



Evaluación de factores atmosféricos y oceánicos en la evolución de ciclones tropicales en el Pacífico Oriental

Fernando Oropeza Rosales



2^{do} Curso de Primavera sobre Ciclones Tropicales

Acapulco, Guerrero

Marzo de 2009



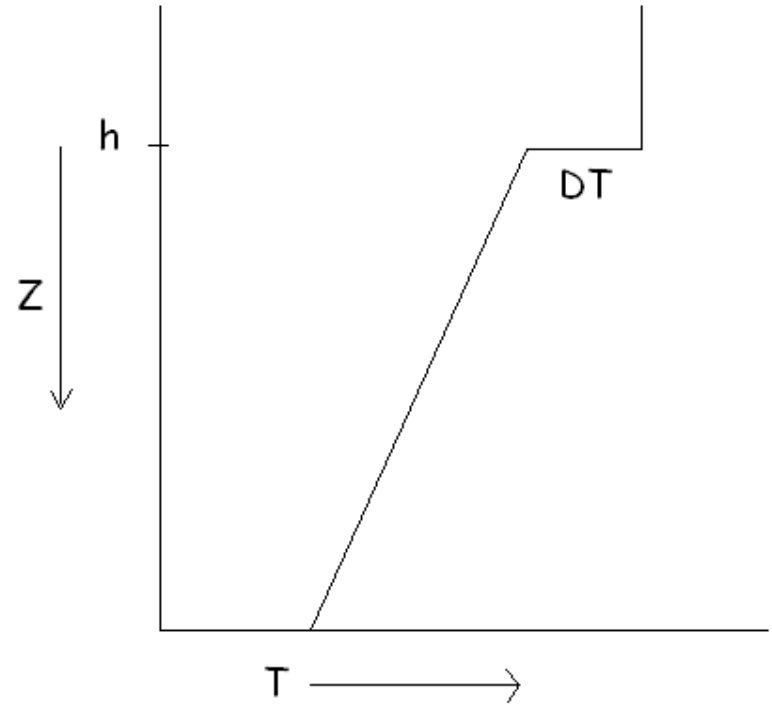
Modelo Hurricane



Se utilizará un modelo “simple”, con acoplamiento entre la atmósfera y el océano ([Kerry Emanuel, 1995](#)) para discutir la influencia de diferentes factores ambientales en la intensidad de un Ciclón Tropical. La parte atmosférica del modelo asume que la tormenta es axisimétrica y que el flujo de aire nunca está demasiado lejos del equilibrio **ciclostrófico** (aceleraciones debidas al gradiente horizontal de presión en balance con la aceleración centrífuga) y del **equilibrio hidrostático** (aceleraciones debidas al gradiente vertical de presión en balance con la aceleración gravitacional). También se asume que el vórtice está siempre cerca de un estado de estabilidad neutra en una combinación entre convección gravitacional y centrífuga (convección oblicua o slantwise convection).

Modelo Hurricane

El modelo del océano es unidimensional, se concibe cómo una columna de agua con un perfil como el que se muestra, en el que se pueden definir ciertas los valores de temperatura (T), espesor de la capa de mezcla (h), el cambio de temperatura entre la capa de mezcla y el océano interior (DT), además de que se puede definir la presencia de vórtices tanto ciclónicos como anticiclónicos.



Modelo Hurricane

El modelo se podía obtener de la página de Kerry Emanuel (<http://wind.mit.edu/~emanuel/home.html>), por el momento no lo tiene pues está en proceso de patentar ciertas partes del código. Está programado en fortran y se puede compilar con G77 en Windows o Linux

Prodigy - Centro de mensajes - Windows Internet Explorer

http://webmail.prodigy.net.mx/cgi-bin/webmail

pdf Buscar PDF

Prodigy - Centro de mensajes

Crea tu propia Pagina Personal Gratis y ahora puedes adicionar tu propia tienda en línea por \$49 al mes

TELME X Cambiar apariencia | Cambiar contraseña | ? | Salir

Bienvenido: fernando_oropeza@prodigy.net.mx 16% de 2Gb

Prodigy mail Centro de mensajes Agenda de Contactos Calendario Disco Duro Virtual

Buzón Cerrar | Exportar mensaje

Redactar mensaje

Buscar Responder Reenviar Mover a carpeta Eliminar Marcar como no leído Imprimir Encabezados

Opciones

Administrar carpetas

Carpetas

Buzón (1)

Enviados (0)

Borrador (0)

Papelera (0)

No deseados (0)

Carpetas personales

De: Kerry Emanuel 04/03/2009 17:00

Para: 'Fernando Oropeza Rosales'

Asunto: RE: Hurricane Model

Dear Fernando: I was advised to take that link off my home page temporarily, as we are in the process of patenting certain parts of the code. But please have your students contact me if they would like to obtain it. Yours, Kerry

Kerry A. Emanuel Professor of Atmospheric Science
Rm. 54-1620, MIT Phone: (617) 253-2462
77 Mass. Ave. Fax: (617) 324-0308
Cambridge, MA 02139 Email: emanuel@texmex.mit.edu
Web: <http://wind.mit.edu/~emanuel/home.html>

Internet 100%



Modelo Hurricane



La versión de Windows incluye una interfaz gráfica que permite ver la evolución de alguna variable conforme el modelo está corriendo, además de graficar otras variables una vez que se terminó la corrida

El modelo lee el archivo *hurrparams.txt* que contiene información sobre condiciones iniciales y de frontera, así como los diferentes parámetros para controlar la corrida .

Hurricane Model

Value Used	Normal Value	Control Parameter
Model Control Parameters: 25 s 3 150	Normal Value 25 Days s 3 hours 150 kilometers	Control Parameter ----- Length of model run Quantity displayed during run: n (no display) (surface wind speed), w (updraft speed) or s (time series of v) Time interval over which plots are updated Maximum radius in plots
Starting Vortex Properties: n 15 80 350	n 15 meters per second 80 kilometers 350 kilometers	Restart from end of last run? (y or n) Maximum wind speed (Note: to get MPH, multiply this number by 2.24) Radius from center at which wind speed is a maximum Radius from center at which wind speed falls off to zero
Atmospheric Environmental Parameters: 27 -70 80 20 40 15	27 degrees centigrade -70 degrees centigrade 80% 20 degrees 40 days 15 meters per second	Sea surface temperature Environmental temperature at highest level to which storm penetrates Relative humidity of undisturbed environmental air near the surface Average latitude at which storm occurs Time until storm becomes influenced by wind shear Magnitude of wind shear
Land Environmental Parameters: 40 mtn 1.0	40 days pln 1 meter	Time until storm makes landfall Type of land surface: plain (pln), hilly(hill), mtns (mtn), swamp (swmp) Depth of standing water in swamp
Oceanic Environmental Parameters: y 7 15 -90 400	n (no) 7 meters per second 20 days 30 meters 400 kilometers	Do you want ocean mixing turned on? (n for no, or y for yes) speed with which storm moves over ocean Time for storm center to reach center of ocean eddy Peak ocean mixed layer depth anomaly in eddy (can be + or -) Radius of ocean eddy
Output Format: y tab	y (yes) tab	Do you want dimensional output? (y for yes, n for nondimensional) Output separators: tab (tab), comma (csv), none (non) or both (bth)
Advanced Model Control Parameters: 50 20 1200	50 20 seconds 1200 kilometers	Number of radial nodes Time step Radius of outer wall
Advanced Atmospheric Environmental Control Parameters: 45 1005 0.8 4 3 1 0.03 8 1.5 2 0.5 50	45% 1005 hPa 0.8 x 10 ⁻³ 4 x 10 ⁻⁵ s/m 3 x 10 ⁻³ 1 0.03 8 hours 1.5 degrees/day 2 hours 0.5 50 hPa	Relative humidity of undisturbed lower and middle troposphere undisturbed surface pressure value of surface drag coefficient at low winds speed Rate of change of drag coefficient with wind speed Capping value of drag coefficient Ratio of enthalpy exchange to drag coefficients Turbulent mixing length, in fraction of potential radius interval Radiative relaxation time scale Capping magnitude of radiative cooling rate convective adjustment time scale Fraction of convective entropy detrained into lower troposphere Boundary layer depth
Advanced Oceanic Environmental Control Parameters: 100 0.6 8	30 meters 0.6 degree C 8 degrees C/100 meters	Undisturbed ocean mixed layer depth Temperature jump at base of mixed layer sub mixed layer ocean thermal stratification

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Value Used -----	Normal Value -----	Control Parameter -----
Model Control Parameters:		
25	25 Days	Length of model run
w	s	Quantity displayed during run: n (no display) v (surface wind speed), w (updraft speed) or s (time series of v)
3	3 hours	Time interval over which plots are updated
150	150 kilometers	Maximum radius in plots

Starting Vortex Properties:		
n	n	Restart from end of last run? (y or n)
15	15 meters per second	Maximum wind speed (Note: to get MPH, multiply this number by 2.24)
80	80 kilometers	Radius from center at which wind speed is a maximum
350	350 kilometers	Radius from center at which wind speed falls off to zero

Atmospheric Environmental Parameters:		
27	27 degrees centigrade	Sea surface temperature
-70	-70 degrees centigrade	Environmental temperature at highest level to which storm penetrates
80	80%	Relative humidity of undisturbed environmental air near the surface
20	20 degrees	Average latitude at which storm occurs
40	40 days	Time until storm becomes influenced by wind shear
15	15 meters per second	Magnitude of wind shear

Land Environmental Parameters:		
40	40 days	Time until storm makes landfall
mtn	pln	Type of land surface: plain (pln), hilly(hill), mtns (mtn), swamp (swmp)
1.0	1 meter	Depth of standing water in swamp

Oceanic Environmental Parameters:		
y	n (no)	Do you want ocean mixing turned on? (n for no, or y for yes)
2	7 meters per second	Speed with which storm moves over ocean
15	20 days	Time for storm center to reach center of ocean eddy
-90	30 meters	Peak ocean mixed layer depth anomaly in eddy (can be + or -)
400	400 kilometers	Radius of ocean eddy

Output Format:

y	y (yes)	Do you want dimensional output? (y for yes, n for nondimensional)
tab	tab	Output separators: tab (tab), comma (csv), none (non) or both (bth)

Advanced Model Control Parameters:

50	50	Number of radial nodes
20	20 seconds	Time step
1200	1200 kilometers	Radius of outer wall

Advanced Atmospheric Environmental Control Parameters:

45	45%	Relative humidity of undisturbed lower and middle troposphere
1005	1005 hPa	Undisturbed surface pressure
0.8	0.8×10^{-3}	Value of surface drag coefficient at low winds speed
4	4×10^{-5} s/m	Rate of change of drag coefficient with wind speed
3	3×10^{-3}	Capping value of drag coefficient
1	1	Ratio of enthalpy exchange to drag coefficients
0.03	0.03	Turbulent mixing length, in fraction of potential radius interval
8	8 hours	Radiative relaxation time scale
1.5	1.5 degrees/day	Capping magnitude of radiative cooling rate
2	2 hours	Convective adjustment time scale
0.5	0.5	Fraction of convective entropy detrained into lower troposphere
50	50 hPa	Boundary layer depth

Advanced Oceanic Environmental Control Parameters:

100	30 meters	Undisturbed ocean mixed layer depth
0.6	0.6 degree C	Temperature jump at base of mixed layer
8	8 degrees C/100 meters	Sub mixed layer ocean thermal stratification



Modelo Hurricane



Archivo *hurrparams.txt* para modificar los diferentes parámetros.

Hurricane Model

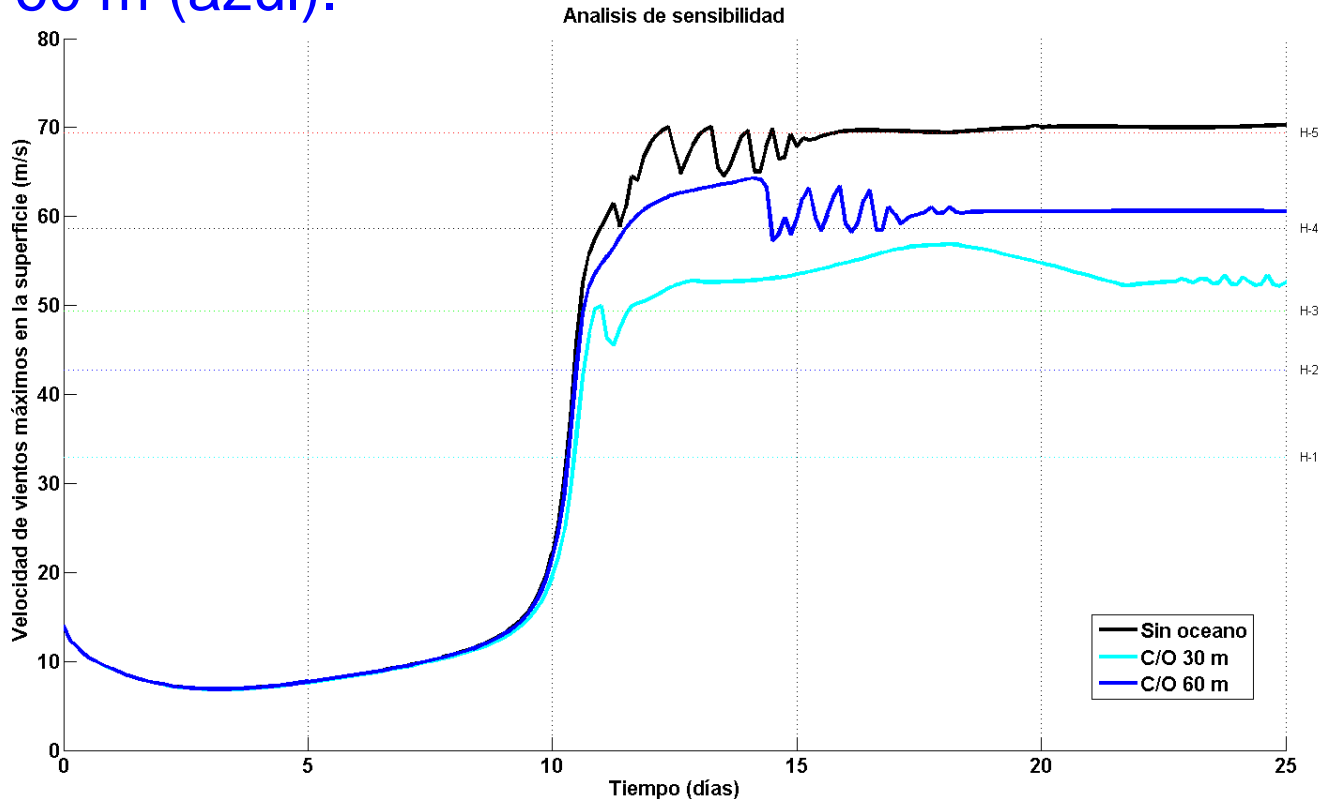
*Aquí corremos el modelo
cambiando la temperatura
superficial del mar: 27, 28 y 30 C*

Revisar programa: "ploting_hurr"
en Matlab

Parámetros constantes

Tiempo de simulación:	25 días
Velocidad inicial del vórtice:	15 m/s
Radio del centro hasta el valor máximo de viento:	80 km
Radio de influencia del viento del CT:	350 km
Temperatura superficial del océano:	27 C
Temperatura en el tope de la tormenta:	-70 C
Humedad Relativa ambiental:	80%
Latitud promedio de la tormenta:	20 N
Efectos de cizalladura y llegada a tierra del CT:	desactivados

Simulación de la intensidad de un CT sin mezcla en el océano, SST constante (línea negra), con interacción con capa de mezcla de 30 m (celeste) y con capa de mezcla de 60 m (azul).



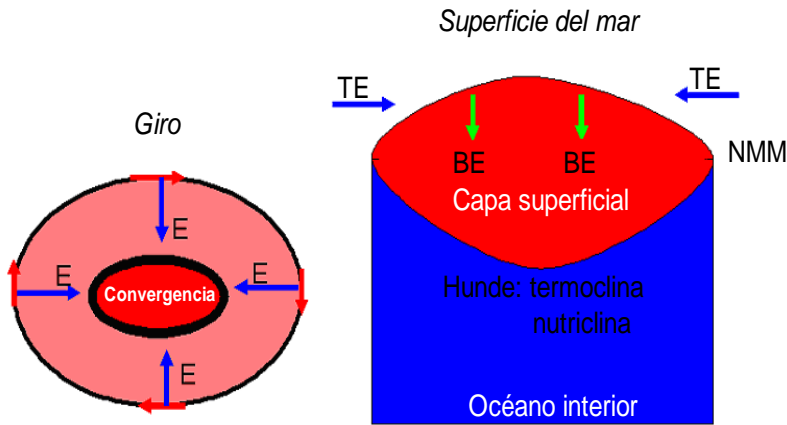
Celeste –CM=30 m, Azul – CM=60 m



Esto es congruente con lo reportado en la literatura desde hace varios años, Chang y Anthes en 1978 y 1979 muestran resultados de modelos acoplados océano-atmósfera en los que la retroalimentación entre un huracán y el océano es negativa; el debilitamiento del huracán en respuesta al enfriamiento de la superficie del océano por afloramiento de agua fría y mezcla de la misma, resulta en una respuesta reducida del océano.

El siguiente experimento incluye Giros oceánicos

En un océano con capa de mezcla de 30 m

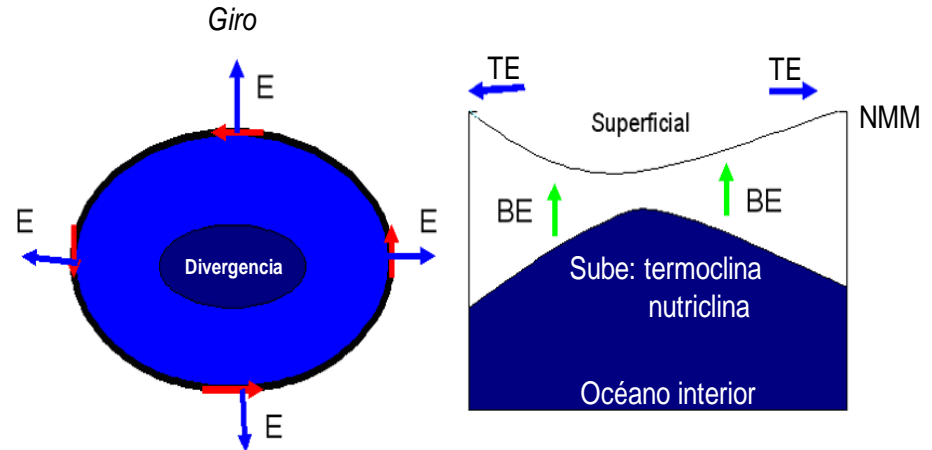


Giro Anticiclónico

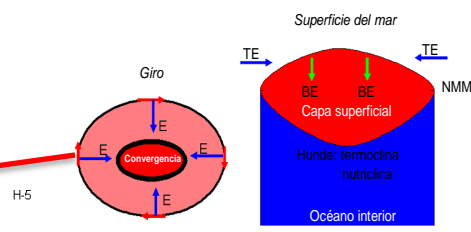
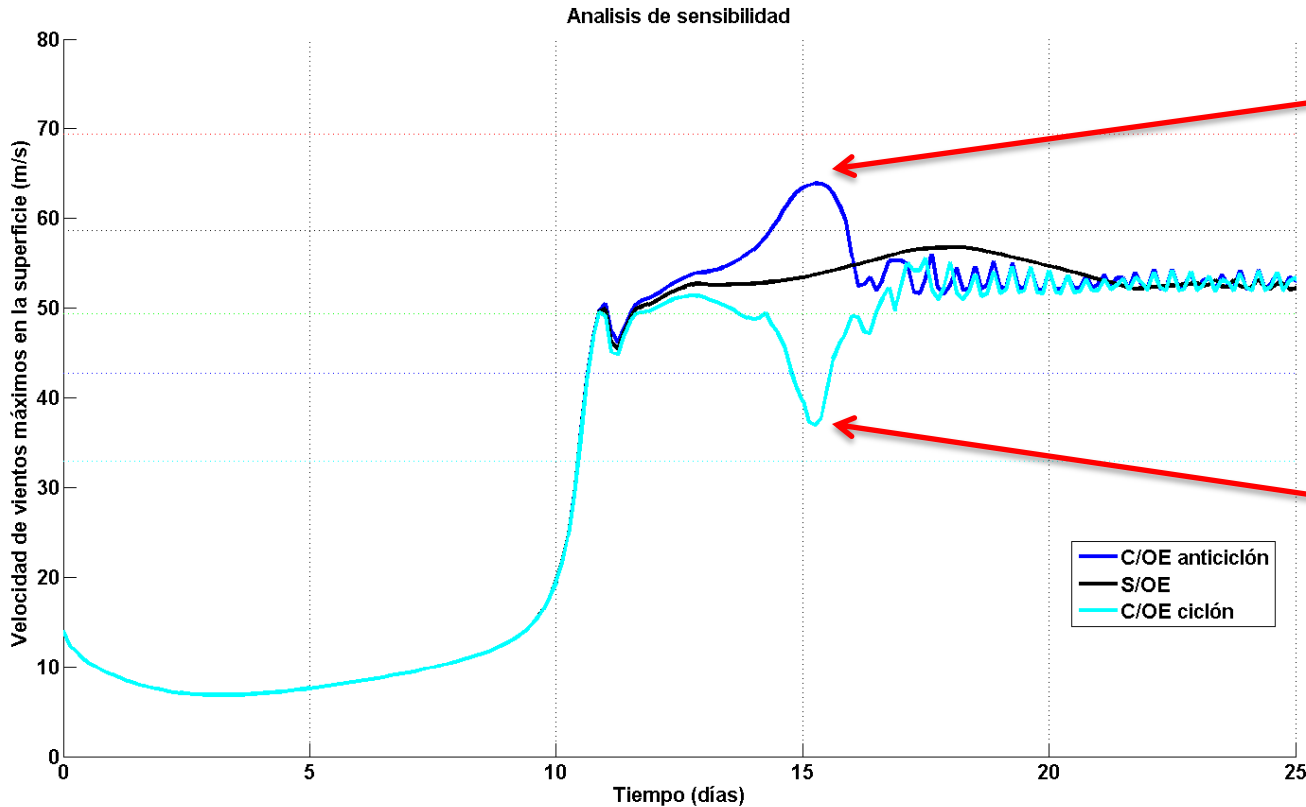
← Hunde la termoclina 30 m

Giro Ciclónico

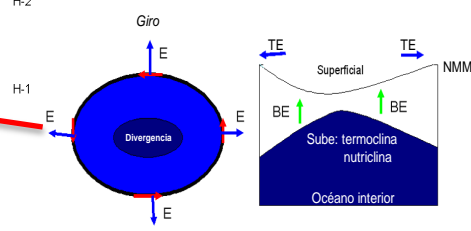
→ Sube la termoclina 30 m



Océano con capa de mezcla de 30 m, CT sin interacción con GO (negra), interacción con GO ciclónico (celeste) y con GO anticiclónico (azul).

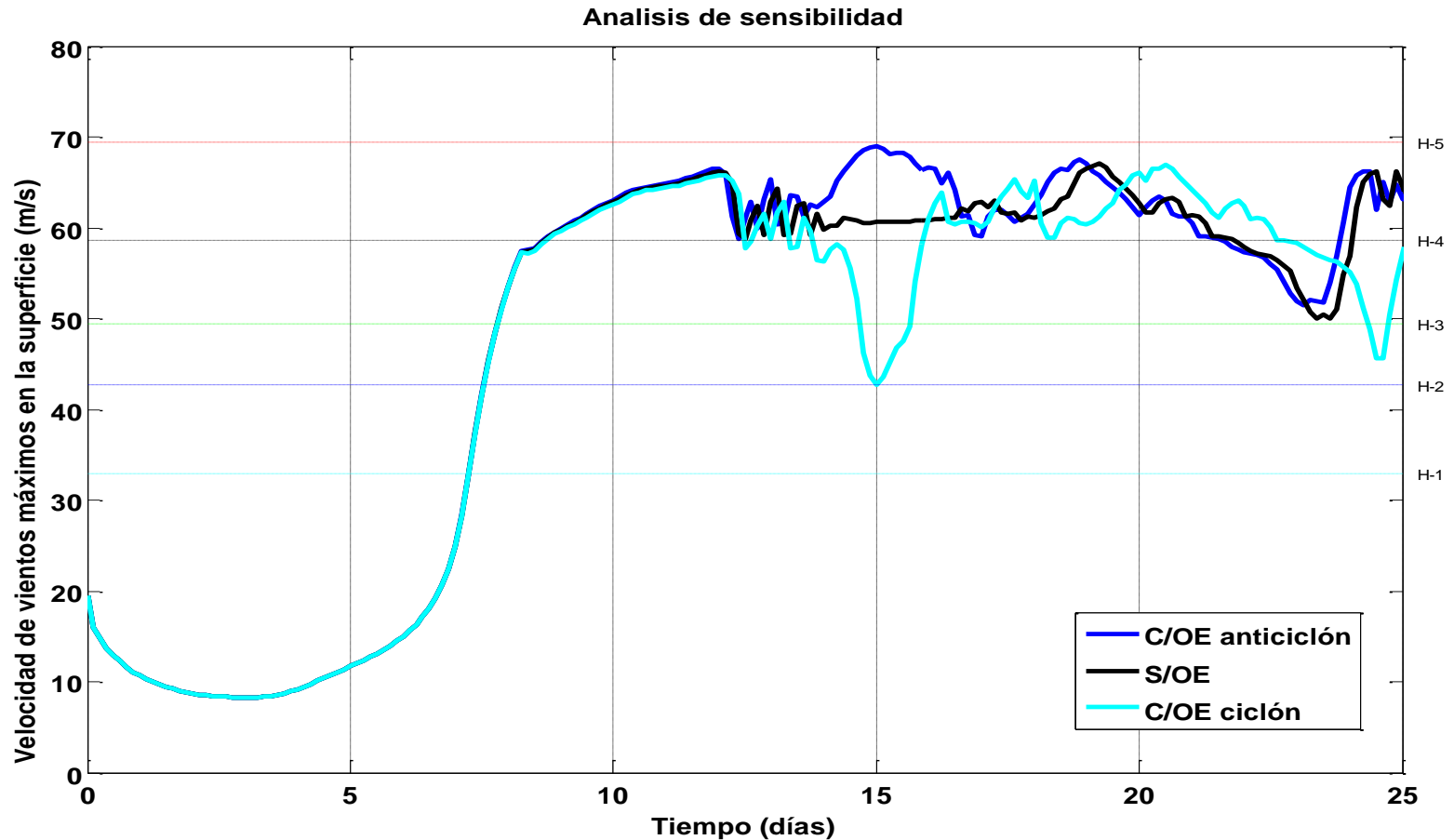


GA. Hunde TC 30 m



GC. Sube TC 30 m

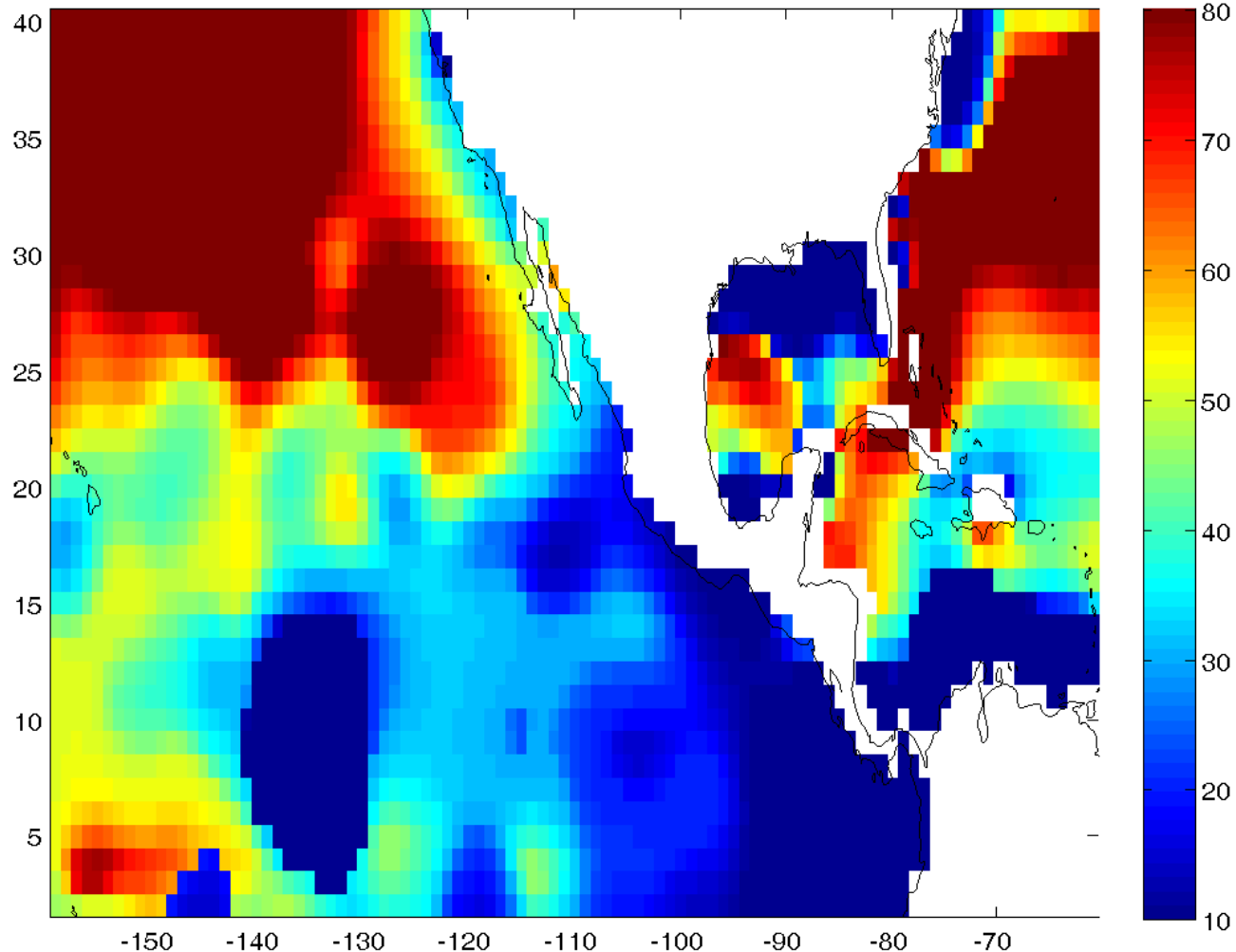
Capa de mezcla de 60 m, el GOA hunde la termoclina 50 m (azul) y el GOC la sube 50 m (queda a 10 metros de profundidad) (línea celeste)



Disminución del orden de 2.5 veces el aumento, fenómeno poco estudiado según bibliografía

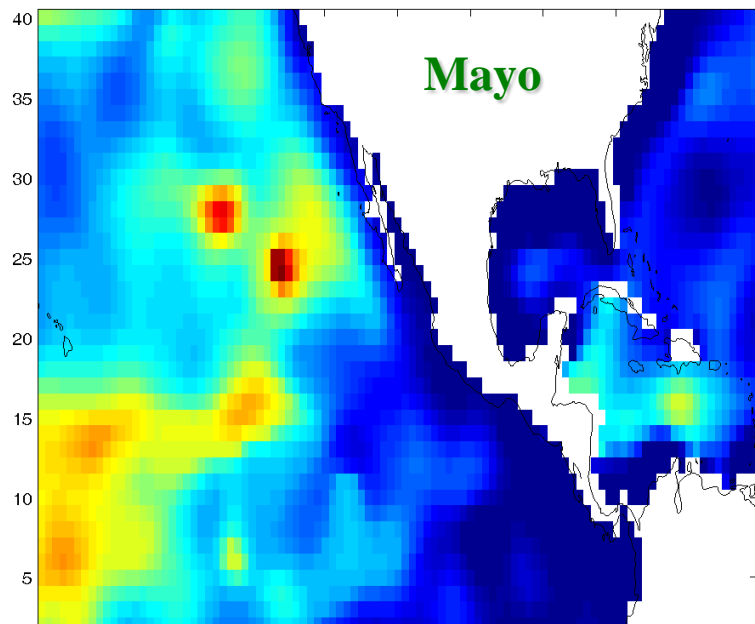
¿Qué tan profunda es la capa de Mezcla en la zona de interés?

Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 1

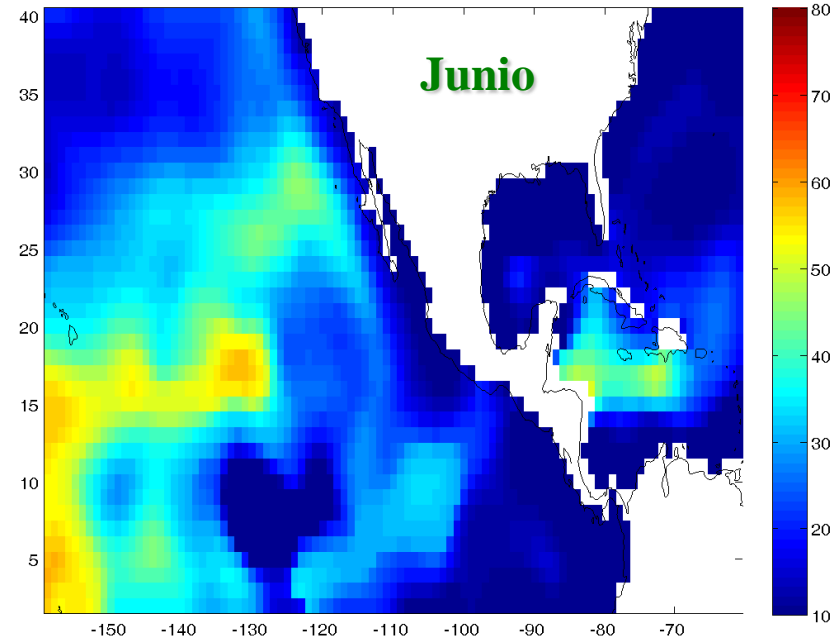


Climatología de Levitus para la profundidad de la capa de mezcla

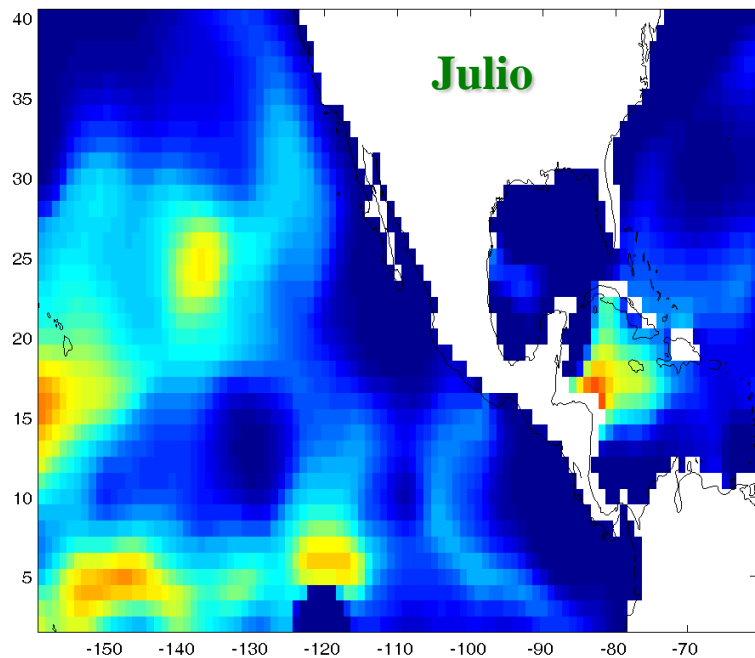
Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 5



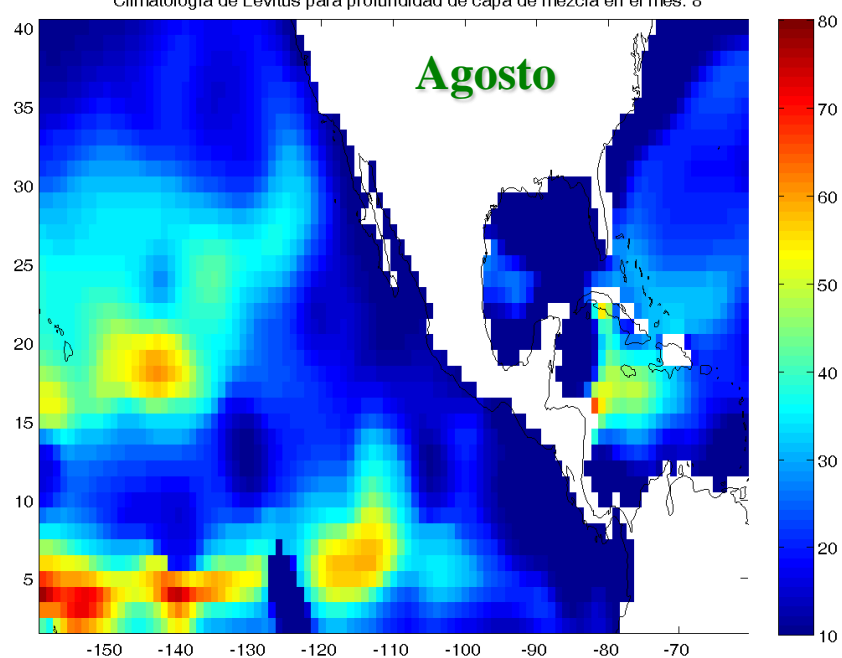
Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 6



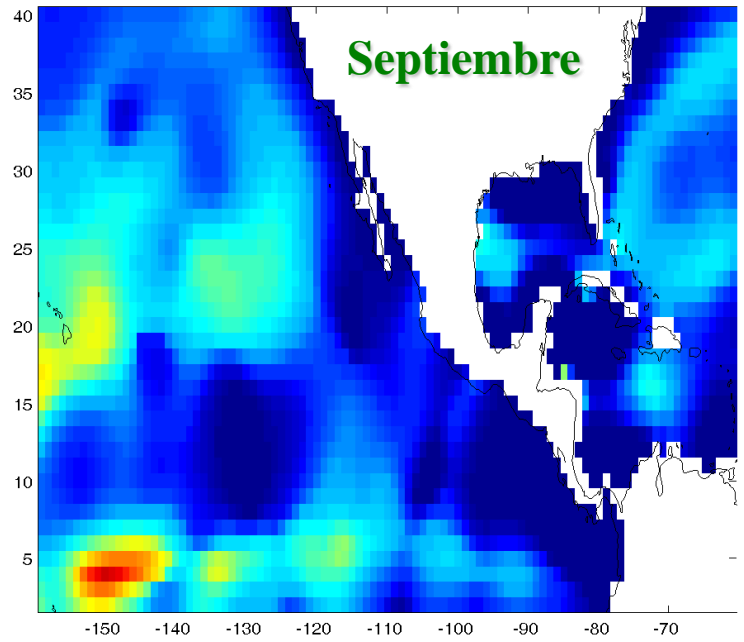
Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 7



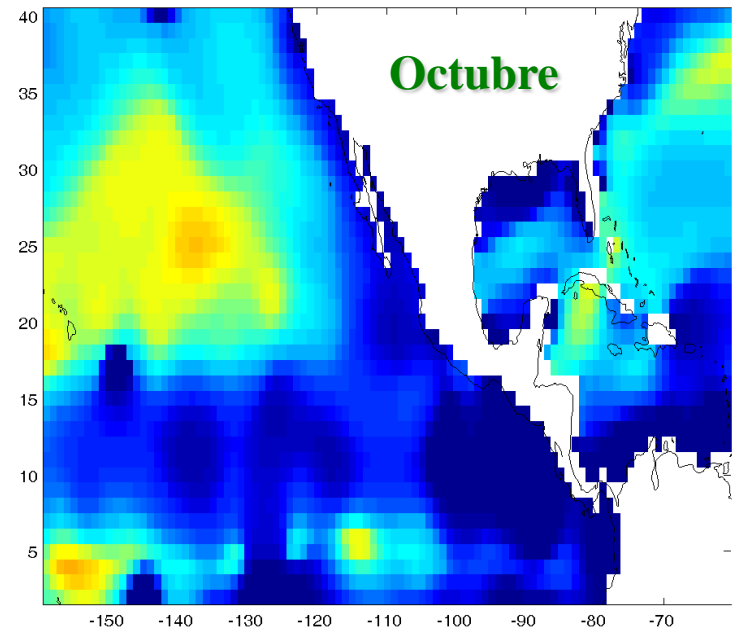
Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 8



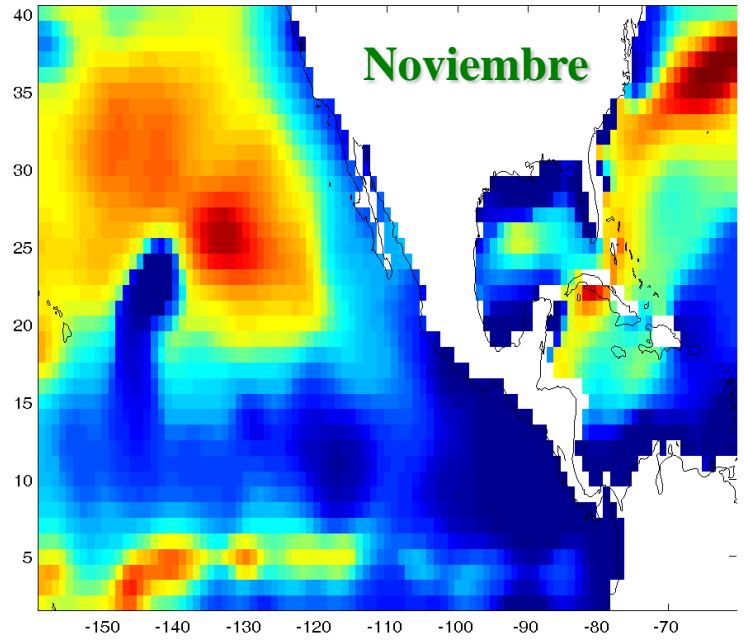
Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 9



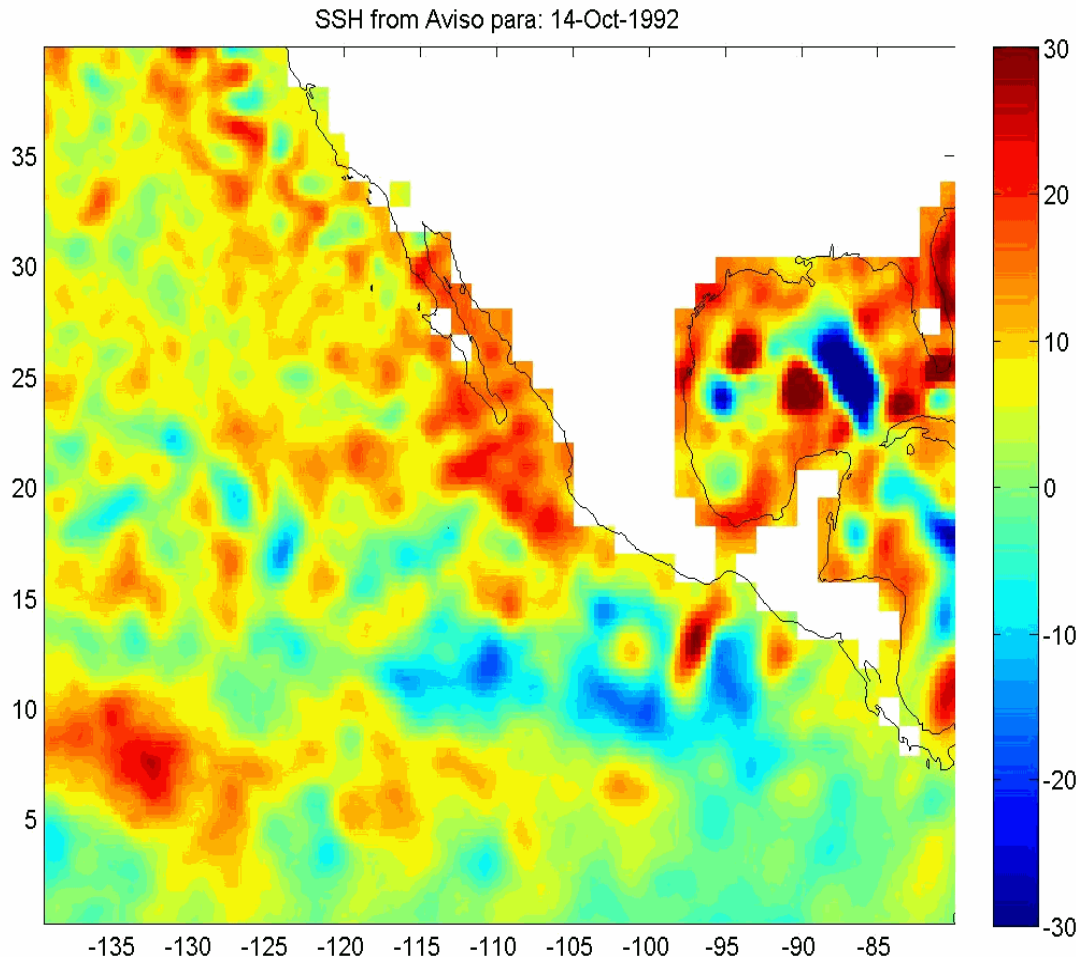
Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 10



Climatología de Levitus para profundidad de capa de mezcla en el mes: 11



¿Cómo localizar casos reales de interacción Huracán-Giro Oceánico



Una opción es la de utilizar los datos de altimetría de AVISO, obtenidos a través del servidor OPeNDAP y relacionarlos con los datos de trayectorias (Best-Track) del NHC, utilizando el archivo NC de Emanuel



Qué es OPeNDAP



Es el acrónimo de “Open Source Project for Network Data Access Protocol”. Es un marco de trabajo que simplifica todos los aspectos del uso de datos científicos a través de Internet. Provee software que hace accesibles datos locales a usuarios remotos, independientemente del formato de los datos locales. También proporciona herramientas para transformar aplicaciones existentes en clientes OPeNDAP, de modo que los habilita para acceder a servidores de datos OPeNDAP. (<http://opendap.org/>).



Qué es OPeNDAP

Las herramientas que permiten que Matlab se convierta en un cliente OPeNDAP son los archivos MEXNC y SNCTOOLS.

MEXNC es una interfaz “mex-file” para manejar los archivos NetCDF en Matlab y tiene equivalentes uno a uno con la API (Application Programming Interface) de C para NetCDF

SNCTOOLS es un set de archivos “m” (scripts de Matlab) que se basan en el uso de MEXNC

<http://mexcdf.sourceforge.net/index.html>

Revisar el programa “Aviso_OpenDap.m”



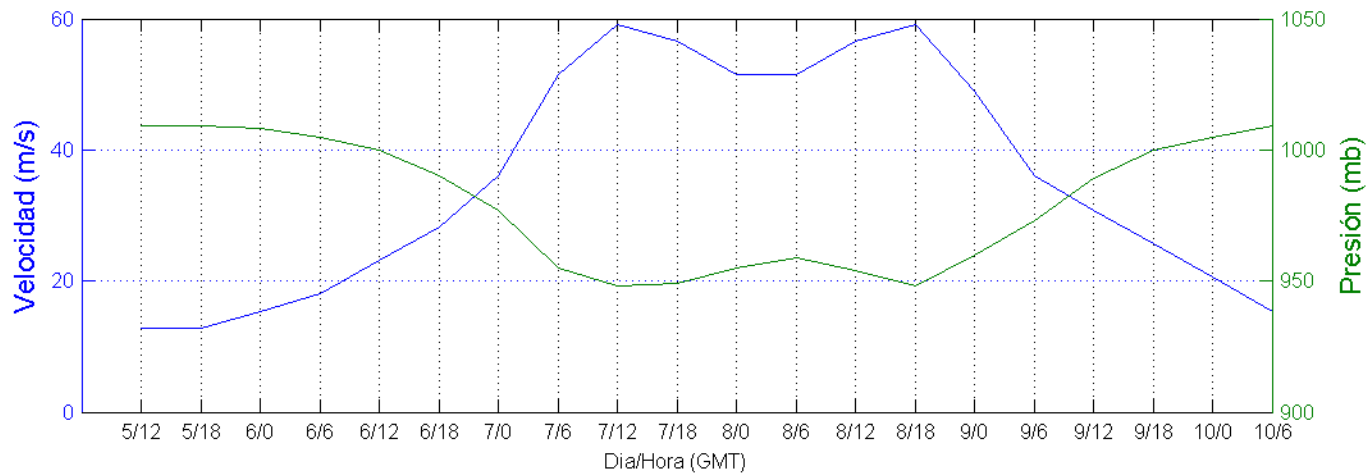
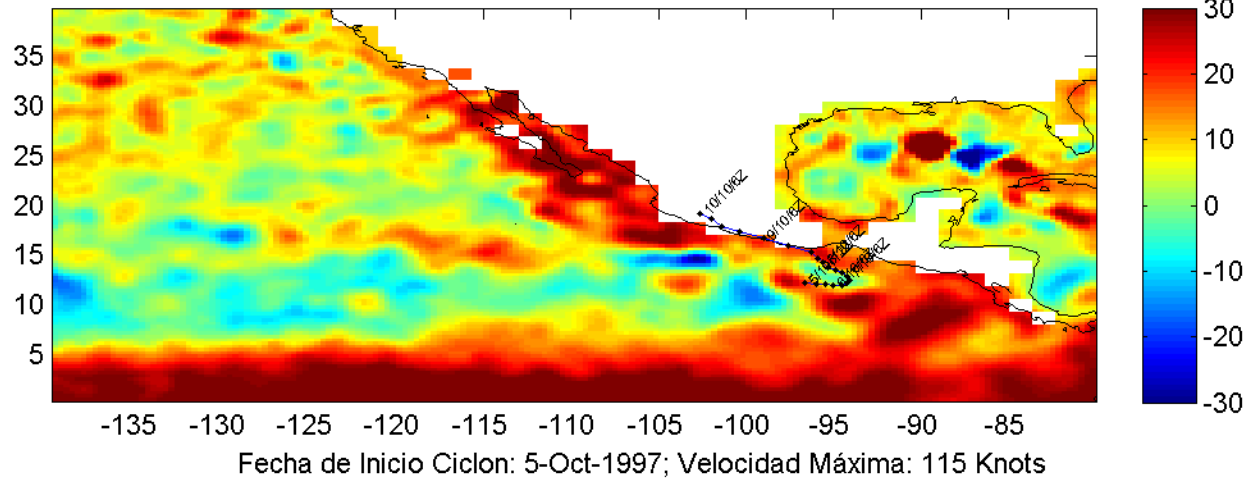
Archivo NetCDF de trayectorias



El Dr. Emanuel ha generado y actualiza año con año archivos en formato NetCDF con las trayectorias históricas de los Ciclones Tropicales que ocurren en las diferentes cuencas del mundo, éstos se pueden obtener de su página de Internet (ftp://texmex.mit.edu/pub/emanuel/HURR/tracks_netcdf/)

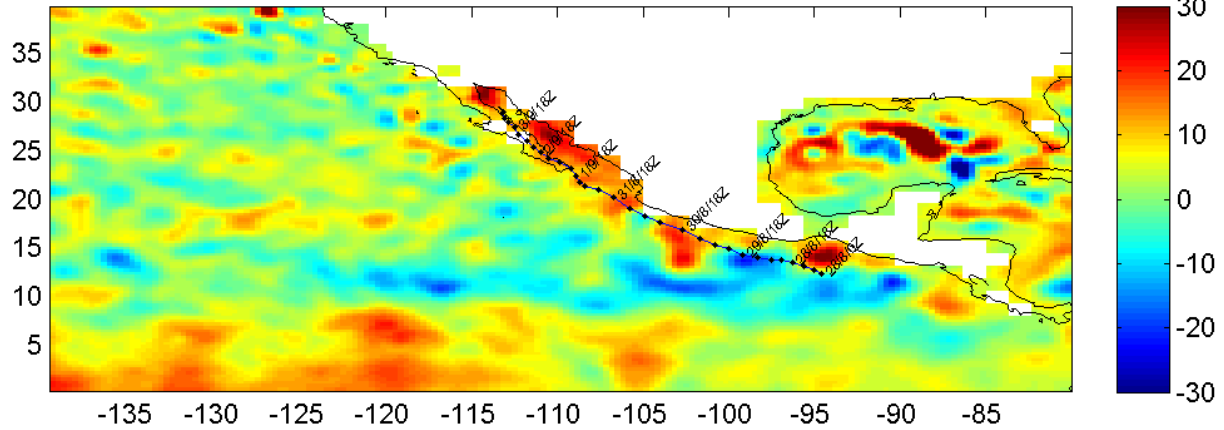
Revisar el programa “Grafica_tracks.m”

SSHA from Aviso para: 08-Oct-1997; Ciclón Tropical No: 17 del año: 1997 Vel= 59.1611 m/s; Pmin= 948 mb

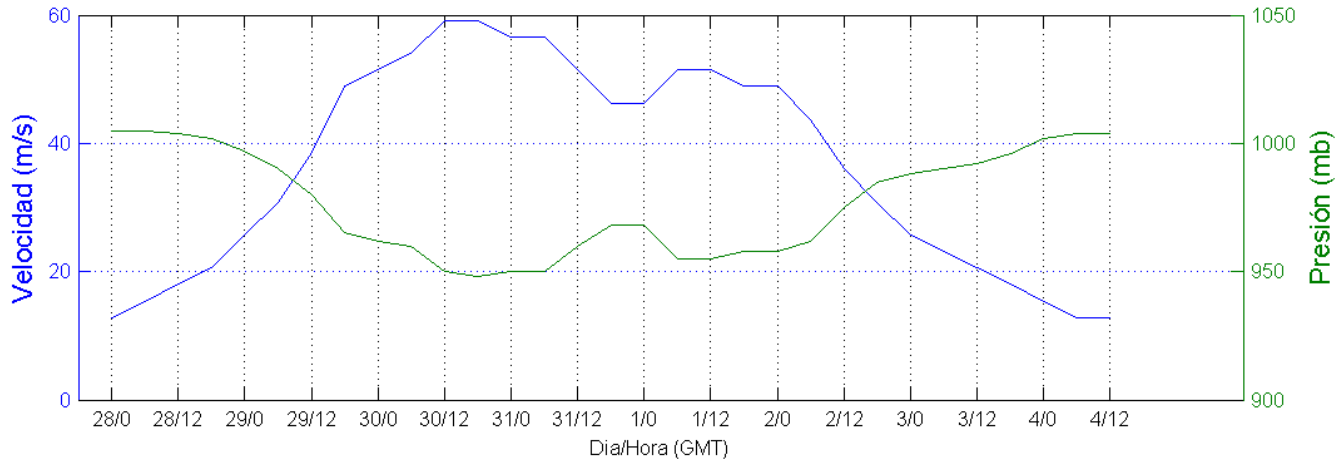


Pauline
06 al 10 de octubre de 1997
Fue el huracán que más daños causó en México, de su temporada
Categoría Máxima: 4
Vientos máximos: 115 Nudos
Presión Mínima: 948 mb
Pasó de H1 a H4 en 3 horas

SSHA from Aviso para: 30-Aug-2006; Ciclón Tropical No: 11 del año: 2006 Vel= 59.1611 m/s; Pmin= 948 mb



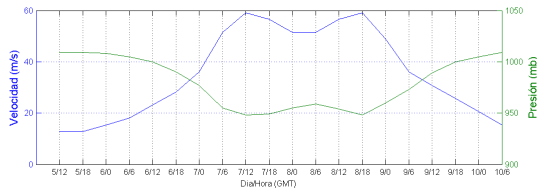
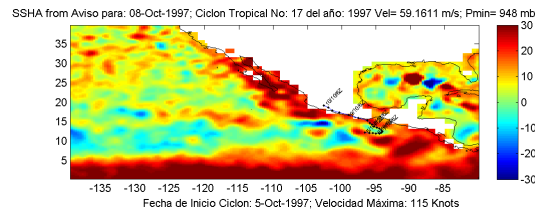
Fecha de Inicio Ciclón: 28-Aug-2006; Velocidad Máxima: 115 Knots



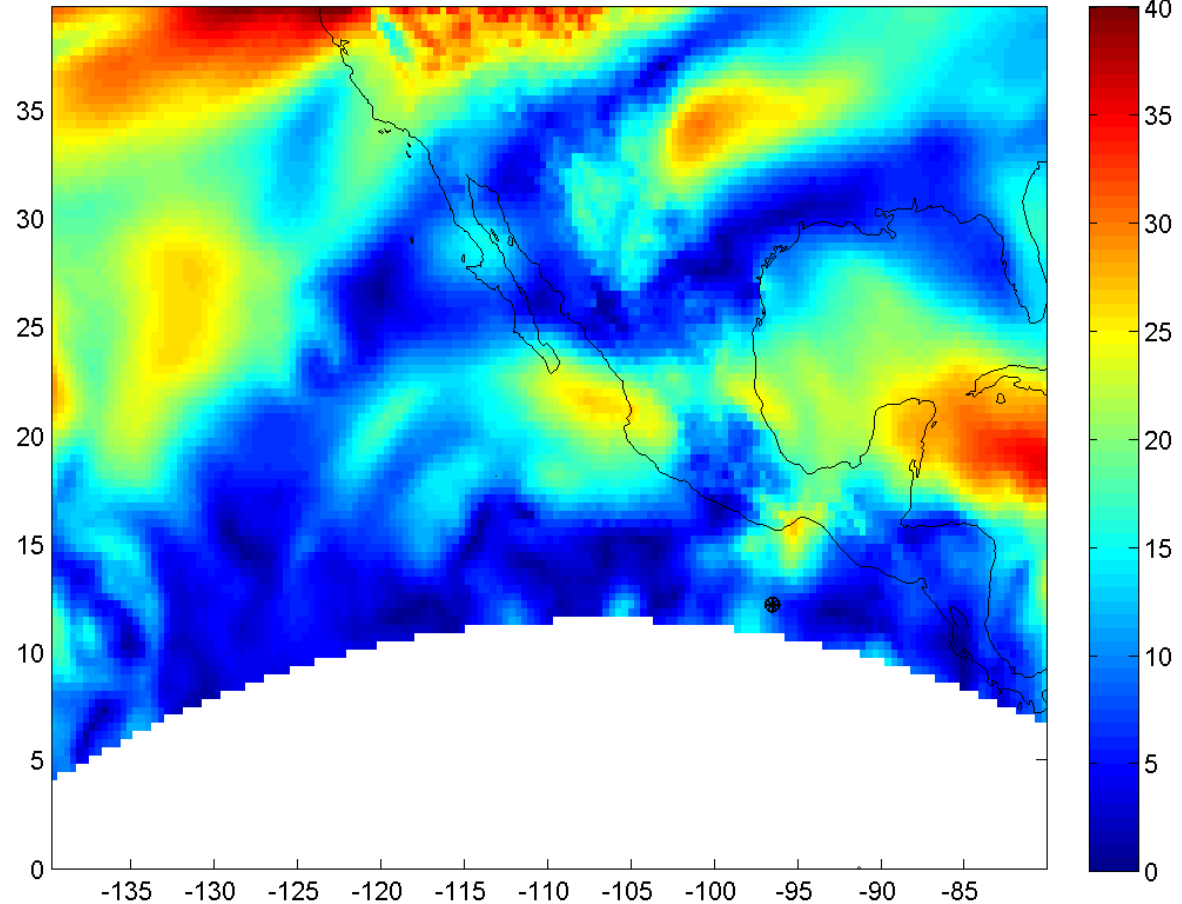
John
28 de agosto al 4 de septiembre de 2006
Categoría Máxima: 4
Vientos máximos: 115 Nudos
Presión Mínima: 948 mb
Pasó de Tormenta Tropical a H4 en 24 horas

En que condiciones Atmosféricas se dieron estos ciclones

Huracán Pauline-1997

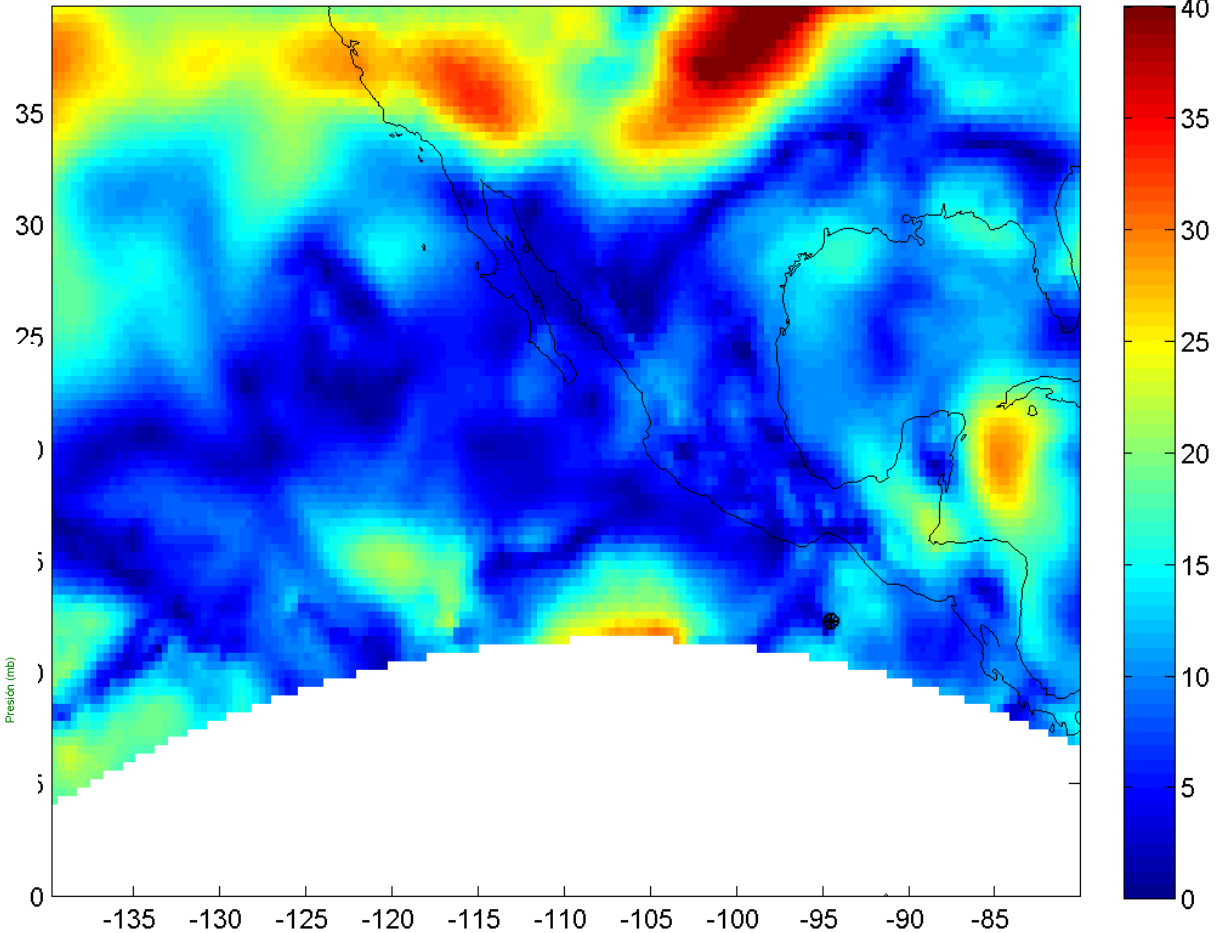


Cizalladura (850-200 hPa), para el Ciclón Tropical Paulin el día: 05-Oct-1997 12:00

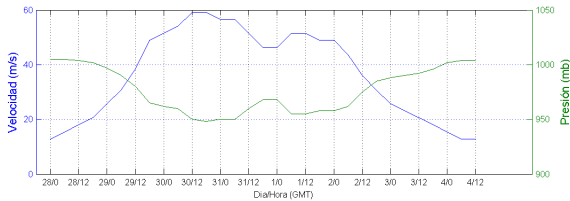
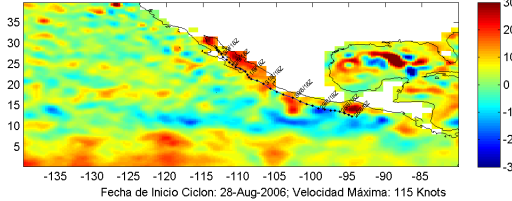


Condiciones Atmosféricas Huracán John 2006

Wind Shear, resultante (850-200 hPa), para el 28-Aug-2006 00:00



SSHA from Aviso para: 30-Aug-2006; Ciclón Tropical No: 11 del año: 2006 Vel= 59.1611 m/s; Pmin= 948 mb



http://nomads.ncdc.noaa.gov/dods/NCEP_NARR_DAILY



Trabajo por hacer



El Dr. William Gray en 1975 mostró que la frecuencia estacional de los ciclones tropicales se puede relacionar directamente con la combinación de seis diferentes parámetros, referidos como los parámetros primarios climatológicos de génesis:

1. Vorticidad relativa en niveles bajos
2. Parámetro de Coriolis
3. Inverso de la cizalladura vertical
4. Energía térmica oceánica
5. Gradiente vertical de temp. Potencial equivalente (inestabilidad húmeda)
6. Humedad Relativa en la mitad de la troposfera.