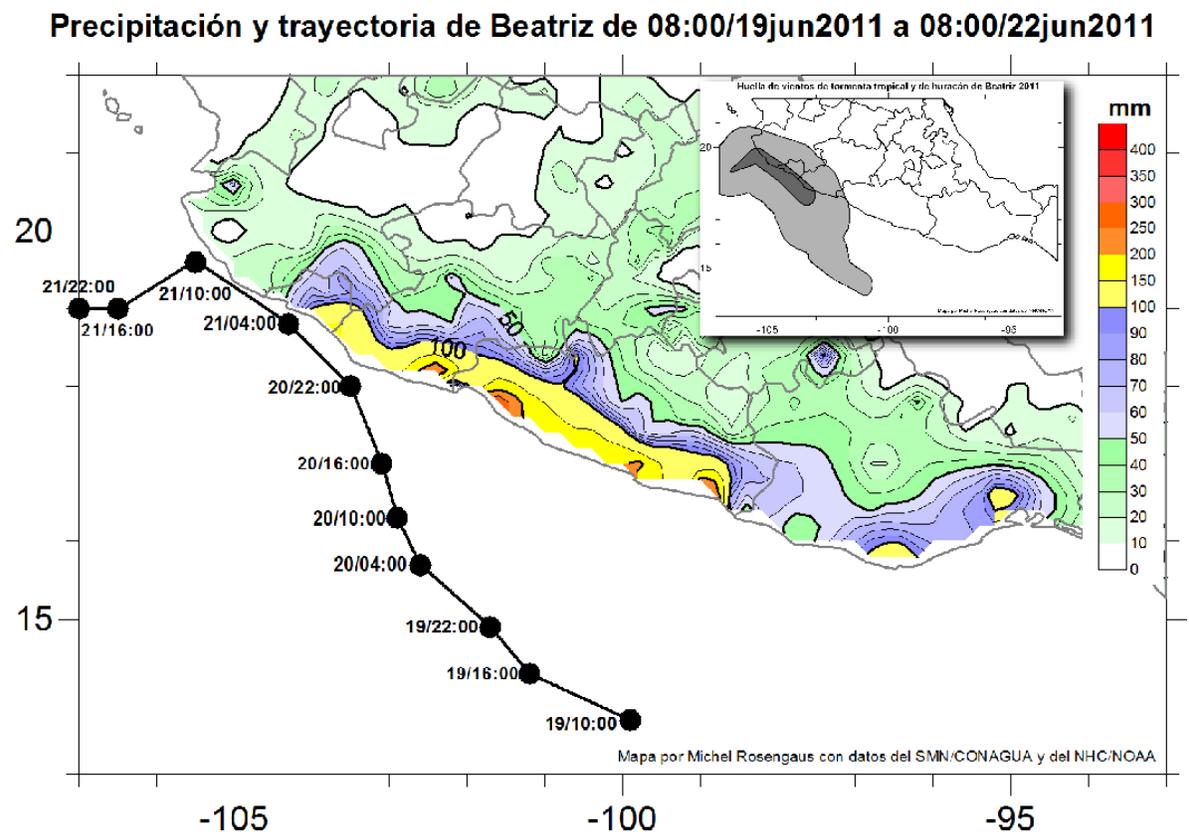
### Análisis de Nate (Atlántico Norte, 07 al 12 de septiembre de 2011)

Nate fue un ciclón relativamente débil con una estructura que nunca acabó de desarrollarse bien, ni siquiera para la intensidad de tormenta tropical que alcanzó. La Figura 6 muestra la precipitación durante su recorrido, sus posiciones cada 6 horas y su huella de vientos de tormenta tropical. Observe a la envolvente de vientos de tormenta tropical como indicador de las zonas de mayor lluvia, claro que con el sesgo de la distribución de lluvia hacia la derecha de la trayectoria en la zona de incidencia.

### Análisis de Beatriz (Pacífico Nororiental, 19 al 22 junio de 2011)

En la Figura 7 se presenta el mapa de precipitación acumulada durante el paso del ciclón tropical Beatriz en la cercanía de México, así como la trayectoria y la huella de vientos de tormenta tropical y de huracán de dicho ciclón. Se observan varias regiones pequeñas con láminas de más de 250 mm y una muy extensa franja con láminas de más de 100 mm. Nuevamente se observa que la huella de vientos de tormenta tropical funge como un razonable indicador de las mayores precipitaciones, aunque el sesgo hacia el lado derecho de la trayectoria (en la zona en la que los vientos que dominan son los de mar a tierra y cuasi-perpendiculares a la sierra).

Figura 7. Precipitación durante el paso de Beatriz, con trayectoria y huella de vientos.

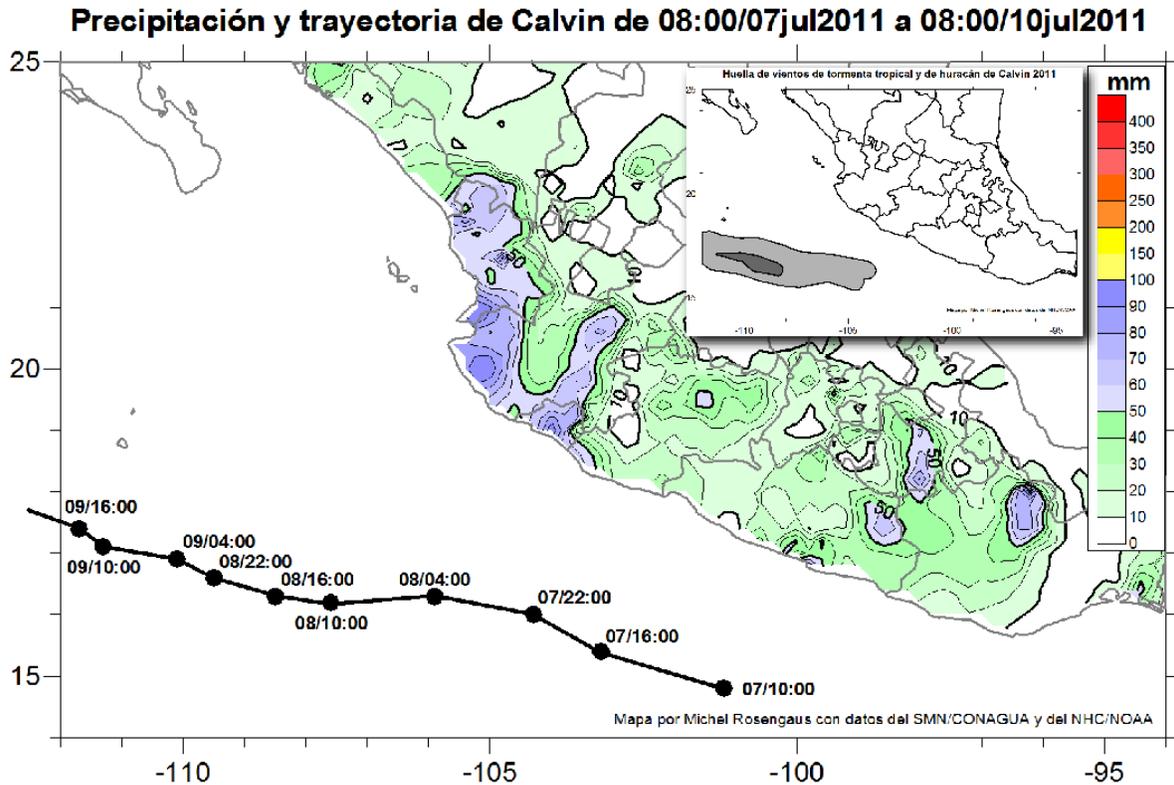


### Análisis de Calvin (Pacífico Nororiental, 07 al 10 de julio de 2011)

En la Figura 8 se presenta el mapa de precipitaciones durante el paso del ciclón tropical Calvin, así como la trayectoria y huella de vientos respectiva. Se observan algunas pequeñas regiones con más de 90 mm y una extensa zona con más de 50 mm, relativamente ligeras para un ciclón

tropical. La huella de vientos de tormenta tropical permanece muy lejos de la costa del México continental.

**Figura 8.** Precipitaciones durante el paso de Calvin, con su trayectoria y huella de vientos.

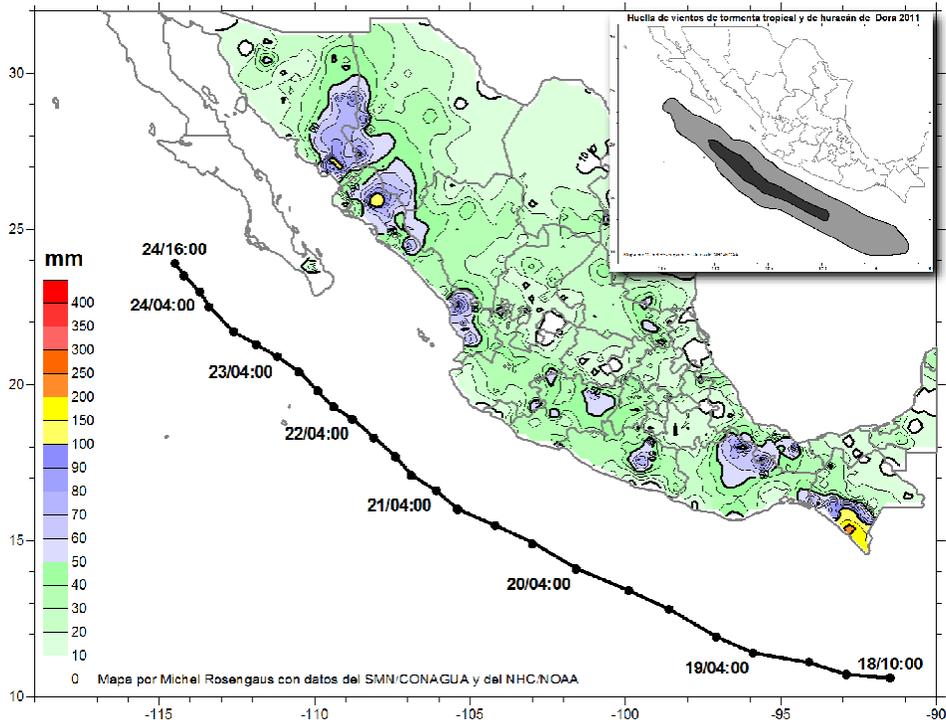


**Análisis de Dora (Pacífico Nororiental, 18 al 25 de julio de 2011)**

Los ciclones tropicales pueden ser fuentes de precipitación adicional sobre México, si pasan suficientemente cerca de la costa o inciden sobre su territorio, pero también pueden ser sustractores de precipitación si pasan suficientemente lejos de la costa, debido a que la circulación alrededor de su centro concentran humedad en el anillo alrededor de dicho centro. El ciclón tropical Dora resultó un excelente caso de este último caso. En la Figura 9 se presenta la precipitación acumulada durante el paso de Dora, así como su trayectoria y su huella de vientos de tormenta tropical y de huracán. La precipitación promedio nacional durante el intervalo de interés fue de 27.0 mm. Como evidencia de que Dora fungió como un sustractor efectivo de precipitación sobre el territorio nacional, se presenta un mapa de la climatología de lluvia de 40 años (1961-2000) para un intervalo de tiempo igual al del mapa en la Figura 9, mismo que se presenta en la Figura 10. La lámina acumulada promedio durante dicho intervalo de manera típica es de 29.9 mm, similar pero inclusive ligeramente mayor a la lámina correspondiente al paso de Dora a lo largo de la costa mexicana. Esto indica que, en todo caso Dora no trajo ninguna lluvia adicional al territorio mexicano por arriba de la que resulta climatológicamente normal. La comparación visual de los mapas en las Figuras 9 y 10 sobre la vertiente marítima a lo largo del Pacífico, indicaría que, en todo caso, se trató de un sustractor efectivo de precipitación sobre el territorio de México. Climatológicamente (Figura 10) se presentan amplias zonas con láminas mayores a 50 mm a lo largo del Pacífico Sur y Occidente, mientras que durante el paso de Dora las precipitaciones fueron significativamente menores.

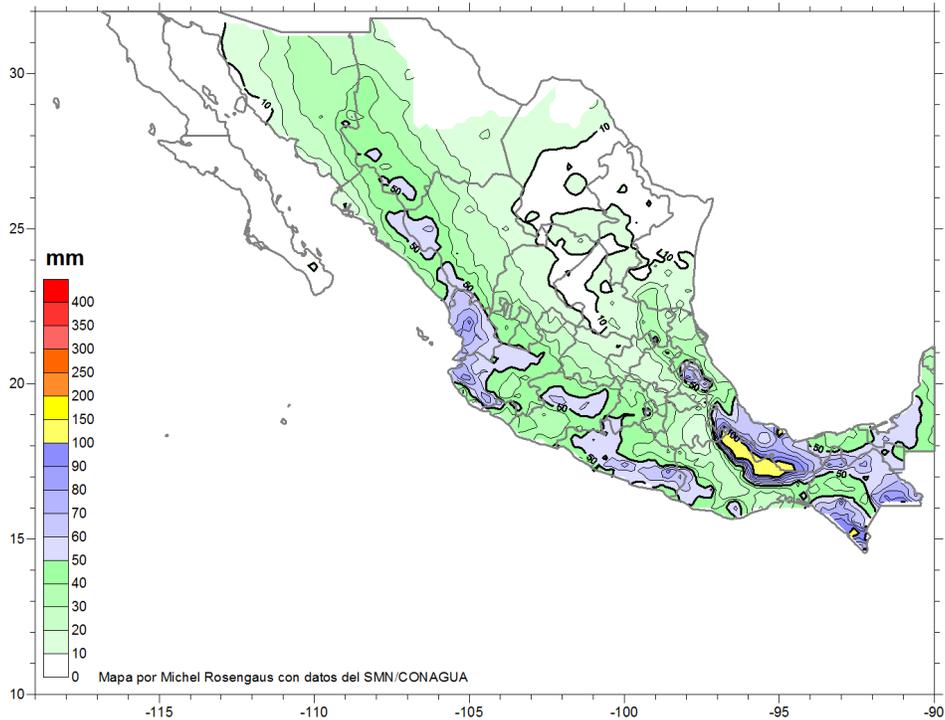
**Figura 9.** Precipitación durante el paso de Dora, con trayectoria y huella de vientos.

**Precipitación y trayectoria de Dora de 08:00/18jul2011 a 08:00/25jul2011**



**Figura 10.** Precipitación climatológica del 18 al 25 de julio (1961-2000)

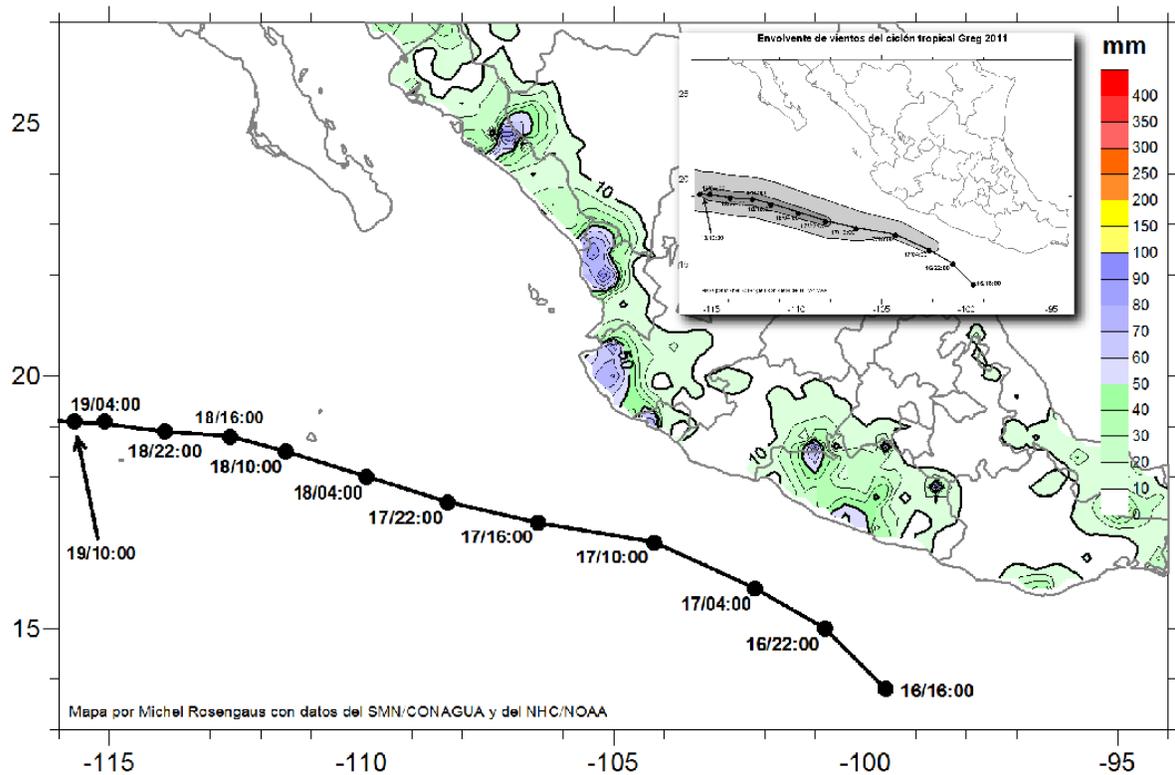
**Climatología de precipitación semanal 08:00/18jul a 08:00/25jul (1961-2000)**



### Análisis de Greg (Pacífico Nororiental, 16 al 19 de agosto de 2011)

En la Figura 11 se muestra el mapa de precipitaciones durante el paso de Greg, junto con su trayectoria y con su huella de vientos.

**Figura 11.** Precipitación durante el paso de Greg, su trayectoria y huella de vientos.  
**Precipitación y trayectoria de Greg de 08:00/16ago2011 a 08:00/19ago2011**



### Análisis de Hilary (Pacífico Nororiental, 20 al 26 de septiembre de 2011)

Nuevamente, se presenta el caso del ciclón tropical como otro ejemplo que indica que los ciclones tropicales pasando relativamente cerca de la costa no necesariamente son productores de lluvia adicional sobre el país. En la Figura 12 se presenta el mapa de precipitación durante el paso del ciclón tropical Hilary, así como su trayectoria y huella de vientos. En la Figura 13 se muestra la precipitación típica para el mismo intervalo (promedio 1961-2000). Nuevamente la precipitación del 20 al 26 de septiembre de 2011 no parece ser mayor que la precipitación típica del 20 al 26 de septiembre entre 1961 y 2000, con la clara excepción de Chiapas, zona de la costa mexicana sobre la que la trayectoria de Hilary se mantuvo más alejada.

### Conclusión

Pronosticar la precipitación pluvial que un ciclón tropical producirá es una tarea complicada. Ninguna herramienta que tengamos disponible hoy en día hace un buen trabajo al respecto. El análisis presentado sobre la temporada 2011 (parcial, hasta el 30 de septiembre) muestra que la envolvente de vientos de tormenta tropical es, al menos un indicador, de las zonas que serán afectadas por las mayores lluvias. Esto es importante porque dicha extensión de vientos de tormenta tropical es más fácil de pronosticar (o al menos extrapolar).

Figura 12. Precipitación durante el paso de Hilary, con trayectoria y huella de vientos.

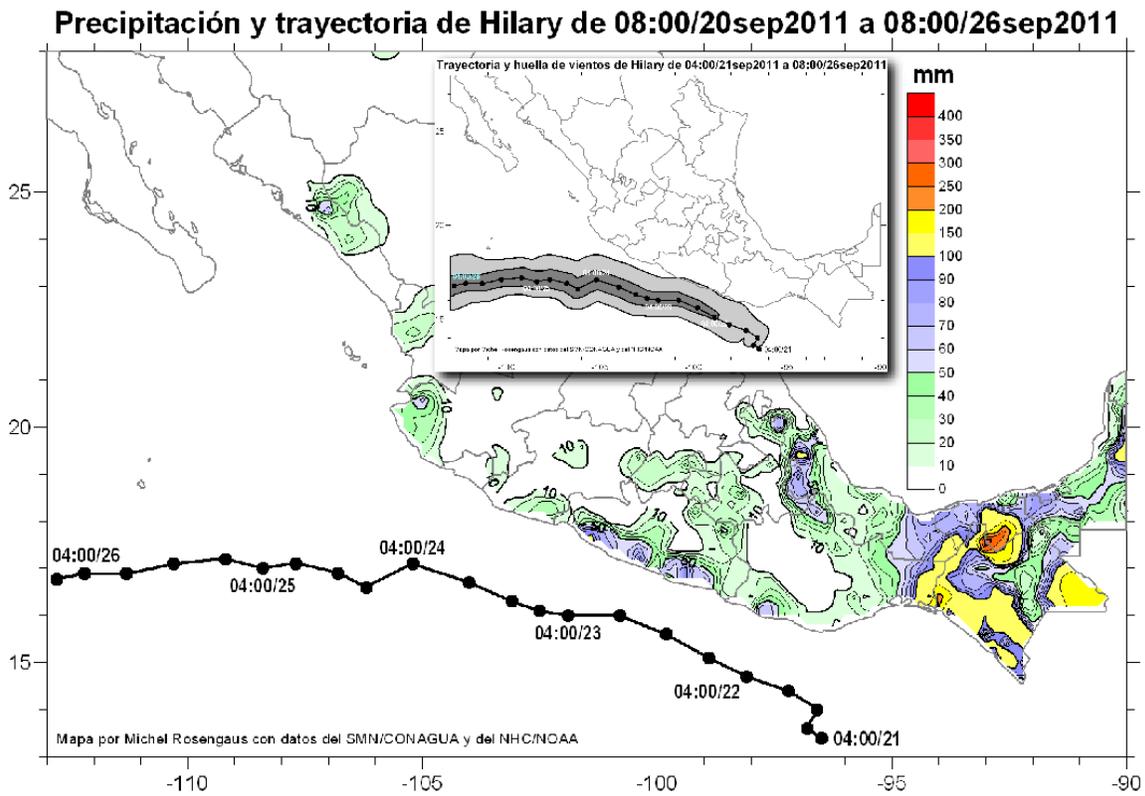
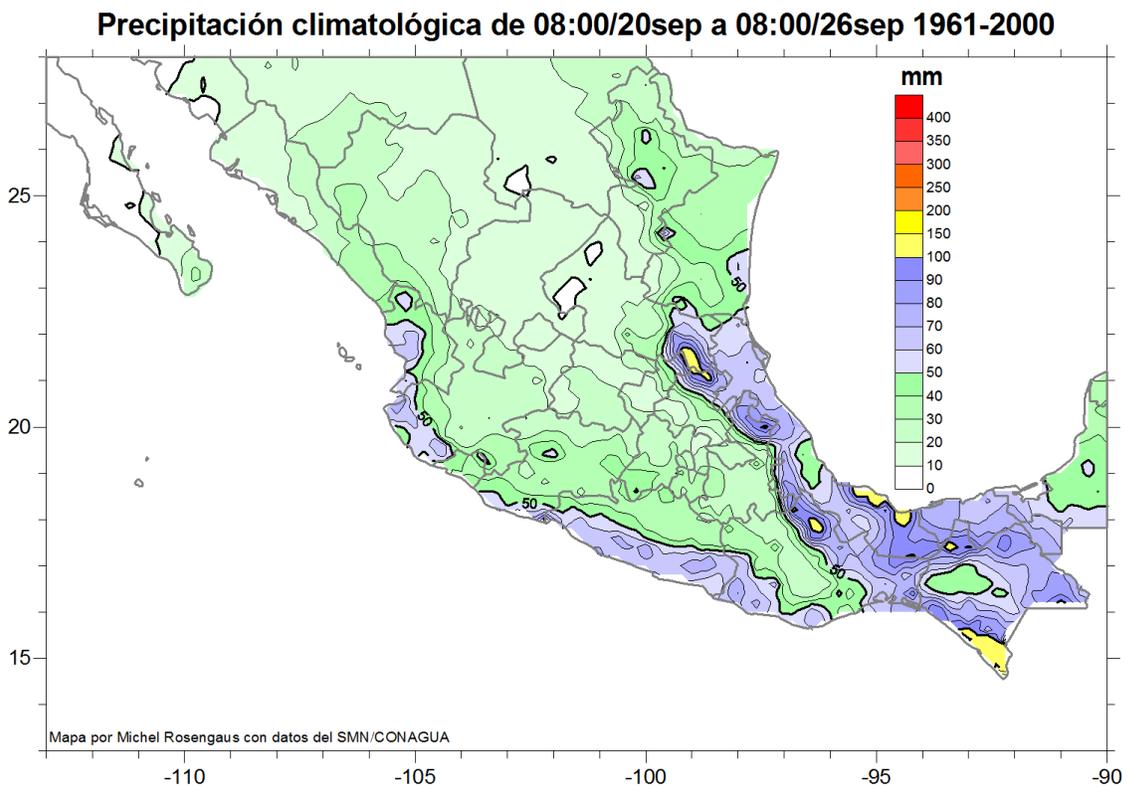


Figura 13. Precipitación climatológica del 20 al 26 de septiembre (1961-2000)



Por supuesto, el mencionado indicador está lejos de ser perfecto. Por un lado le falta un factor que introduzca la magnitud de las precipitaciones a ocurrir, diferenciando ciclones tropicales con alto potencial de generación de lluvias de los que no lo tienen. La intensidad del ciclón en sí (presión central o velocidad de vientos máximos sostenidos) no funciona en lo más mínimo como un factor de este tipo, por ejemplo el ciclón tropical Arlene que, siendo débil, produjo enormes precipitaciones. A la huella de vientos de tormenta tropical, además, le hace falta un factor que sesgue geográficamente a la región de mayores lluvias hacia la derecha de la trayectoria, lo que se traduce de forma distinta en los ciclones tropicales del Atlántico que los del Pacífico. Los primeros sesgan su zona de mayores precipitaciones hacia el extremo de la frontera con los EUA (sobre el litoral), mientras que los segundos la sesgan hacia la frontera con Guatemala, es decir en la dirección en la que los vientos reinantes era de mar hacia tierra. Éste factor de sesgo geográfico probablemente debe ser más grande entre mayor sea la altitud de la topografía tierra adentro, mayor sea la cercanía de la sierra al litoral o ambos.

La comunidad meteorológica mexicana ha permitido que la sociedad asocie a cualquier lluvia que se presente durante los días de ocurrencia de un ciclón tropical con dicho fenómeno, no importando qué tan lejos se encuentre su centro de giro del sitio en el que ocurrió la lluvia. En análisis mostrado es un indicador de que esto resulta inexacto y por ello, hasta cierto punto, contraproducente. Los ciclones tropicales sí concentran su lluvia en forma muy marcada alrededor de la trayectoria (no en forma instantánea, pero sí en el acumulado total del evento). La huella de vientos de tormenta tropical (o un múltiplo de ella) puede servir como una primera aproximación de la envolvente de lluvias fuertes, aplicando subjetivamente el sesgo geográfico antes mencionado. Si dicha huella de vientos de tormenta tropical se encuentra totalmente sobre el mar, el ciclón puede no ser un productos de lluvia adicional, hasta pudiera convertirse en un sustractor neto de la misma sobre el territorio continental.

En opinión del autor, mostrar ampliamente estos análisis en forma rápida después de ocurrido el evento, ayudará a la sociedad a tomar mejores decisiones en el futuro. Esperar a mostrarlos con meses o años de retraso elimina mucha de esta ventaja. Así pues, el autor conmina a la comunidad meteorológica a realizar y mostrar éste tipo de análisis, tan rápido como sea posible después de la conclusión de cada evento en la temporada.

### **Crédito**

Este trabajo se realizó en su totalidad fungiendo como Asesor del Servicio Meteorológico Nacional de México, a través de INFOTEC.

### **Bibliografía**

Rosengaus, M., *Evaluación objetiva de la actividad ciclónica*, Ingeniería Hidráulica en México, págs. 27-41, vol. XXI, no.2, abr-jun 2006.