

2^{do} CURSO NACIONAL SOBRE METODOLOGÍAS PARA LA ELABORACIÓN DE ATLAS ESTATALES Y MUNICIPALES DE PELIGRO Y RIESGO

MAPAS DE PELIGRO Y RIESGO POR INUNDACIONES COSTERAS POR MAREA DE TORMENTA

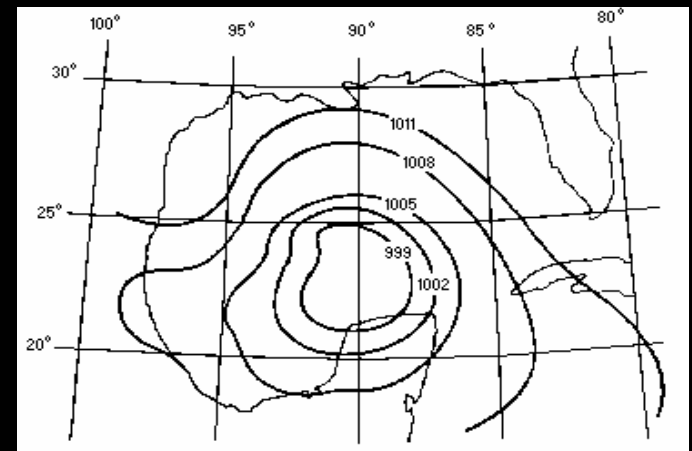
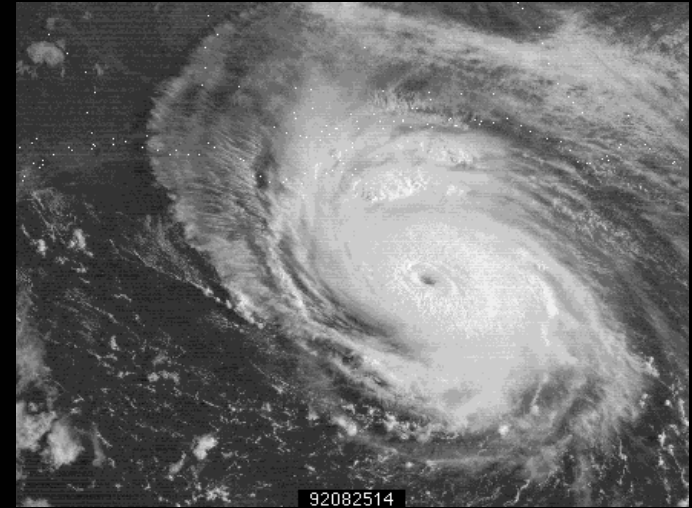
Óscar Arturo Fuentes Mariles
Lucía Guadalupe Matías Ramírez
Martín Jiménez Espinosa
David Ricardo Mendoza Estrada
Carlos Baeza Ramírez

Centro Nacional de Prevención de Desastres

CICLÓN TROPICAL

Consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino al rededor de un centro de baja presión.

Suele trasladarse con velocidades de 10 a 40 km/h llevando consigo una gran cantidad de humedad.

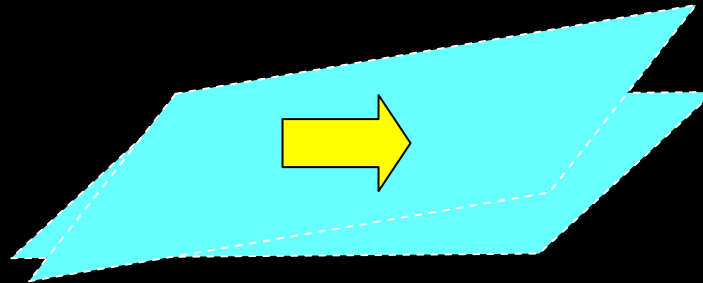


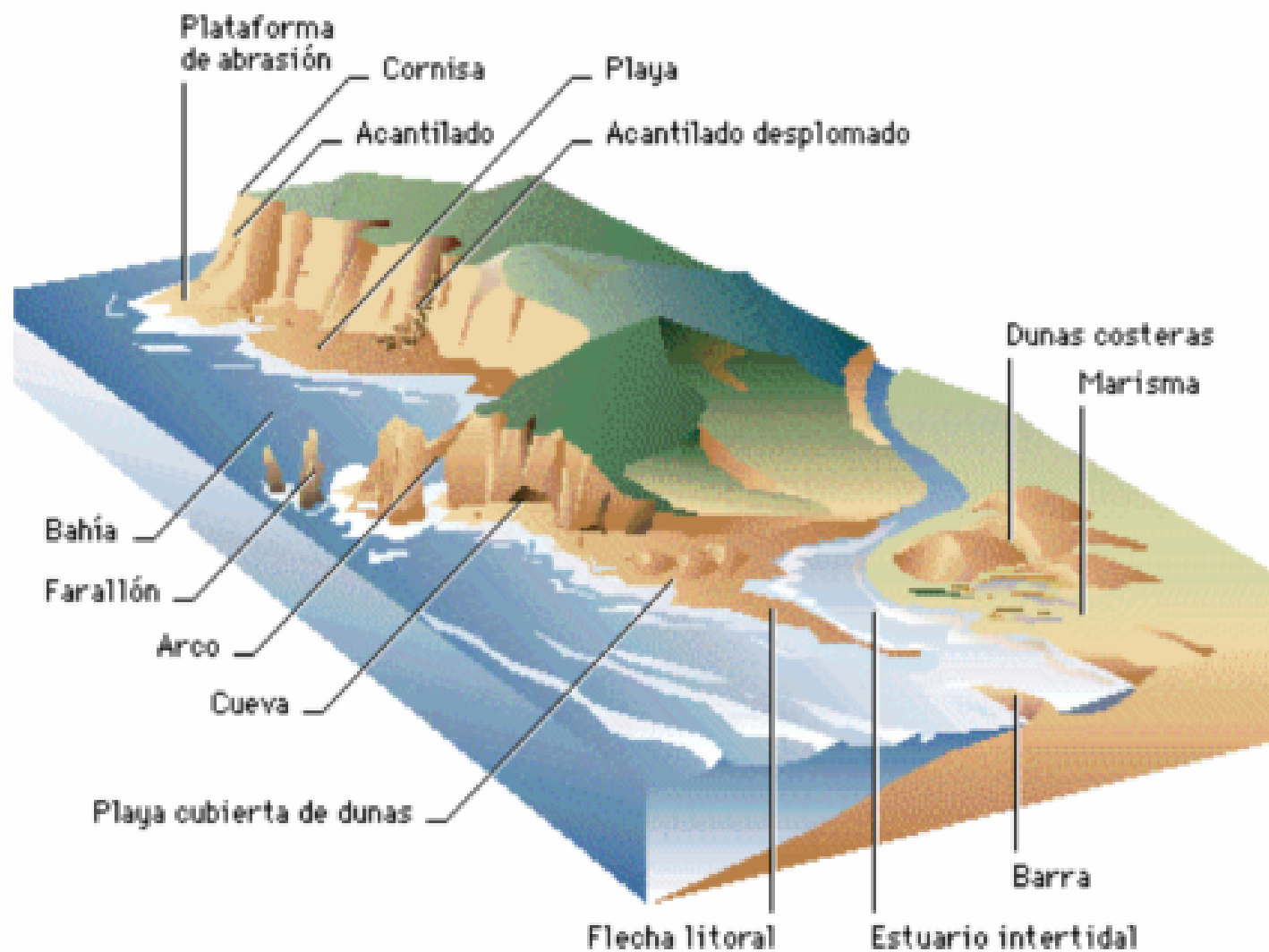
Líneas Isobaras (valores en milibares) del Ciclón Carla, 8 sep. 1961.

LA MAREA DE TORMENTA

Es un aumento del nivel medio del mar de una zona costera de 80 a 160 kilómetros de ancho debido al impulso de los vientos, puede alcanzar una elevación hasta de 7m.

Se produce principalmente por la acción de fuerzas cortantes sobre la superficie del mar que son generadas por los vientos del ciclón tropical.





MAREA DE TORMENTA



Por el ascenso del nivel medio del mar, las olas pueden impactar sobre estructuras cerca del mar.

La marea de tormenta generalmente se combina con un fuerte oleaje producido por los vientos intensos del ciclón tropical.

MAREA DE TORMENTA

Es uno de los efectos destructivos de los ciclones tropicales que menos se conoce.

Han causado un gran número de muertes cuando se ha conjuntado con el fuerte oleaje que generan los intensos vientos del meteoro.



MAREA DE TORMENTA

Antes del paso de Floyd en el este de Carolina del Norte (USA)

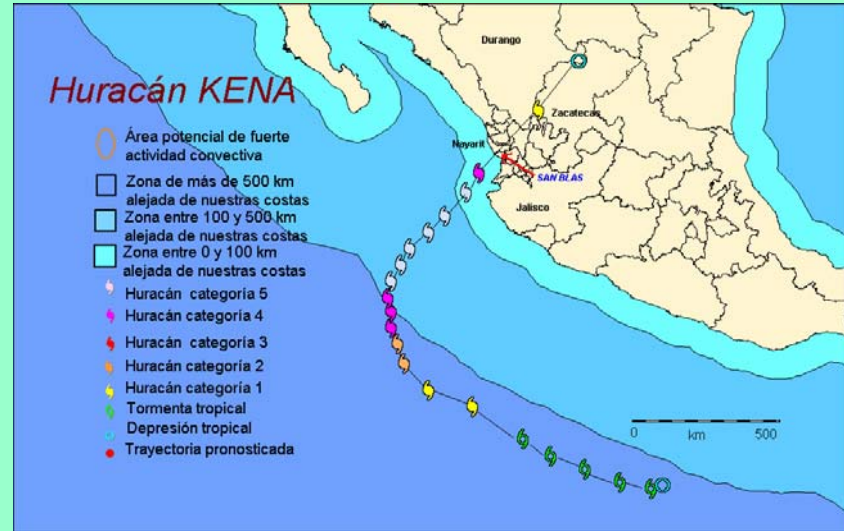
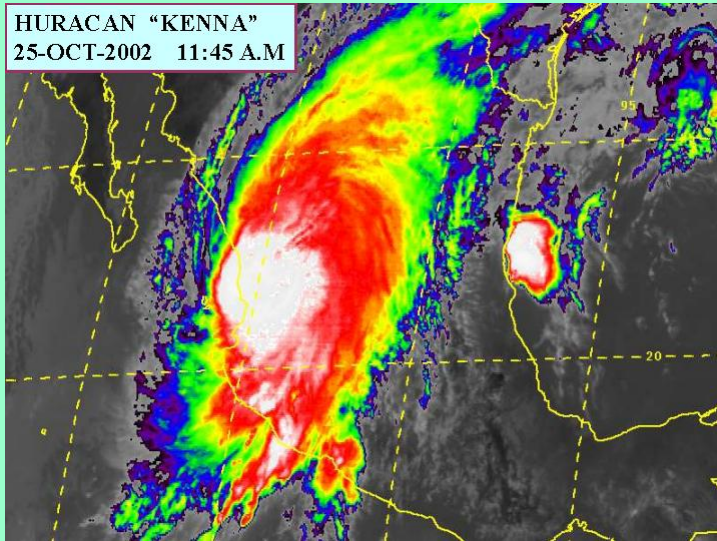


MAREA DE TORMENTA

Daños por Floyd en el este de Carolina del Norte (USA)

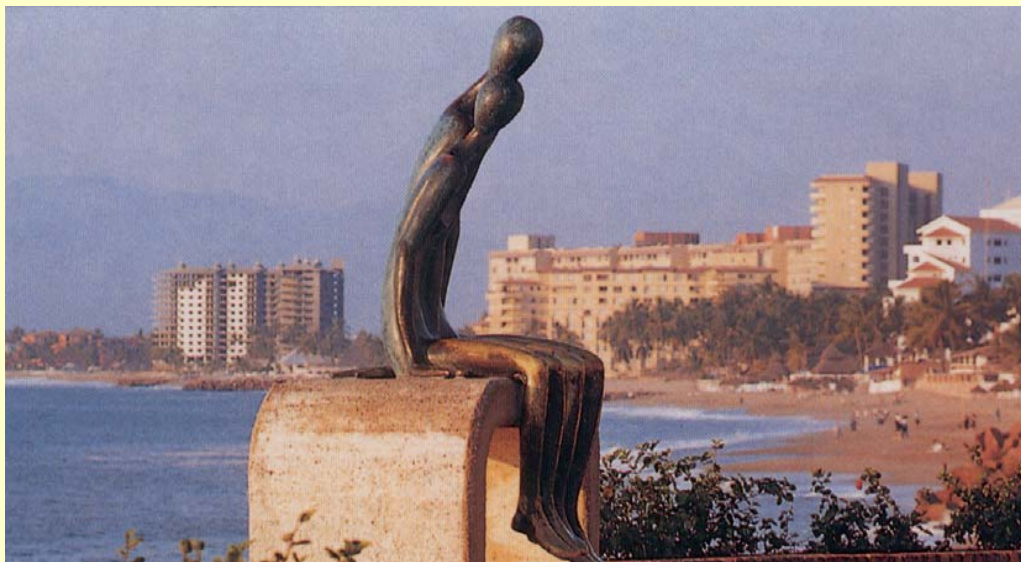


Huracan Kenna (21-27 octubre de 2002)



El día jueves 24 se convirtió en huracán categoría 5, se encontró a las 20 h a 365 km al suroeste de Cabo Corrientes, Jalisco; se movió al nor-noreste a 18 km/h, con vientos máximos de 260 km/h y rachas de 315 km/h; y una presión central de 915 mb, la más baja en su trayectoria.

Puerto Vallarta, Jalisco, México



Condiciones
ordinarias de la
costa



Con marea de
tormenta durante el
huracán Kenna

(20-10-02)

Afectó a Cabo Corrientes, Campostela y San Blas en Nayarit y Puerto Vallarta, Jalisco.

En Puerto Vallarta, la marea de tormenta que generó fue del orden de 3.5m



En 1988 la marea de tormenta y el oleaje del huracán Gilbert originaron la erosión de las playas de Cancún, Quintana Roo, México.



Algunas estructuras fallaron por falta de sustentación en la cimentación por la remoción de arena debajo de ella.



Ten most intense Atlantic hurricanes

Intensity is measured solely by central pressure

Rank	Hurricane	Year	Minimum pressure
1	Wilma	2005	882 mbar (hPa)
2	Gilbert	1988	888 mbar (hPa)
3	Labor Day	1935	892 mbar (hPa)
4	Rita	2005	897 mbar (hPa)
5	Allen	1980	899 mbar (hPa)
6	Katrina	2005	902 mbar (hPa)
7	Camille	1969	905 mbar (hPa)
8	Mitch	1998	905 mbar (hPa)
9	Ivan	2004	910 mbar (hPa)
10	Janet	1955	914 mbar (hPa)

Source: [The Weather Channel](#) 

***Categoría 5
(presión central
menor a 920 mb)***



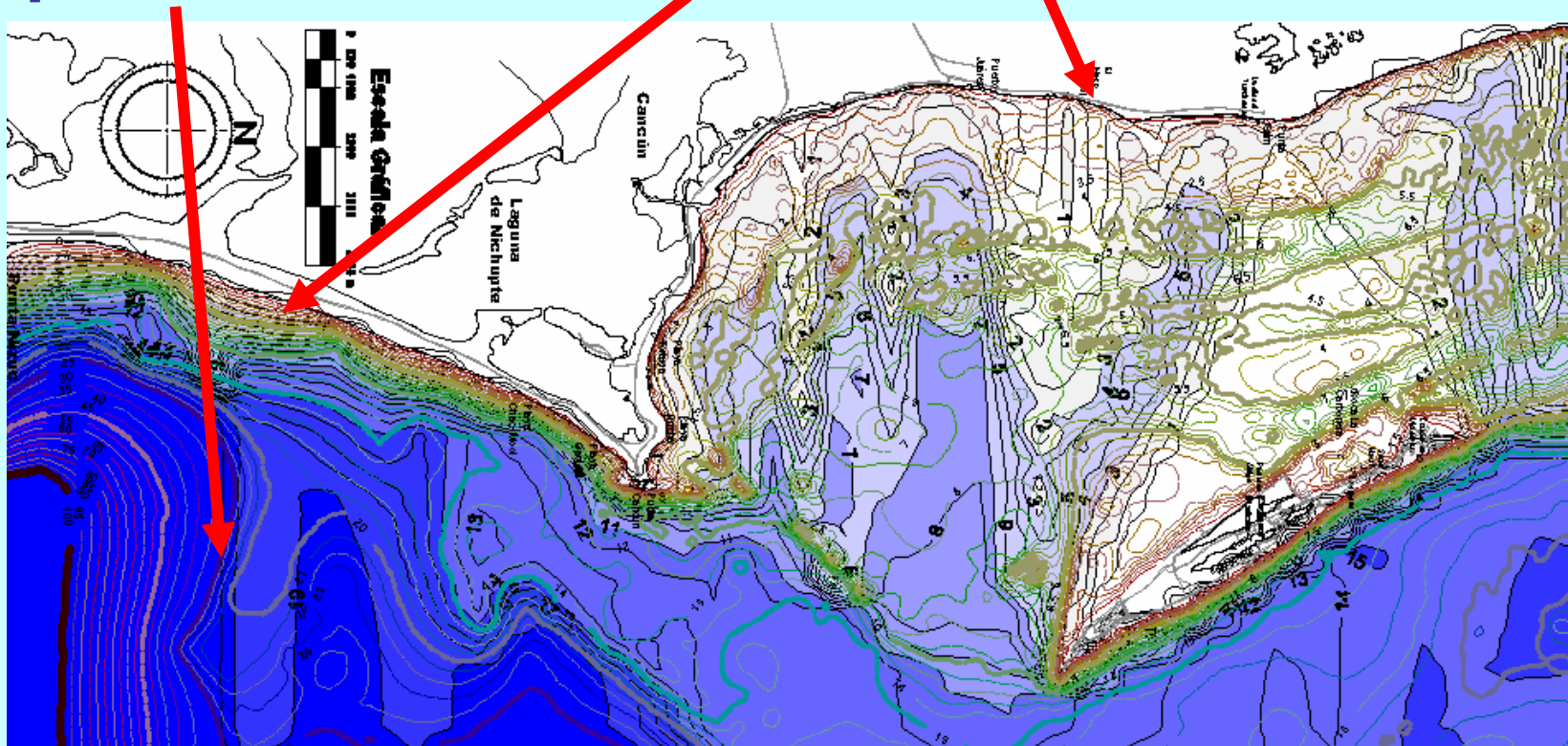


LA MAREA DE TORMENTA

Su magnitud también depende de la configuración de la playa y de las profundidades del fondo marino próximo a tierra.



CENAPRED



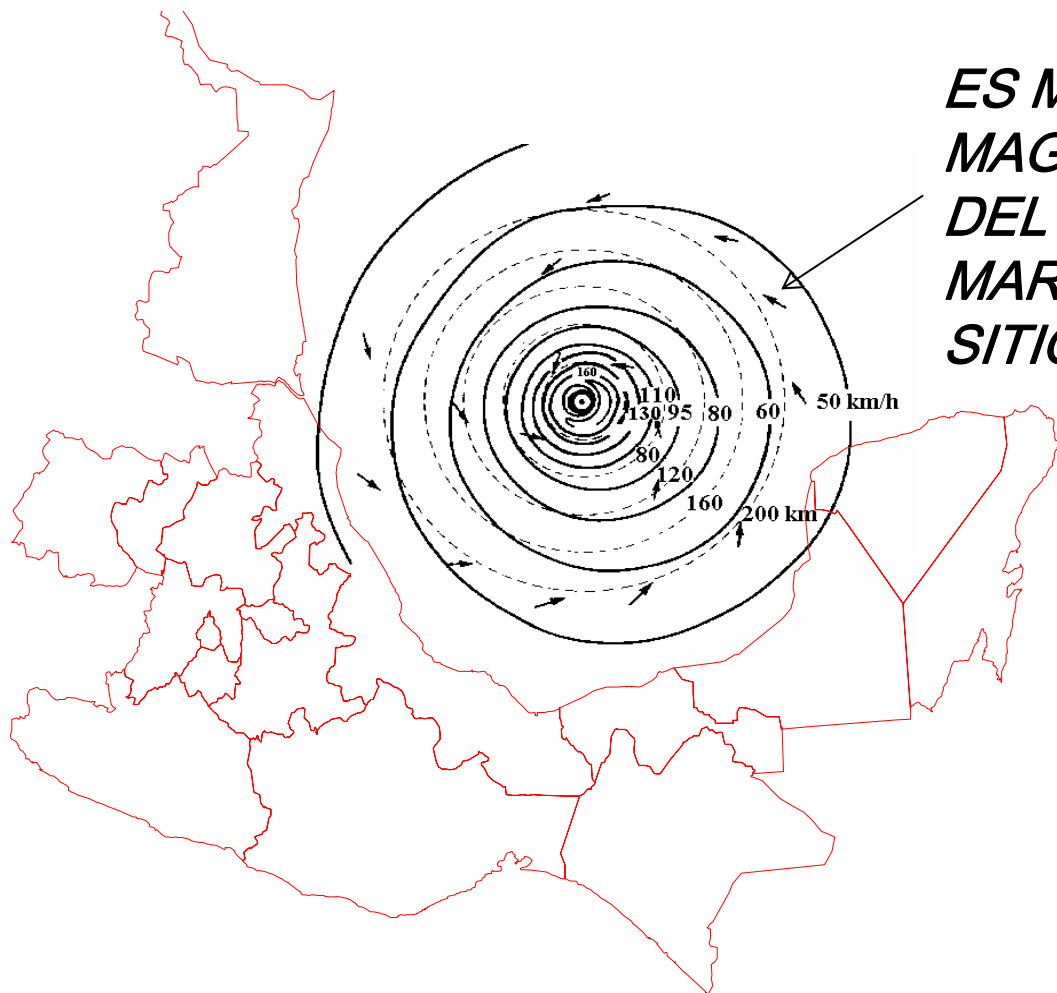
EL CÁLCULO PRECISO DE LA MAREA DE TORMENTA REQUIERE DE UN PROGRAMA DE CÓMPUTO QUE RESUELVA LAS ECUACIONES DE MOVIMIENTO DE MAREA DE TORMENTA.

La zona (dominio) donde se obtiene la solución de las ecuaciones de movimiento no es muy extensa.

PRINCIPALES REQUERIMIENTO DE INFORMACIÓN PARA EL CÁLCULO PRECISO DE LA MAREA DE TORMENTA

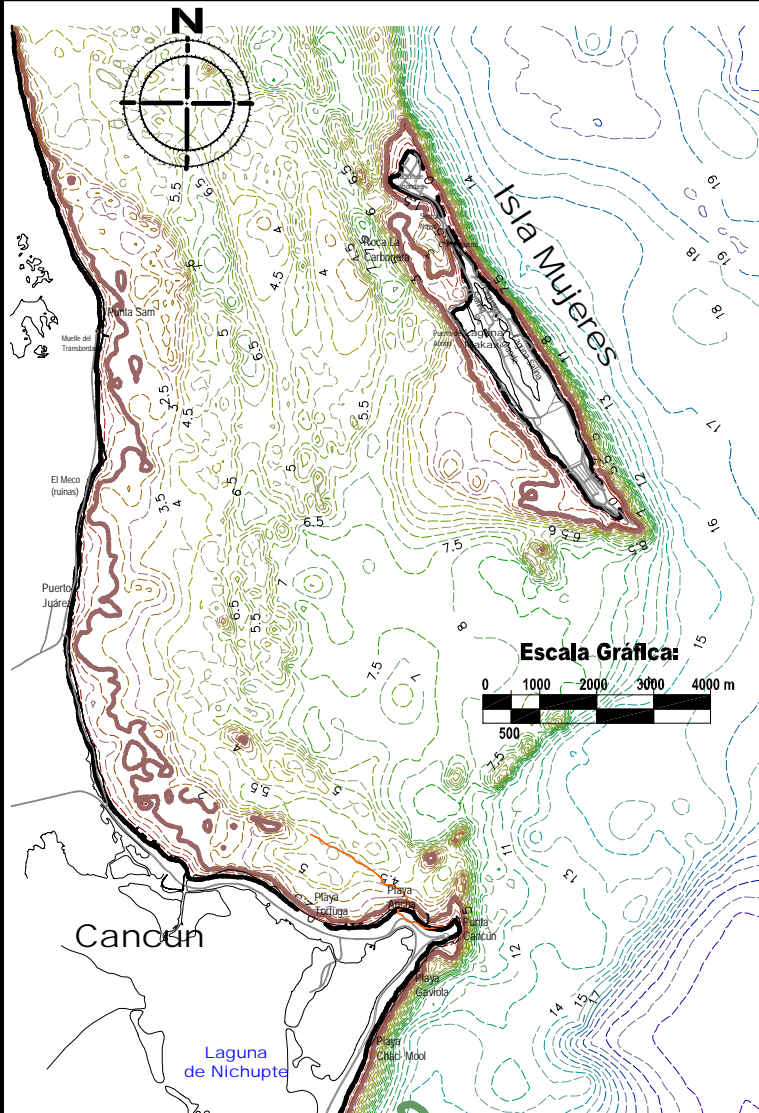
- Detalle de la profundidad del fondo marino en una zona (curvas batimétricas a cada m)
- Trayectoria del ciclón tropical (posiciones del ojo, velocidad de desplazamiento, presión central)
- Cálculo de campo de vientos para cada instante de cálculo (60 a 90 segundos).

LA MAREA DE TORMENTA DEPENDE PRINCIPALMENTE DEL CAMPO DE VIENTO DEL CICLÓN TROPICAL



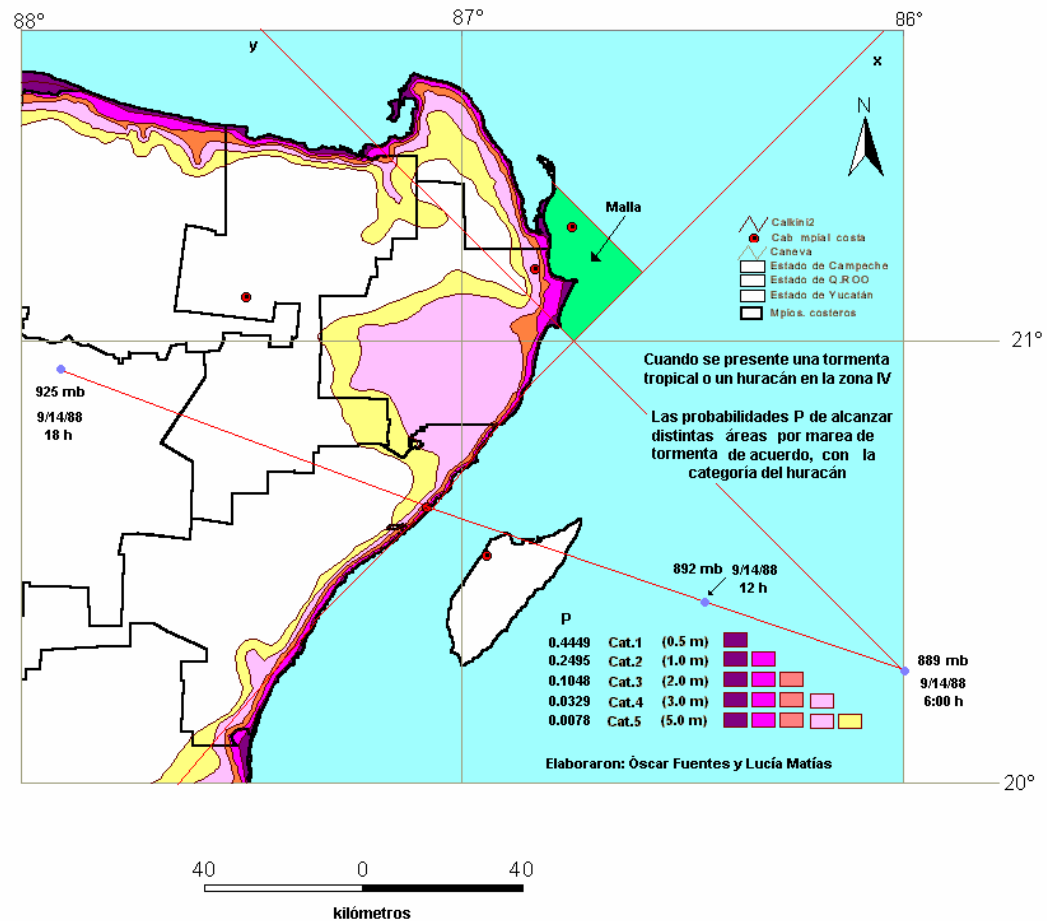
*ES MUY IMPORTANTE LA
MAGNITUD Y DIRECCIÓN
DEL VIENTO EN LA ZONA
MARINA CERCANA AL
SITIO DE INTERÉS.*

CASO DE APLICACIÓN: Huracán Gilberto cerca de Cancún, Qna Roo.



CENAPRED

**Se trazó una malla de
cuadrados que tenían un
km por lado.**



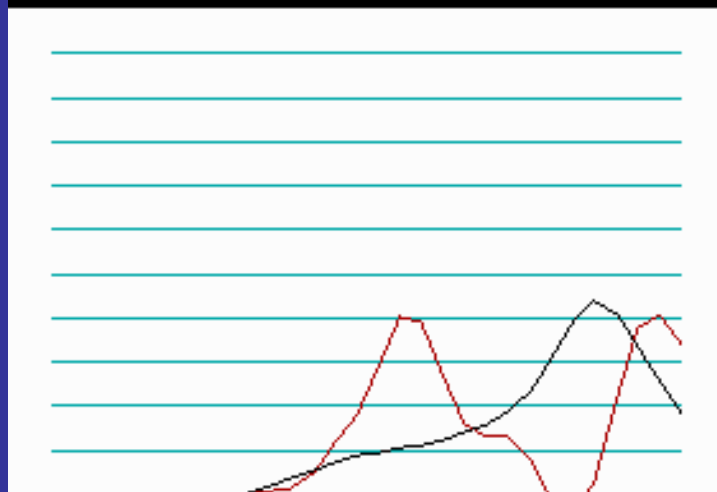
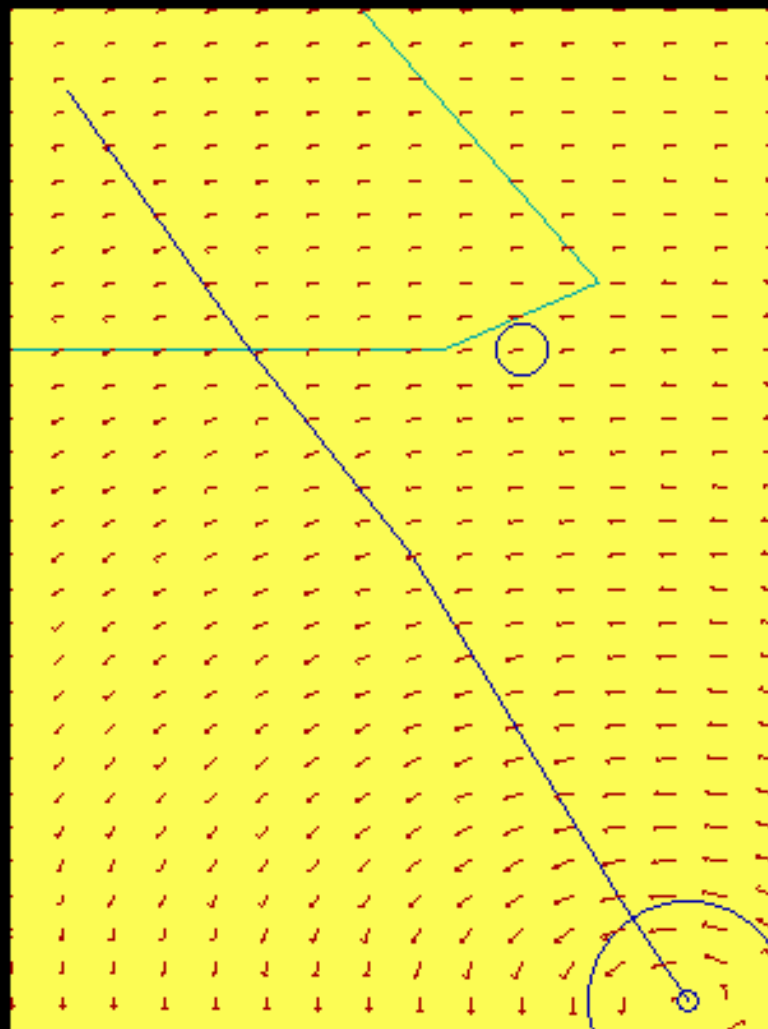
TIEMPO 0 s (0.00 h) (0.00 d)

Punto	H	U	V	U
215	1.7102	0.0000	-0.4424	0.4424
238	1.7979	0.1348	0.0550	0.1456
330	0.8211	0.0000	-0.5963	0.5963
406	0.9155	0.0000	-0.9502	0.9502
461	1.0876	0.0000	-0.1661	0.1661
487	0.0169	-0.6746	0.0959	0.6814
77	1.1718	0.7061	0.0333	0.7069
303	0.8903	-0.0172	-0.6228	0.6231
400	0.3031	0.0894	-0.6429	0.6491
438	0.1314	-0.1125	-0.2126	0.2406
356	0.8175	0.0000	-0.4973	0.4973
47	0.1186	0.6942	-0.0902	0.7000

Ciclón en x= 32590.0 y=-191110.0

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



Etapa de calentamiento

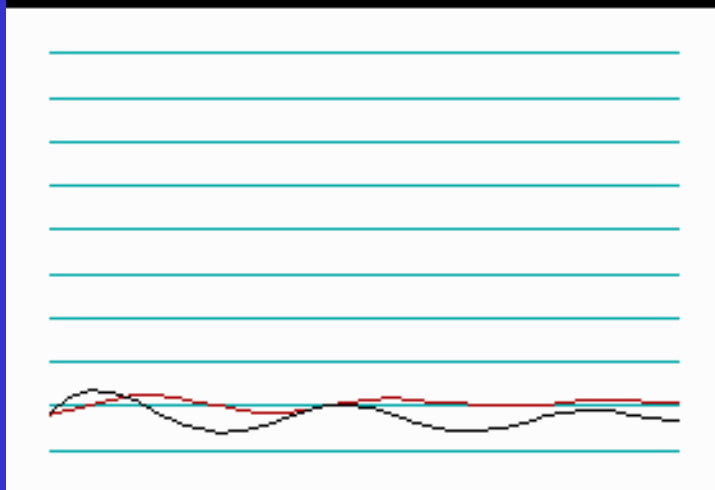
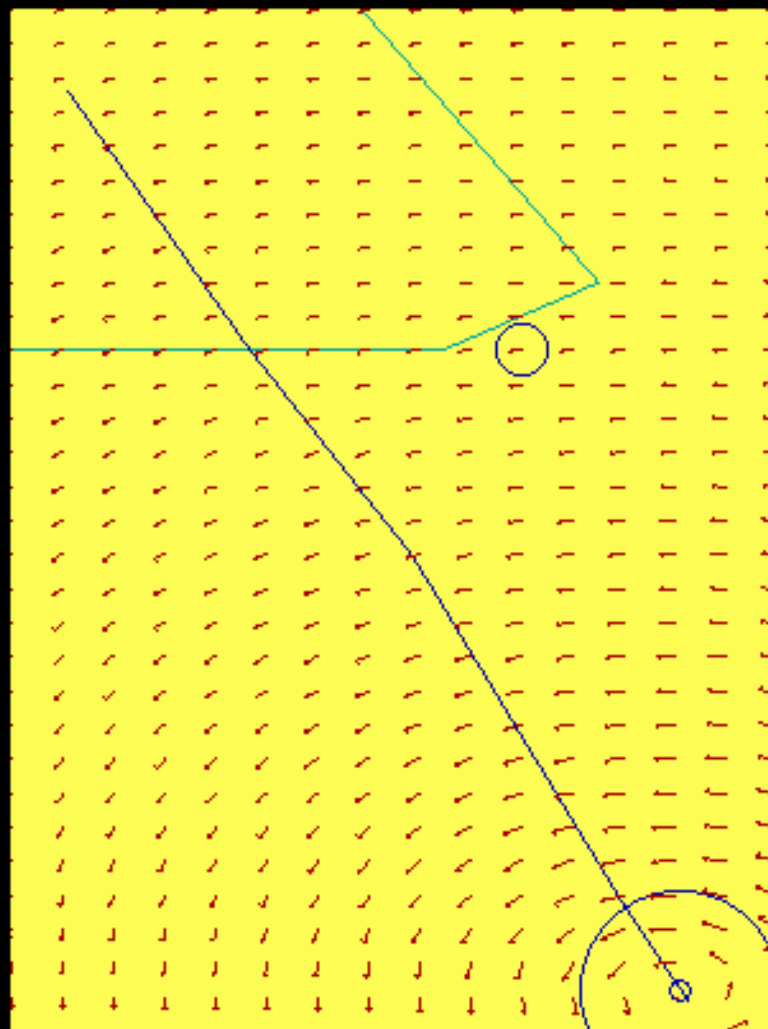
TIEMPO 360 s (0.10 h) (0.00 d)

Punto	H	U	V	U
215	1.0361	0.0000	-0.6831	0.6831
238	0.8411	0.0369	0.1425	0.1472
330	1.1665	0.0000	-0.3893	0.3893
406	0.8330	0.0000	-0.5898	0.5898
461	0.4985	0.0000	-0.5327	0.5327
487	-0.0358	-0.7152	-0.0068	0.7152
77	0.8939	2.8991	0.2274	2.9080
303	0.6221	-0.0552	-0.4794	0.4826
400	0.1530	-0.1160	-0.4981	0.5114
438	0.0355	-0.4776	-0.2558	0.5418
356	0.3252	0.0000	-0.5108	0.5108
47	0.1495	1.6919	-1.2561	2.1072

Ciclón en x= 31414.0 y=-188480.5

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



0 horas

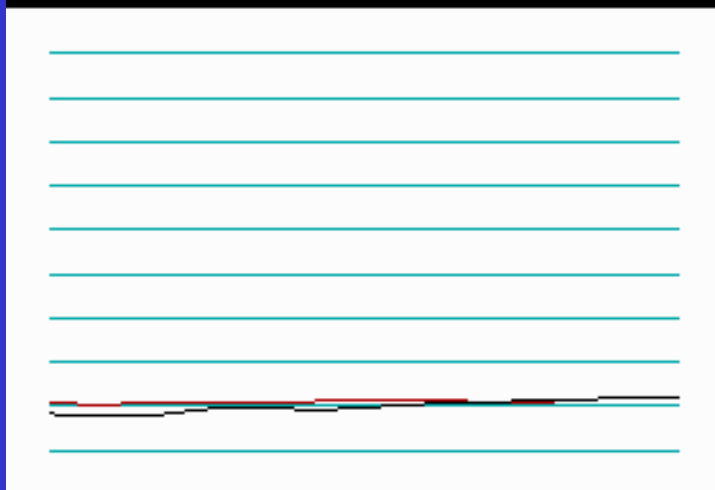
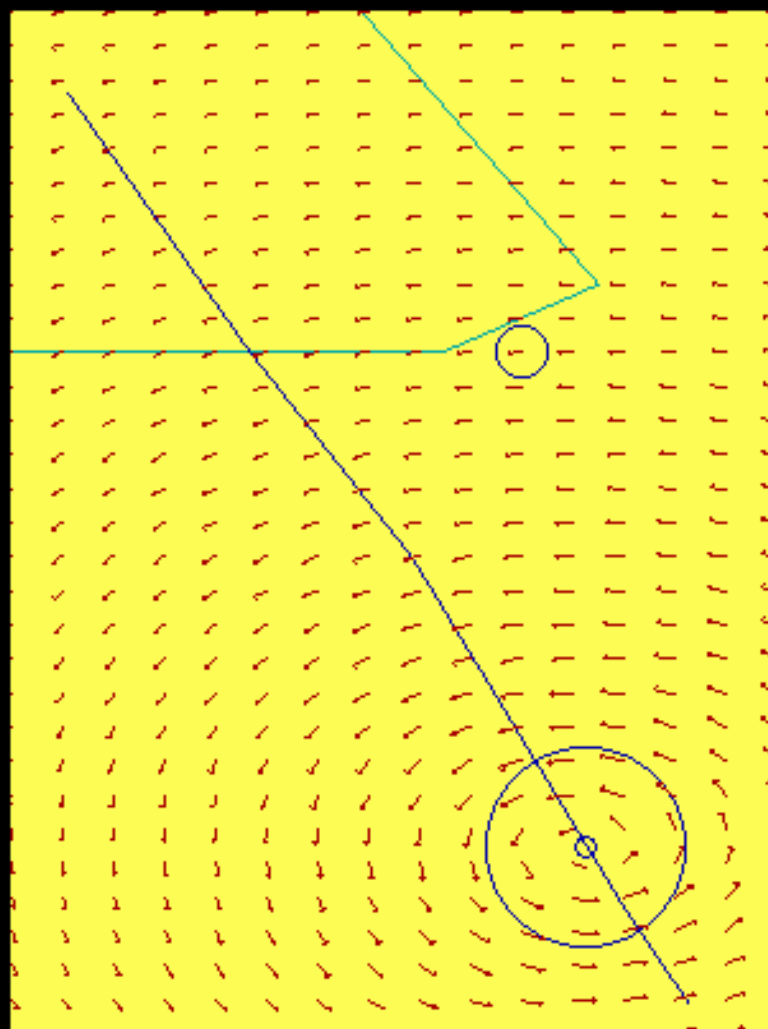
TIEMPO 7200 s (2.00 h) (0.08 d)

Punto	H	U	V	U
215	1.0886	0.0000	-0.7218	0.7218
238	0.8482	-0.2887	0.1024	0.3063
330	1.4404	0.0000	-0.4058	0.4058
406	1.0886	0.0000	-0.6178	0.6178
461	0.7309	0.0000	-0.5960	0.5960
487	0.0728	-0.7639	-0.0276	0.7644
77	0.8978	2.7770	0.1906	2.7836
303	0.6255	-0.1609	-0.6115	0.6324
400	0.1650	-0.1581	-0.5937	0.6144
438	0.0828	-0.5180	-0.2698	0.5841
356	0.3860	0.0000	-0.5657	0.5657
47	0.1480	1.5502	-1.3770	2.0734

Ciclón en x= 12823.4 y=-145416.8

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



2 horas

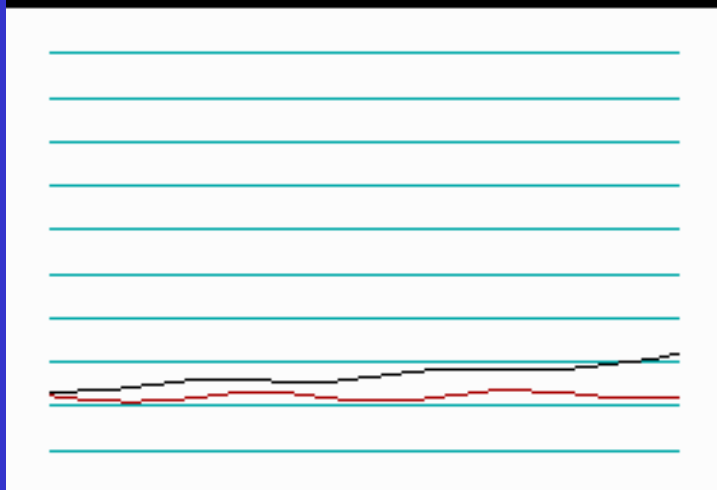
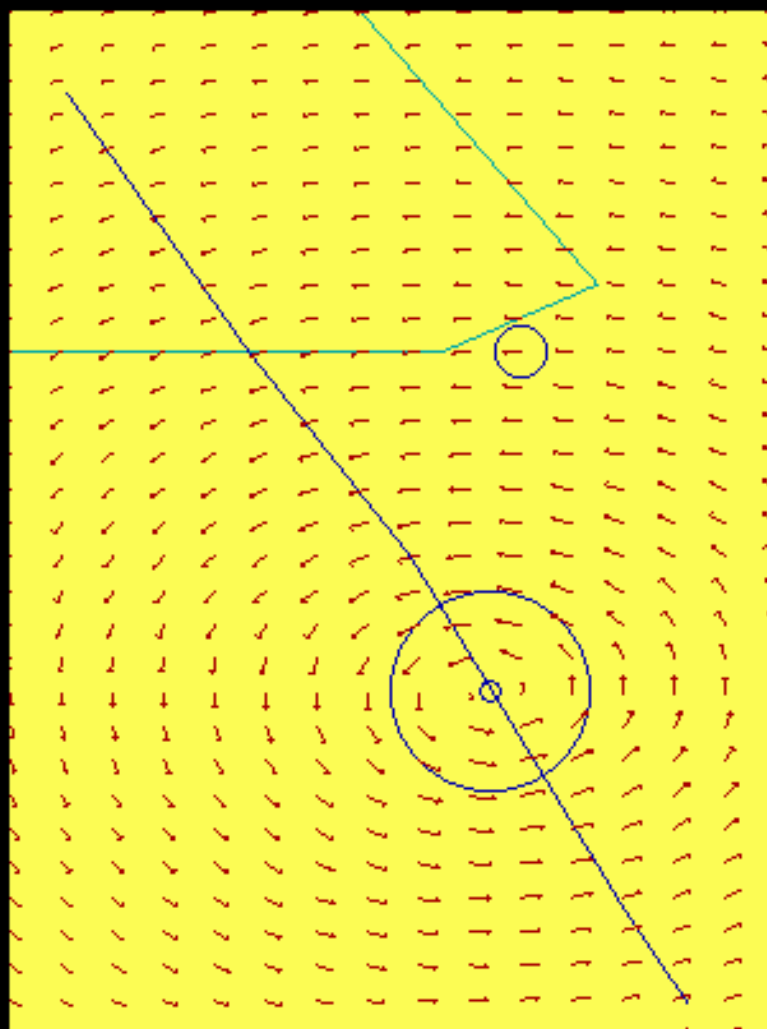
TIEMPO 14400 s (4.00 h) (0.17 d)

Punto	H	U	V	U
215	1.1096	0.0000	-0.6397	0.6397
238	0.7354	-0.4813	0.0210	0.4817
330	1.9094	0.0000	-0.3404	0.3404
406	1.5784	0.0000	-0.6133	0.6133
461	1.0696	0.0000	-0.6110	0.6110
487	0.2701	-0.8565	0.0052	0.8565
77	0.9032	2.0566	0.1075	2.0594
303	0.6864	-0.3027	-0.6941	0.7573
400	0.2560	-0.1658	-0.5763	0.5997
438	0.1613	-0.6002	-0.2022	0.6333
356	0.4909	0.0000	-0.5641	0.5641
47	0.0766	1.0577	-1.2830	1.6627

Ciclón en x= -5795.3 y= -99681.6

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



4 horas

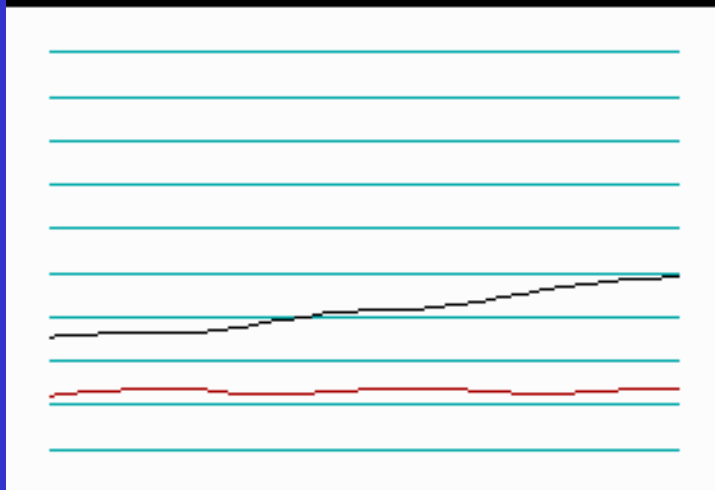
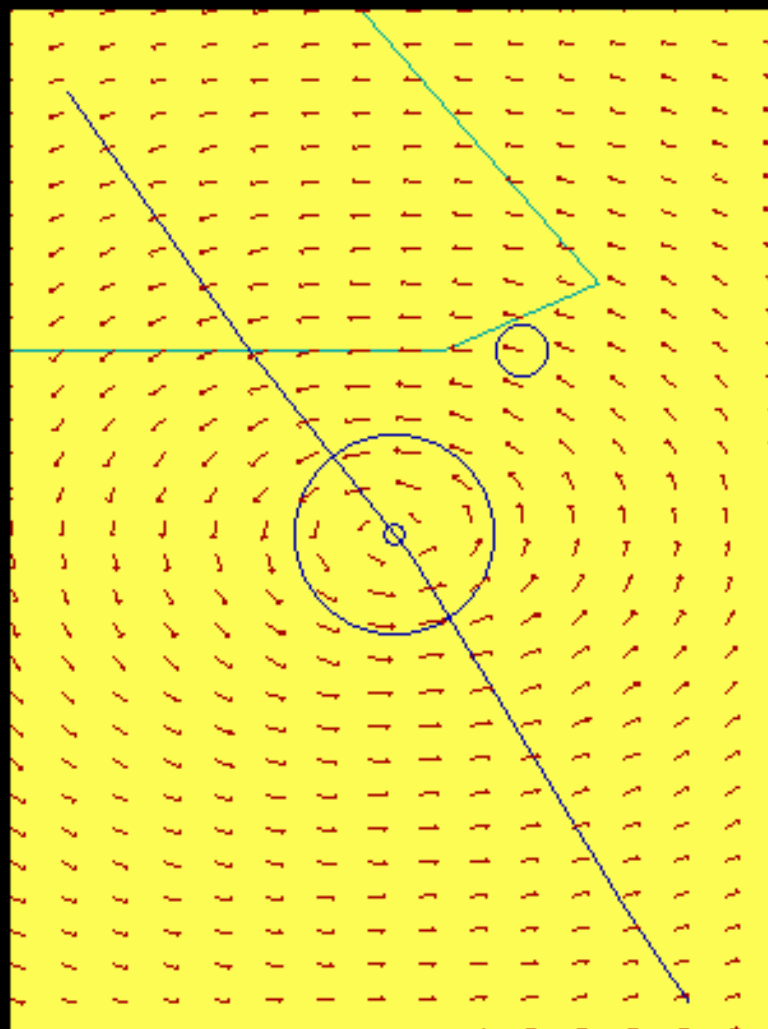
TIEMPO 21660 s (6.02 h) (0.25 d)

Punto	H	U	V	U
215	1.1802	0.0000	-0.6381	0.6381
238	0.6848	-0.6117	-0.1860	0.6393
330	2.3862	0.0000	0.3347	0.3347
406	2.4725	0.0000	-0.5152	0.5152
461	2.0390	0.0000	-0.3442	0.3442
487	1.2245	-0.7855	0.0663	0.7883
77	0.7588	1.2461	0.0605	1.2476
303	0.8546	-0.3514	-0.5709	0.6704
400	0.7208	-0.0927	-0.2615	0.2775
438	0.5332	-0.4196	-0.0476	0.4223
356	0.7290	0.0000	-0.0080	0.0080
47	-0.5269	0.6446	-1.1476	1.3162

Ciclón en $x=-25106.9$ $y=-53823.3$

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



6 horas

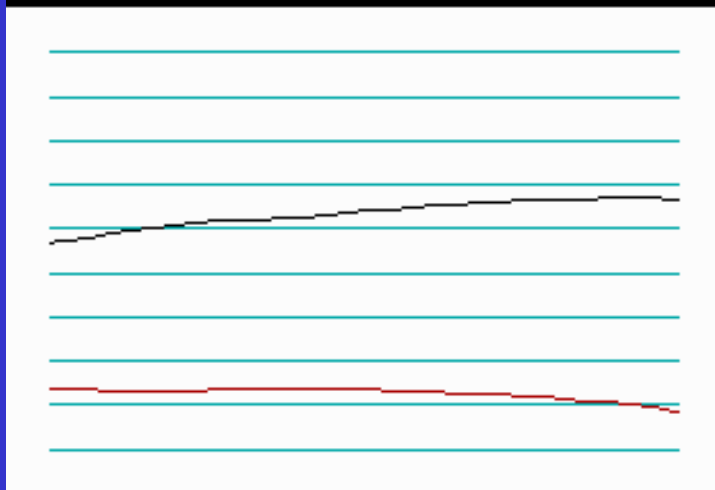
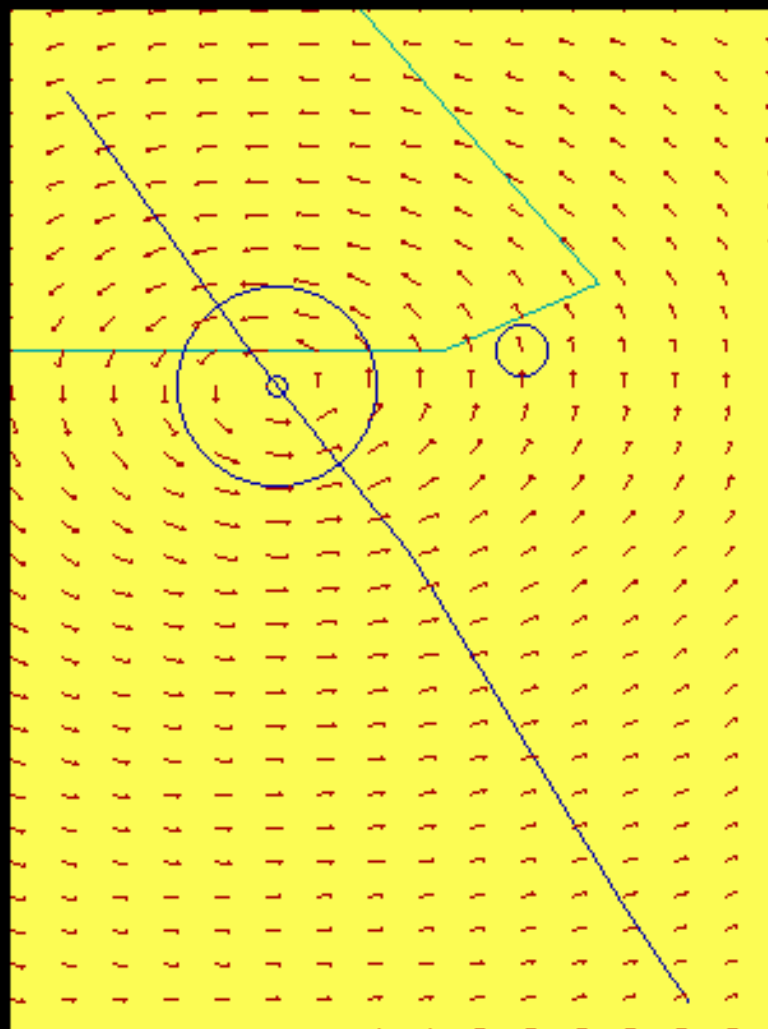
TIEMPO 28800 s (8.00 h) (0.33 d)

Punto	H	U	V	U
215	0.9371	0.0000	-0.0976	0.0976
238	0.5402	1.1175	0.4839	1.2178
330	2.2549	0.0000	0.8478	0.8478
406	3.3432	0.0000	0.6215	0.6215
461	3.3032	0.0000	1.0350	1.0350
487	2.8460	0.3441	-0.1305	0.3680
77	0.3547	4.2943	0.3447	4.3082
303	0.7855	-0.1947	0.6932	0.7200
400	1.5552	0.3239	1.1766	1.2204
438	1.1344	1.3544	0.5802	1.4734
356	0.7893	0.0000	1.6756	1.6756
47	-1.6834	2.9133	-1.8176	3.4338

Ciclón en $x=-47847.5$ $y=-10455.4$

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



8 horas

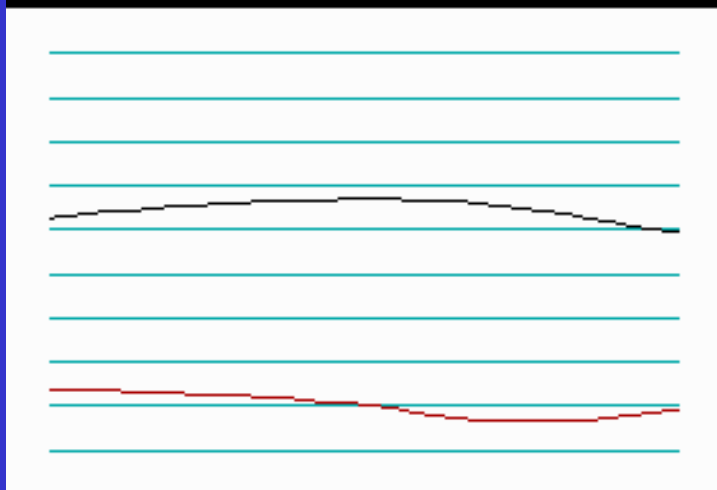
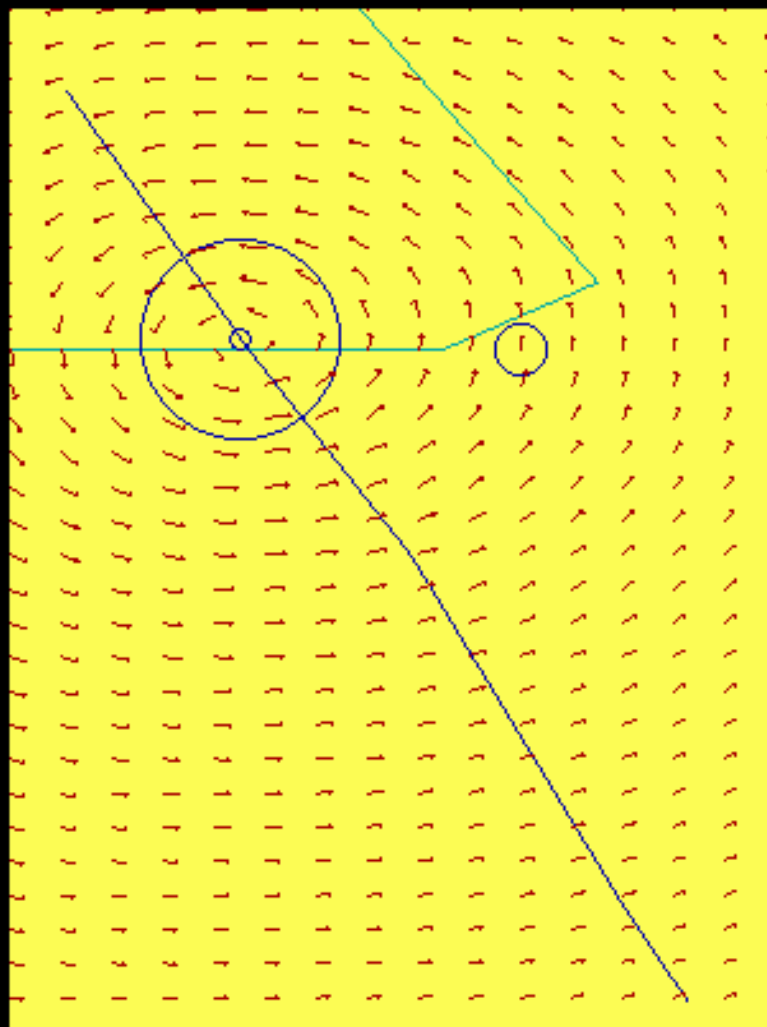
TIEMPO 31020 s (8.62 h) (0.36 d)

Punto	H	U	V	U
215	0.9553	0.0000	0.2747	0.2747
238	0.4477	1.6403	0.8345	1.8404
330	1.6989	0.0000	0.8903	0.8903
406	2.9619	0.0000	0.7375	0.7375
461	2.9949	0.0000	1.1383	1.1383
487	2.7072	0.7176	0.1067	0.7255
77	0.4540	5.2970	0.2763	5.3042
303	0.6208	0.2665	0.7851	0.8291
400	1.5075	0.3478	1.2638	1.3107
438	1.0558	1.3462	0.7249	1.5290
356	0.5871	0.0000	1.6597	1.6597
47	-1.7790	3.5040	-1.8318	3.9539

Ciclón en x=-54782.8 y= 3095.9

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



8.6 horas

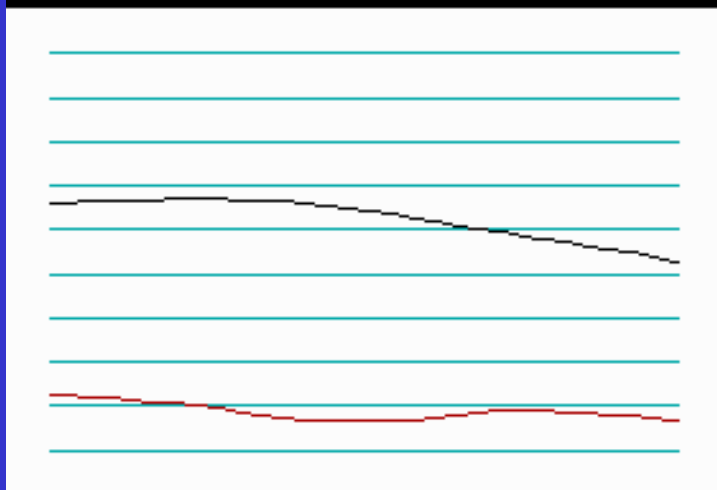
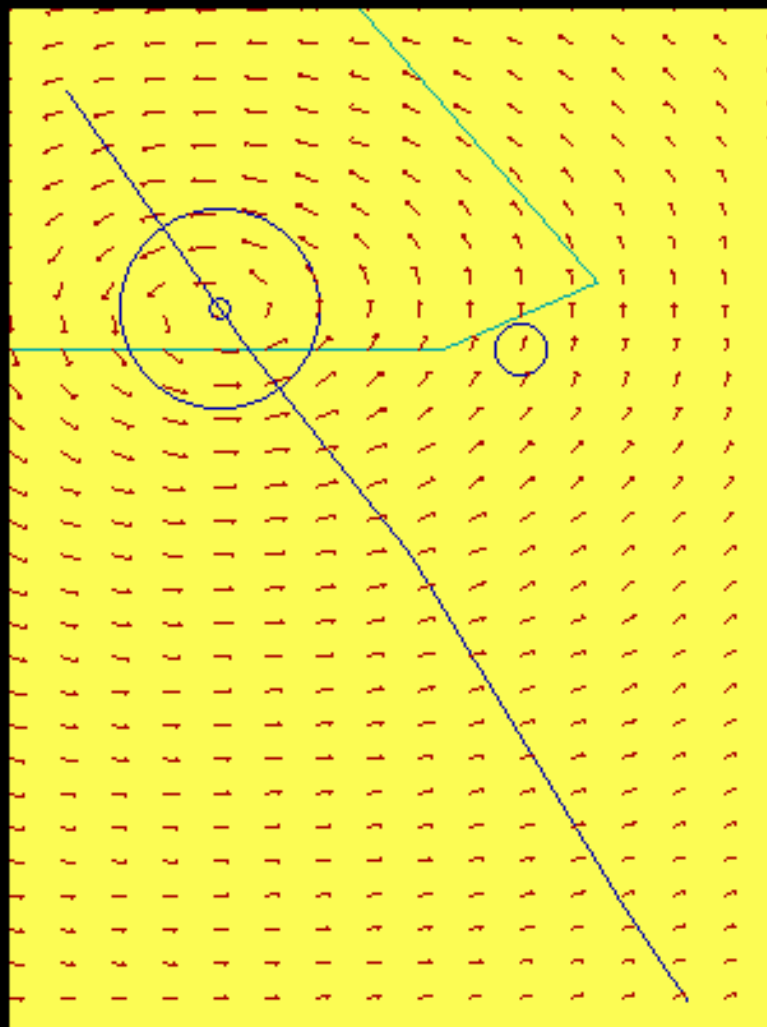
TIEMPO 32400 s (9.00 h) (0.38 d)

Punto	H	U	V	V
215	0.8398	0.0000	0.6024	0.6024
238	0.2780	2.0046	0.7661	2.1460
330	1.2957	0.0000	0.9011	0.9011
406	2.6400	0.0000	0.7698	0.7698
461	2.7127	0.0000	1.1544	1.1544
487	2.5430	0.7255	0.1286	0.7368
77	0.3799	5.9082	0.3248	5.9172
303	0.4234	0.3828	0.8329	0.9167
400	1.4128	0.3510	1.2609	1.3088
438	0.9729	1.3500	0.5901	1.4733
356	0.3993	0.0000	1.5721	1.5721
47	-1.6949	3.6587	-1.9714	4.1560

Ciclón en x=-58803.4 y= 11664.0

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS



9 horas

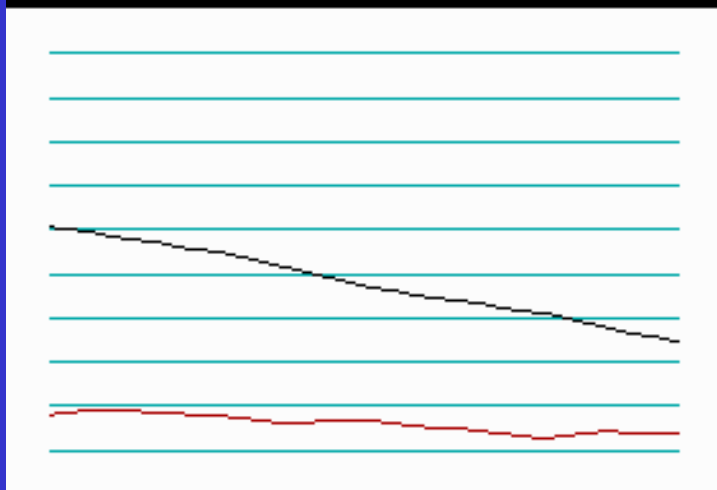
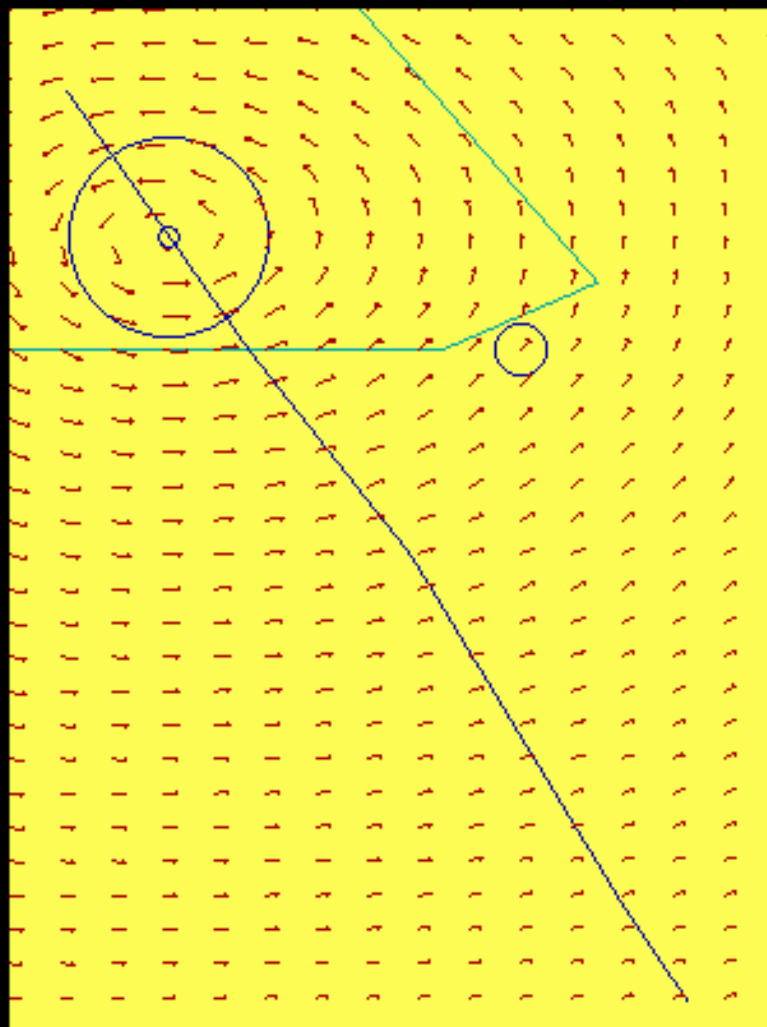
TIEMPO 36000 s (10.00 h) (0.42 d)

Punto	H	U	V	U
215	0.7061	0.0000	0.4044	0.4044
238	0.2851	2.1953	0.9284	2.3835
330	0.3238	0.0000	0.9332	0.9332
406	1.7117	0.0000	0.8175	0.8175
461	1.8423	0.0000	1.1128	1.1128
487	1.9187	0.7812	0.0808	0.7854
77	0.4438	7.0398	0.3293	7.0475
303	0.2428	0.3359	1.0916	1.1421
400	1.0765	0.3387	1.2071	1.2537
438	0.6992	1.2266	0.4954	1.3229
356	0.1497	0.0000	1.3958	1.3958
47	-1.3614	3.9966	-2.2511	4.5870

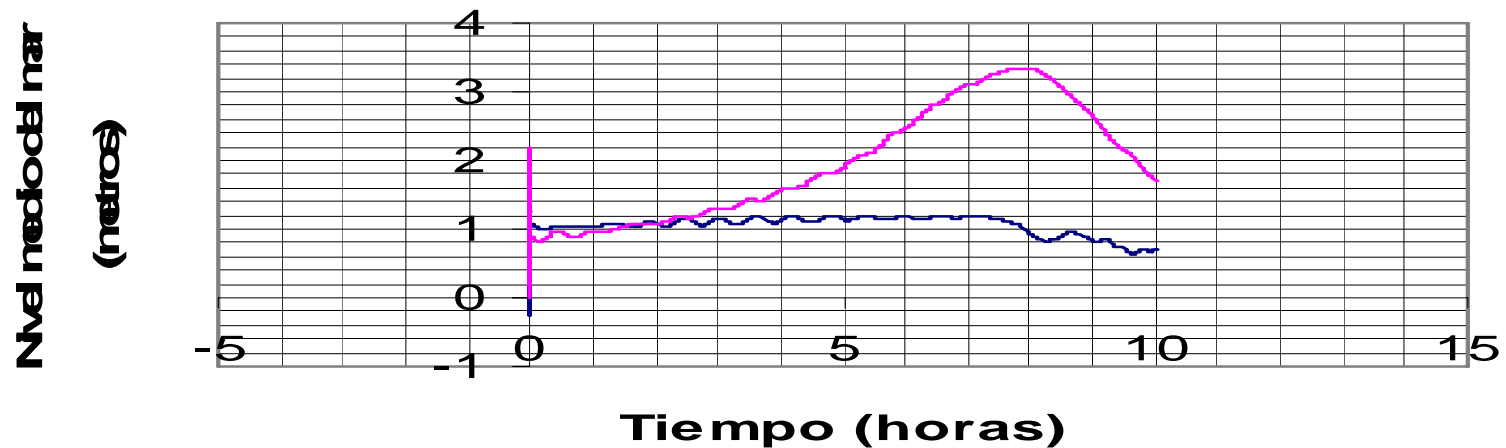
Ciclón en x=-69291.9 y= 34015.5

Nivel medio del mar en puntos 215y406

CAMPO DE VIENTOS

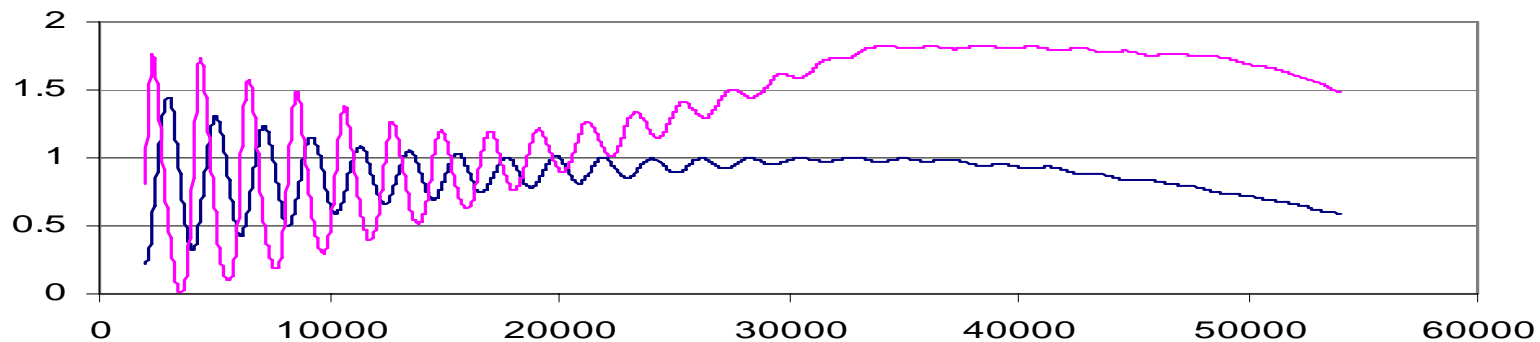


10 horas



Variación en el tiempo del nivel medio del mar en los puntos 215 y 406

Marea de tormenta por Emily en Cancún

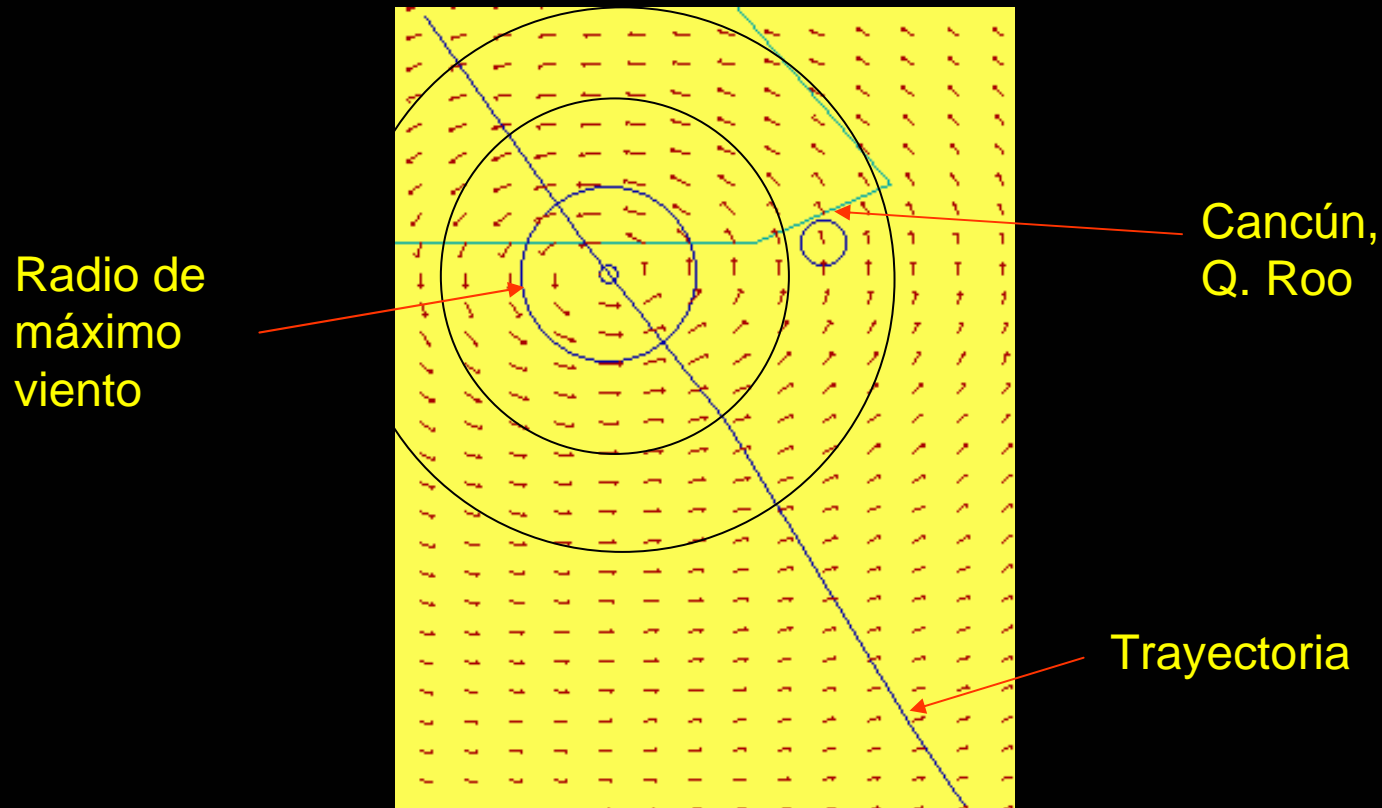


MODELO SIMPLIFICADO PARA CALCULAR LA MAREA DE TORMENTA

Para una escala geográfica media, es factible disponer de una estimación de la altura de la marea de tormenta con un grado de aproximación adecuada mediante el empleo de un método simplificado.

En el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se propuso un método simplificado para calcular la altura de la marea de tormenta (en m) a partir del radio de máximo viento (en km) y la velocidad del viento máximo sostenido (km/r) de un ciclón tropical.

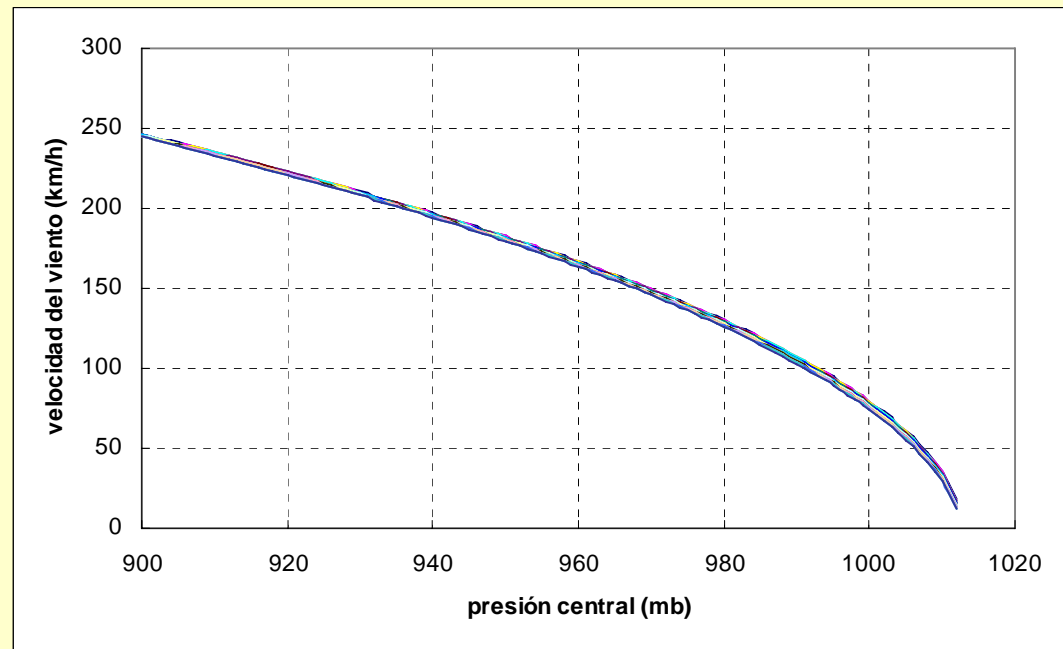
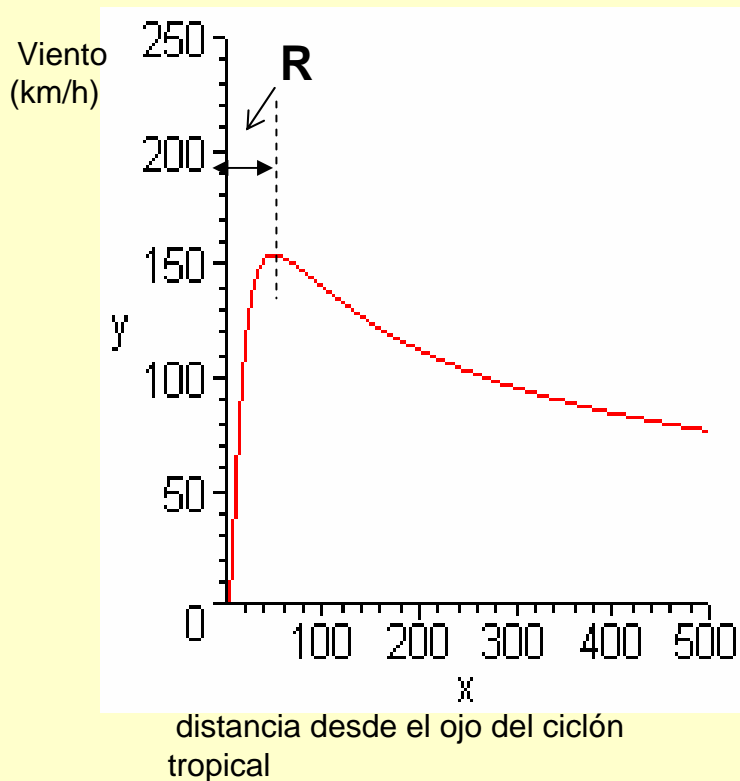
Estimación del campo de vientos del huracán Gilbert (1988)



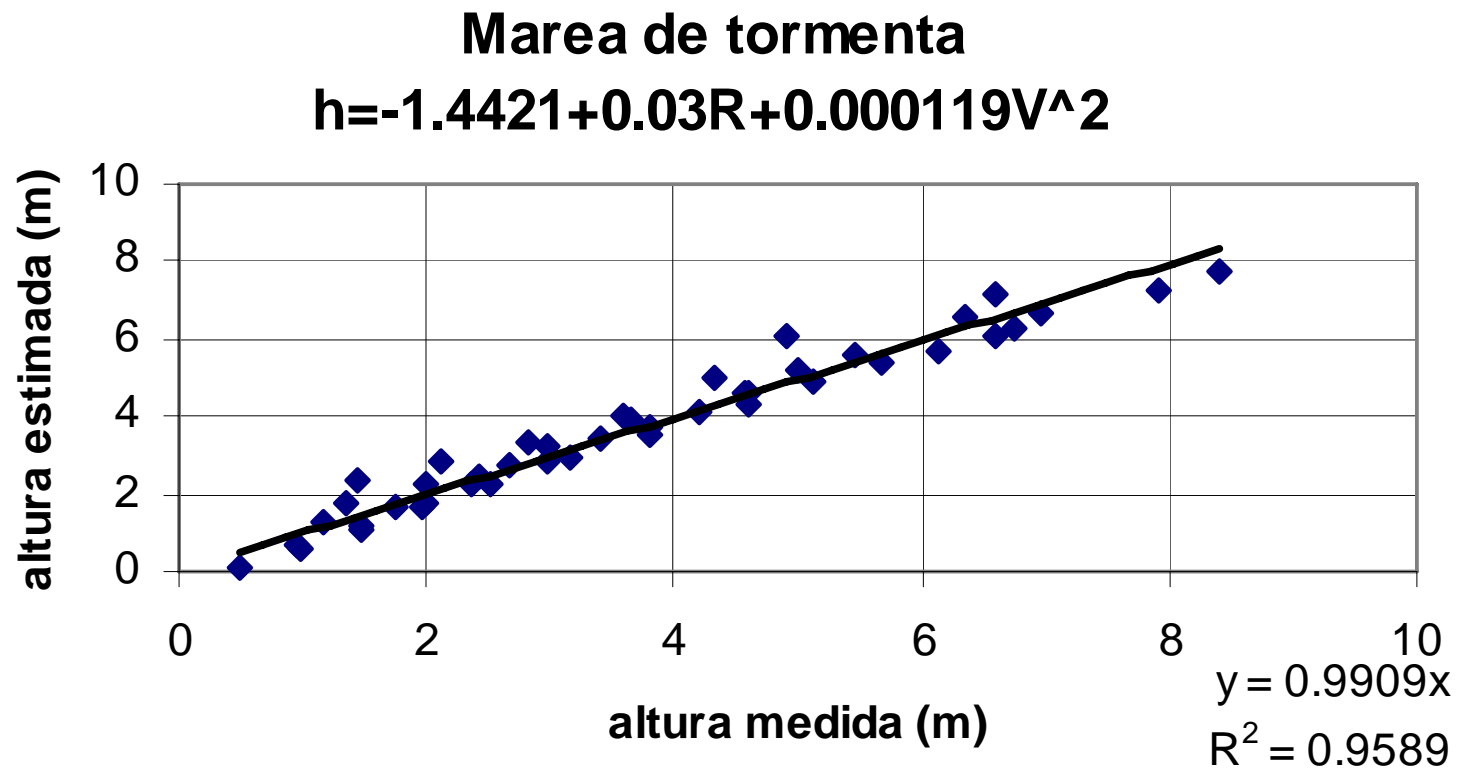
La máxima marea de tormenta (del orden de 3.6m) se presentó cuando los vientos tenían una dirección perpendicular a la costa.

2. Cálculo de los vientos

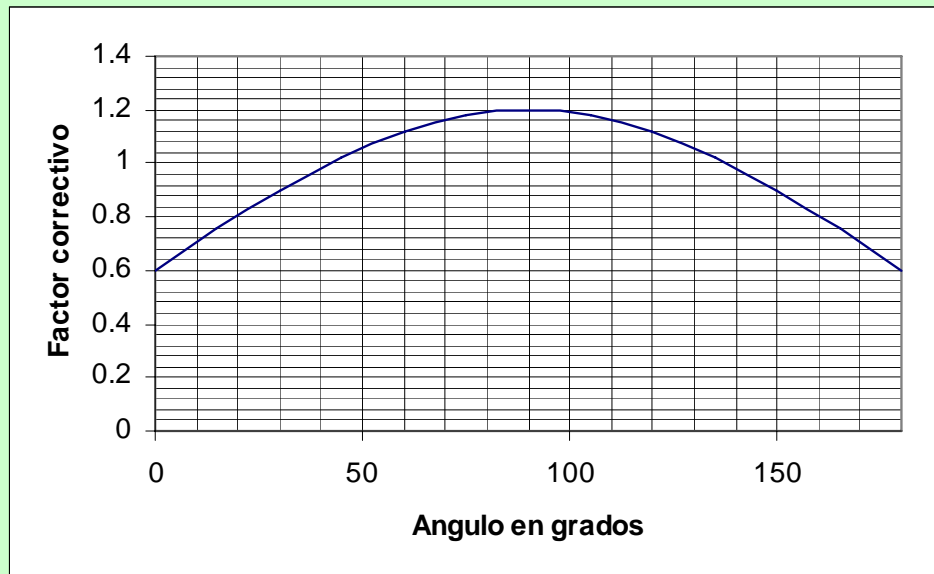
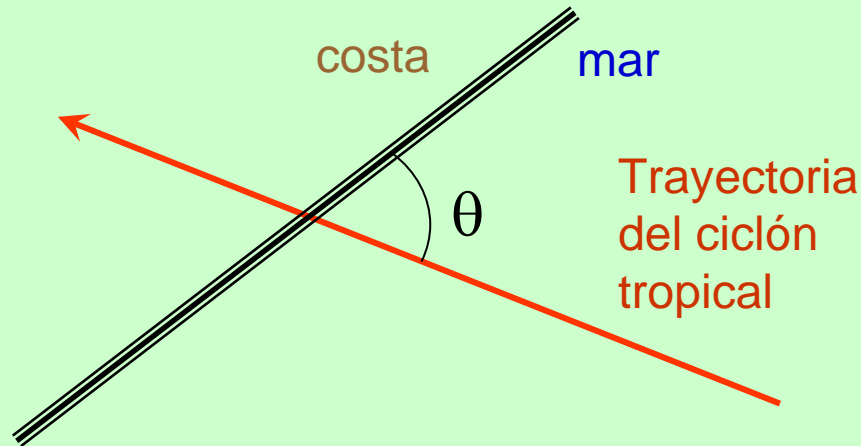
Variación de la magnitud de la velocidad de los vientos de un ciclón tropical



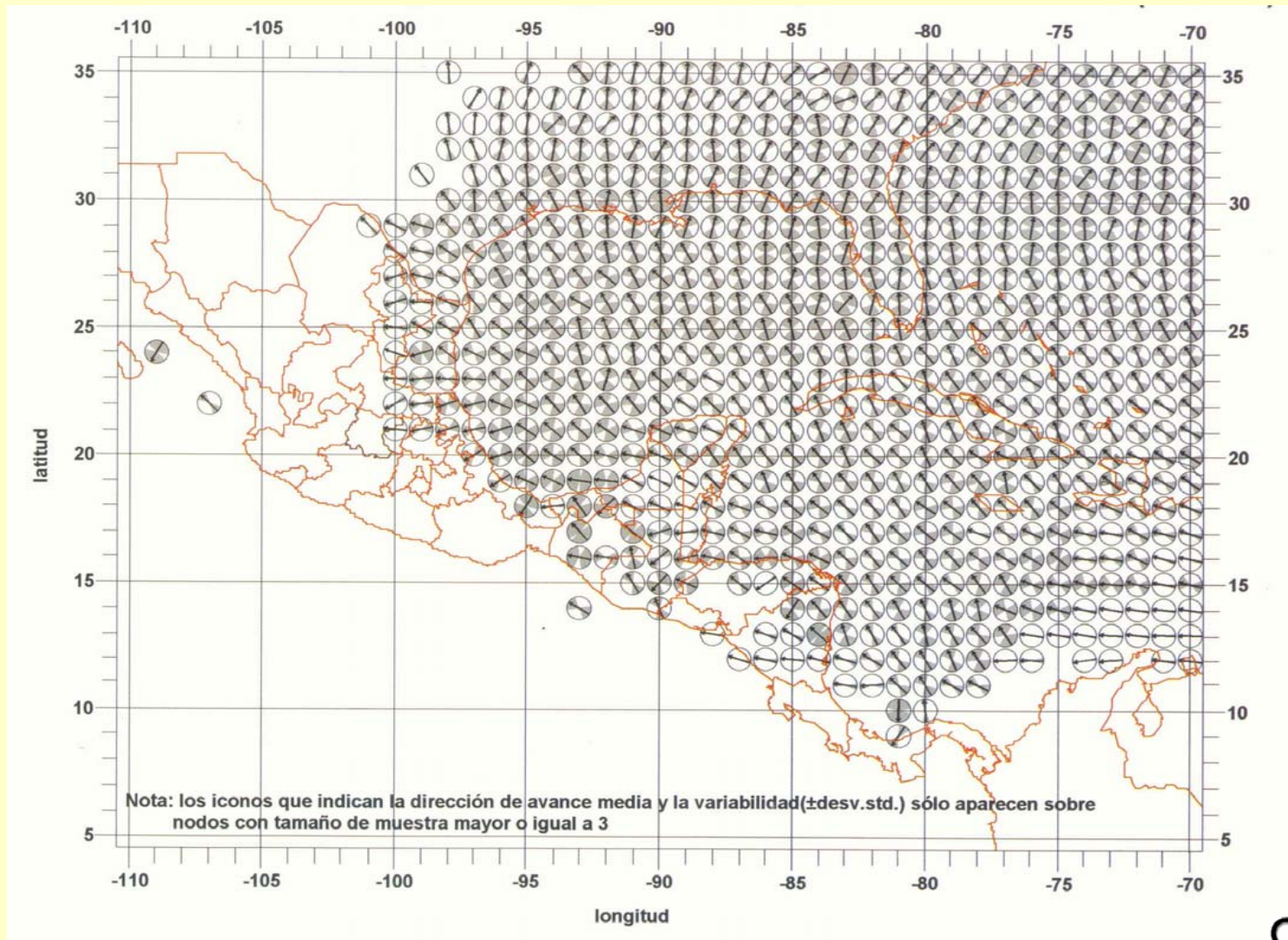
AMPLITUD DE LA MAREA DE TORMENTA



Factor correctivo por dirección de avance del ciclón tropical



DIRECCIONES MEDIAS DE AVANCE DE CICLONES TROPICALES



INUNDACIÓN



Villahermosa, Tab.
Octubre 1998.

Cuando el agua ocupa temporalmente a una zona del terreno con un espesor mayor a 25 cm se dice que **existe una inundación.**

Se hace más perjudicial cuanto más tiempo se mantiene sobre un lugar y el espesor de agua es más grande.

RIESGO DE DAÑO POR INUNDACIONES

Las pérdidas pueden referirse a uno de estos aspectos (*elementos de riesgo*)

- vidas humanas
- bienes materiales de los habitantes
- viviendas
- infraestructura civil
- actividades económicas de la comunidad

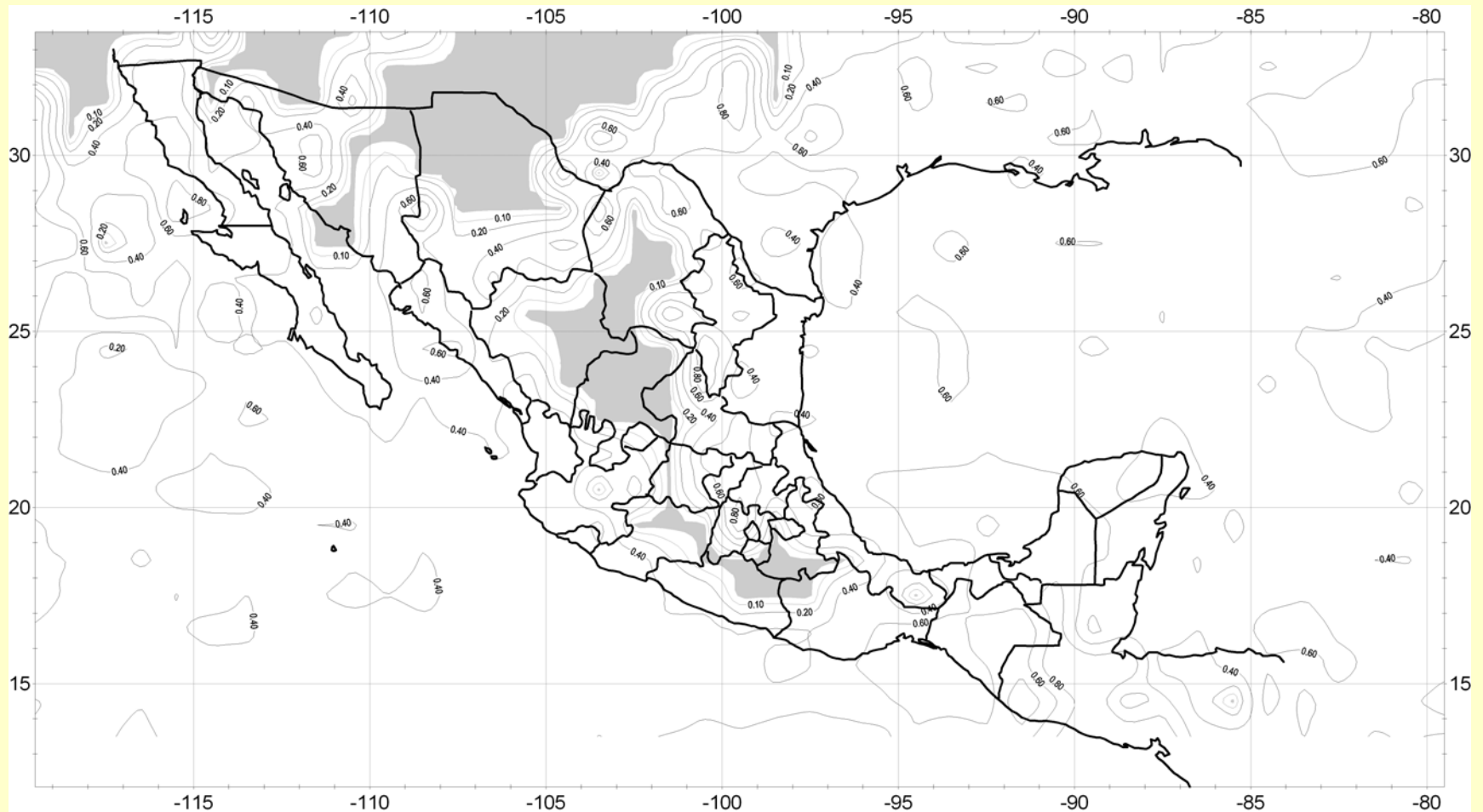
Se refiere a las **pérdidas esperadas** de cierto elemento debidas a una inundación de cierta magnitud.

Considera

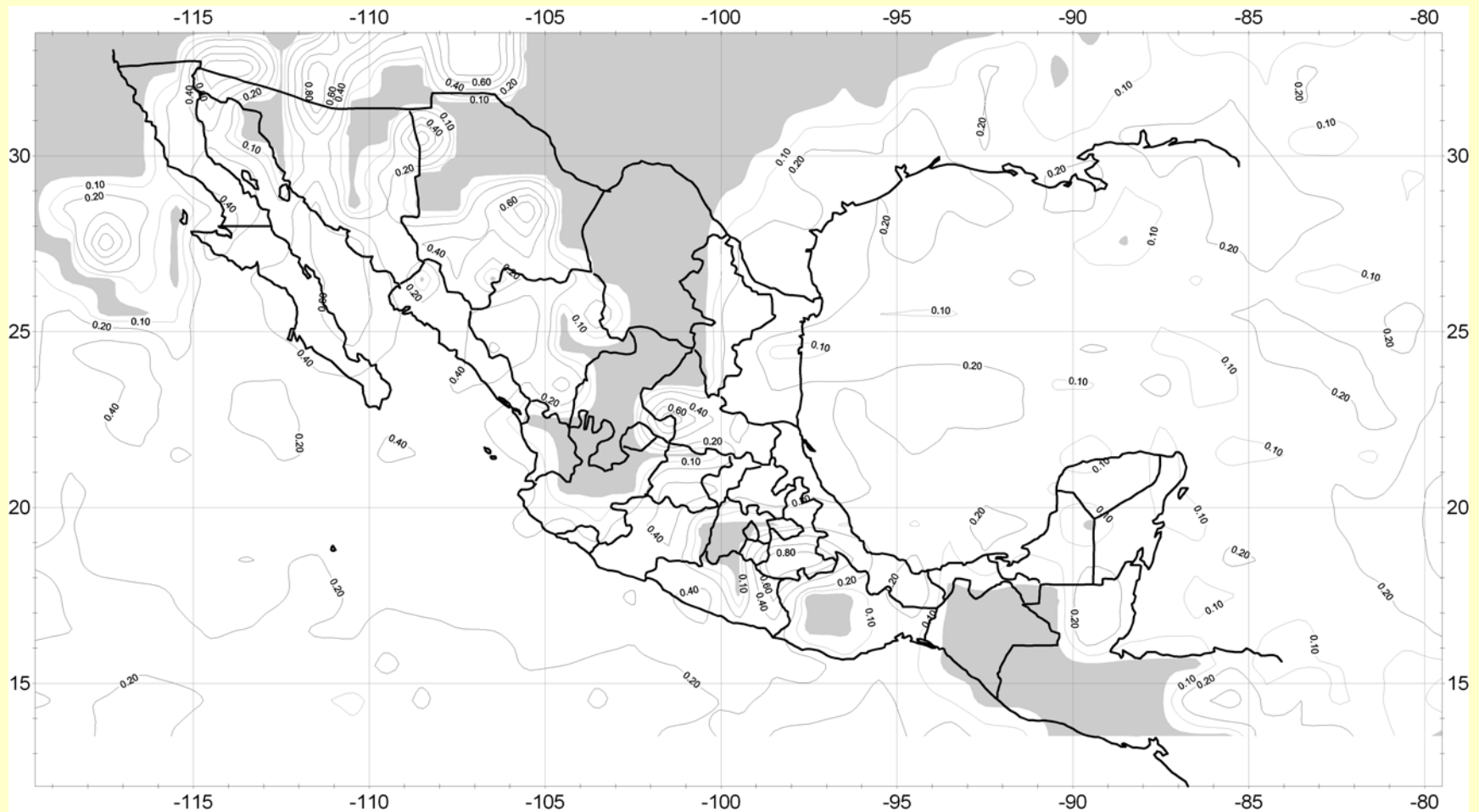
- El peligro***
- La vulnerabilidad***
- ***Esperanza matemática***



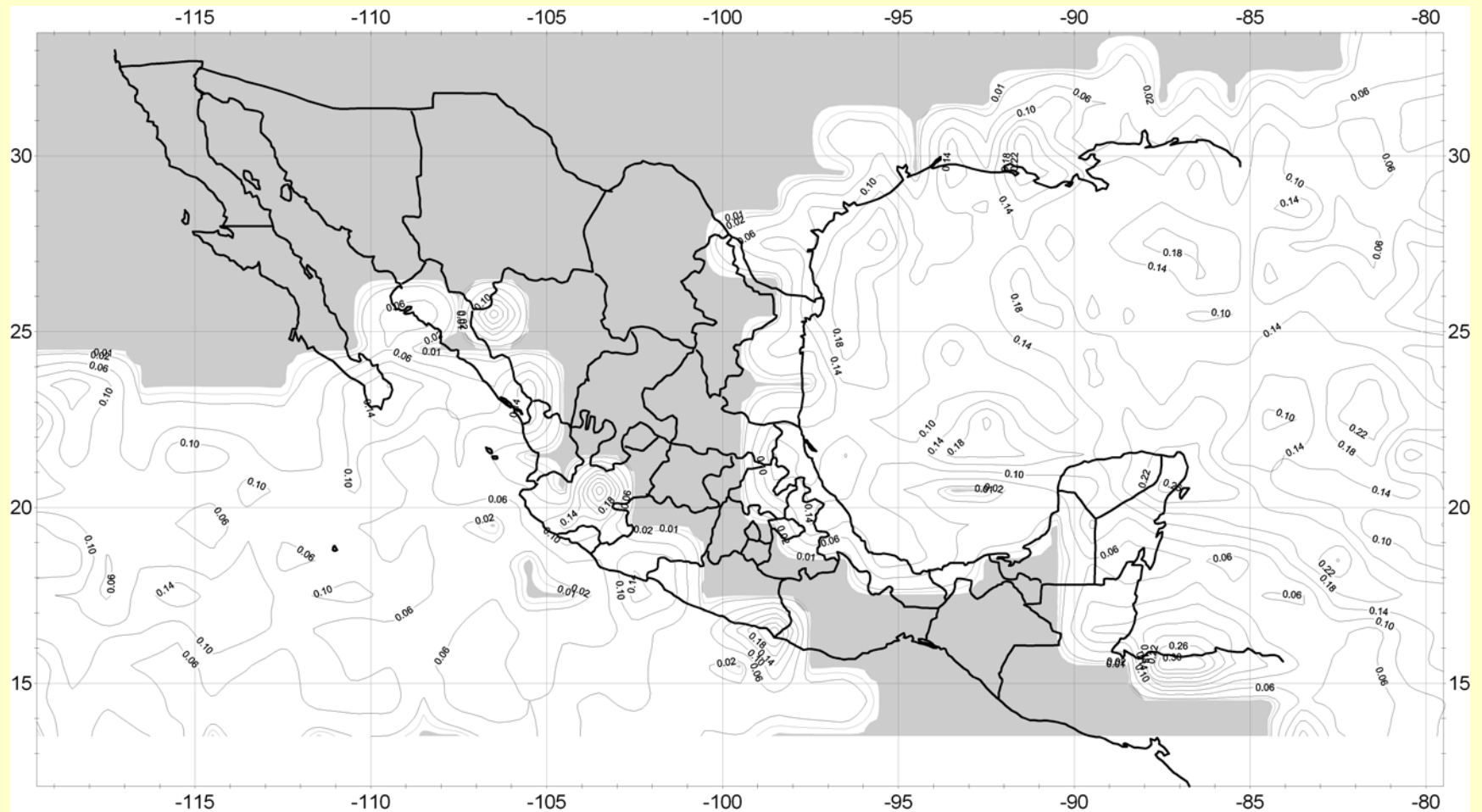
Probabilidad anual de presentación de **tormentas tropicales** en México



Probabilidad anual de presentación de huracanes categoría 1 en México



Probabilidad anual de presentación de huracanes categoría 2 en México

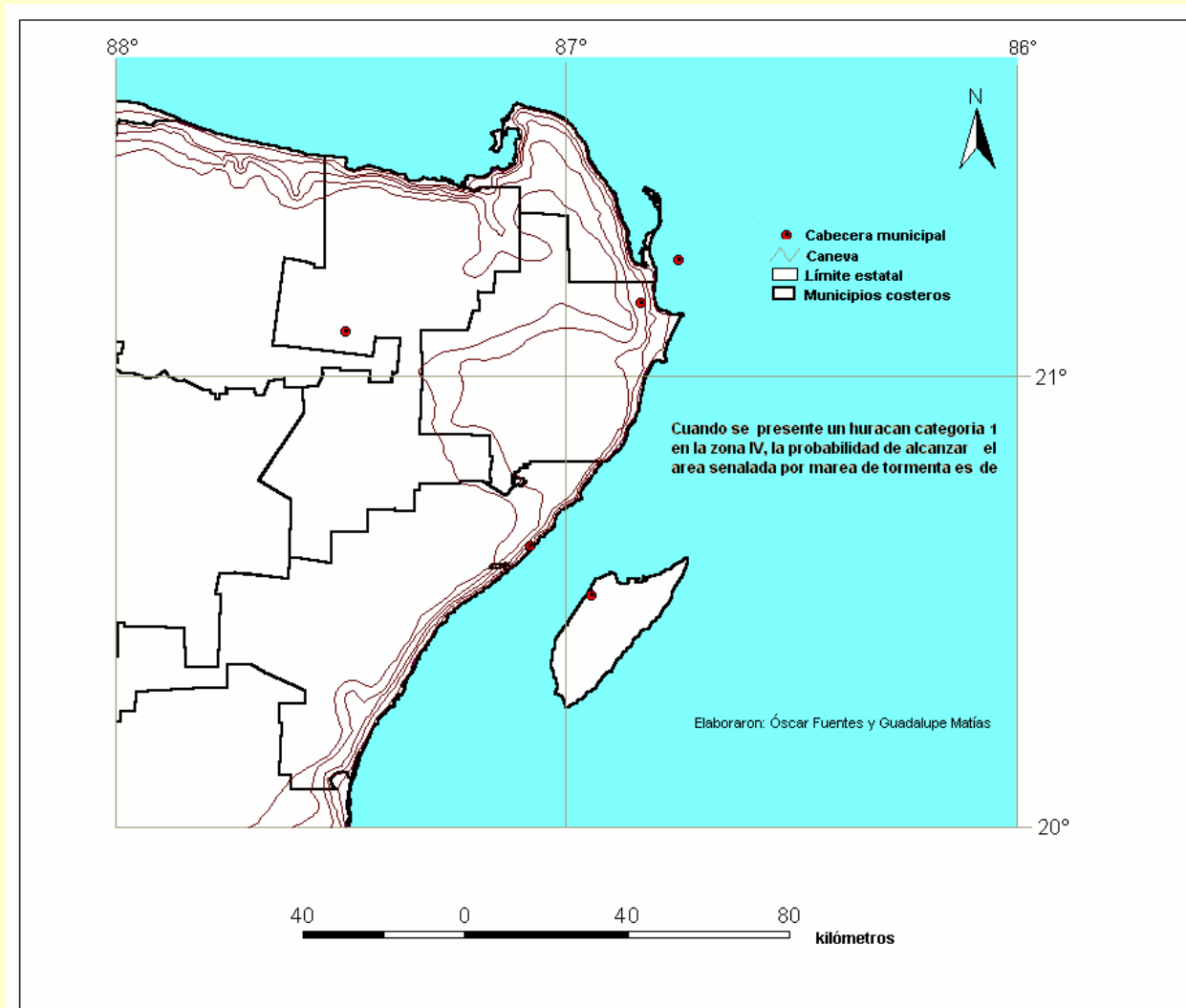


Elaboración del mapa de peligro por marea de tormenta

Pasos a seguir:

- A. Preparación de los planos de trabajo.
- B. Datos y cálculos auxiliares
- C. Determinación de la altura de marea de tormenta y las áreas inundadas
- D. Asignación de probabilidades a cada área inundada
- E. Mapa de peligro

A.1 Selección del mapa base



A.2 Leyenda

LEYENDA

Lugar: _____

Tipo de ciclón tropical: _____

Probabilidad de ocurrencia anual: _____

Periodo de retorno: _____ años

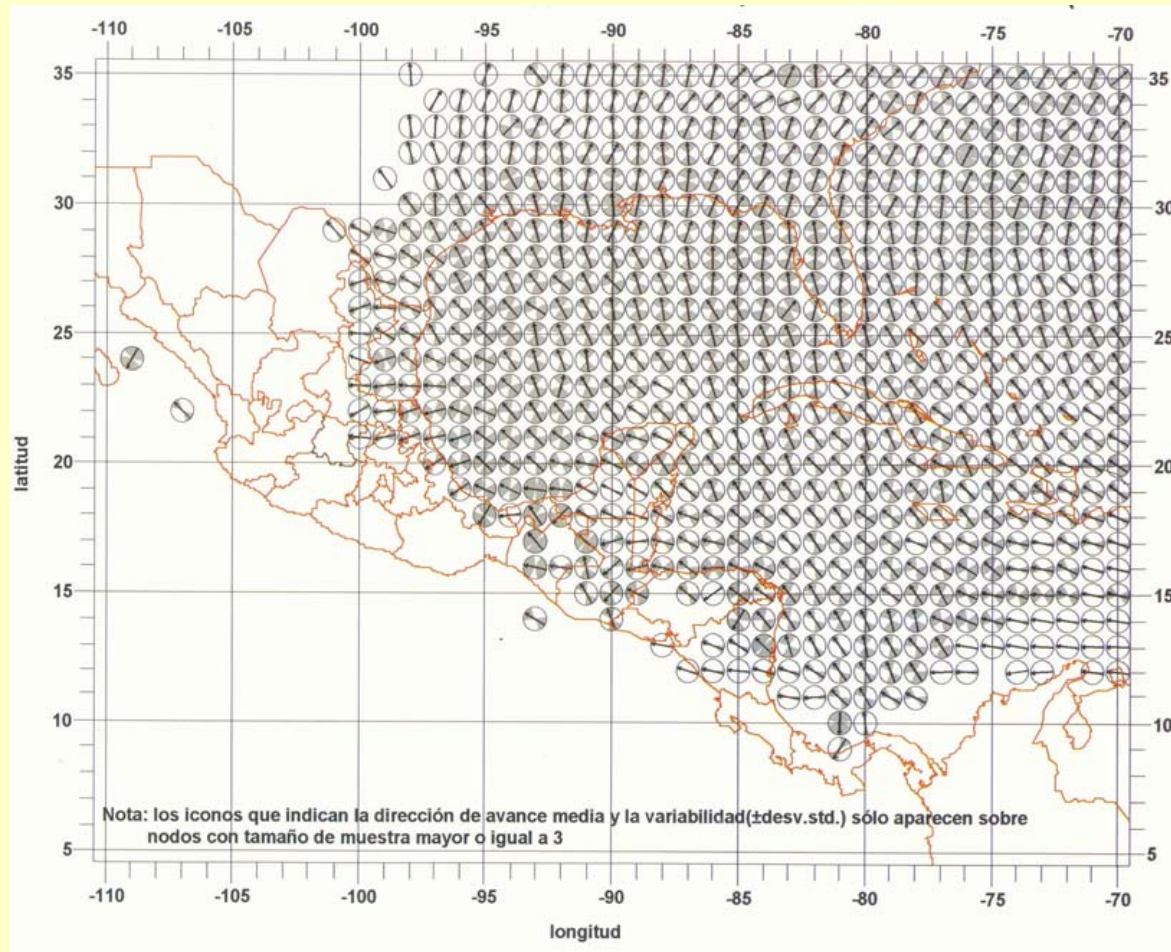
Amplitud de la marea de tormenta: _____m

Identificación del plano:: _____

B. Datos y cálculos auxiliares

- B.1 Longitud y latitud del lugar
- B.2 Velocidad máxima de traslación del ciclón tropical
- B.3 Factor correctivo de la marea de tormenta por dirección del viento

B.2 Velocidad máxima de traslación del ciclón tropical en el golfo de México y mar Caribe



B.3 Factor correctivo de la marea de tormenta por dirección del viento

$$F = \begin{cases} 0.6(1 + \operatorname{sen} \alpha) & \text{sí } 0^\circ < \alpha < 180^\circ \\ 0.6 & \text{de otro modo} \end{cases}$$

$$F = 0.6(1 + \operatorname{sen} \alpha)$$

Para un ángulo de 70°

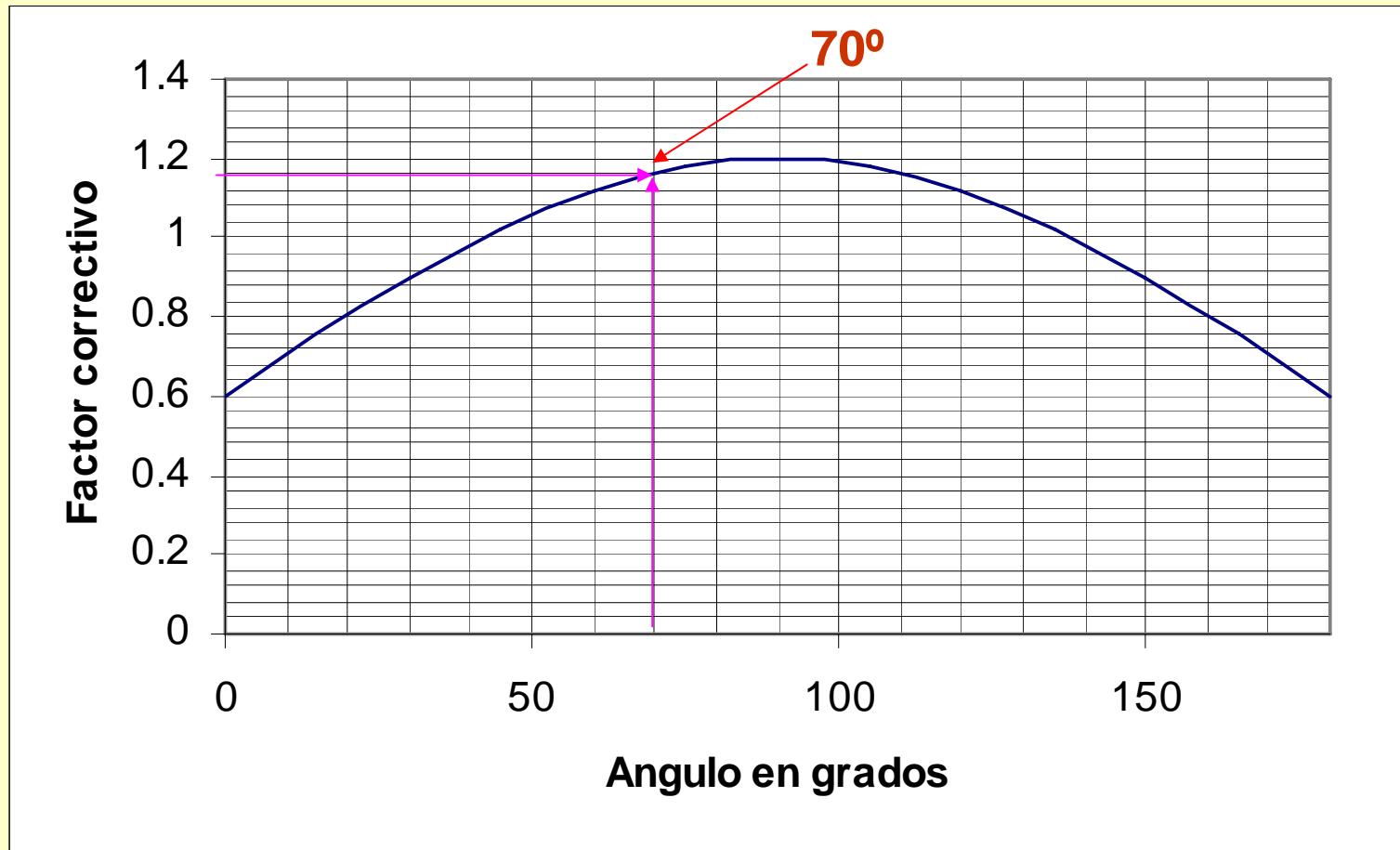
$$F = 0.6(1 + \operatorname{sen} 70^\circ)$$

$$F = 0.6(1 + 0.94)$$

$$F = 0.6(1.9397)$$

$$F = 1.16$$

B.3 Factor correctivo de la marea de tormenta por dirección del viento



C. Determinación de la amplitud de la marea de tormenta

Amplitud de la marea de tormenta (m)	Categoría
<0.5	Somera
0.51 a 1.00	Baja
1.01 a 2.00	Moderada
2.01 a 3.50	Alta
3.51 a 5.00	Muy alta
>5.00	Extraordinaria

h_{TT} , h_{H1} , h_{H2} , h_{H3} , h_{H4} y h_{H5}

C.1 Inundación costera provocada por la marea de tormenta de un huracán categoría 4

$$R = 0.0007 e^{0.01156 p_0}$$

$$R = 0.0007 e^{0.01156 (920)}$$

$$R = 0.0007 e^{10.6352}$$

$$R = 29.1 \text{ km}$$

$$V = 194.64 - 0.2618R(\text{sen}\phi) + 0.50 V_d$$

$$V = 194.64 - 0.2618(29.1) \text{sen}(21) + 0.50(30)$$

$$V = 194.64 - 2.7304 + 15$$

$$V = 206.9 \text{ km/h}$$

$$F = 0.6(1 + \text{sen}\alpha)$$

$$F = 0.6(1 + \text{sen} 21^\circ)$$

$$F = 0.6(1 + 0.3584)$$

$$F = 0.6(1.3584)$$

$$F = 0.8150$$

$$h = (0.03R + 0.000119V^2 - 1.4421)F$$

$$h = [0.03(29.1) + 0.000119(206.9)^2 - 1.4421](0.8150)$$

$$h = [0.8730 + 0.000119 (42807.61) - 1.4421](0.8150)$$

$$h = [0.8730 + 5.0941 - 1.4421](0.8150)$$

$$h = 4.5250 (0.8150)$$

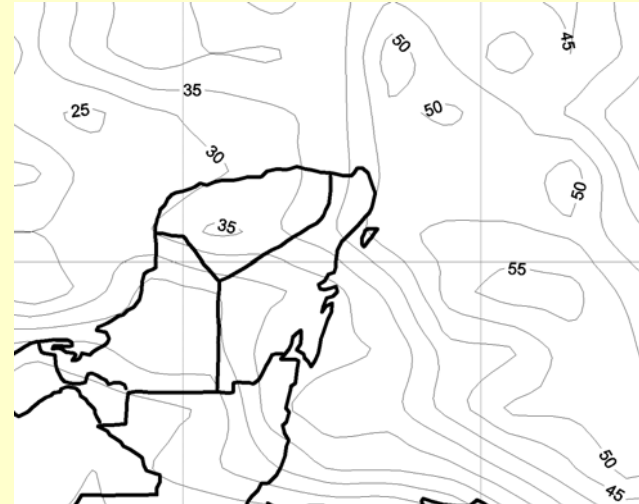
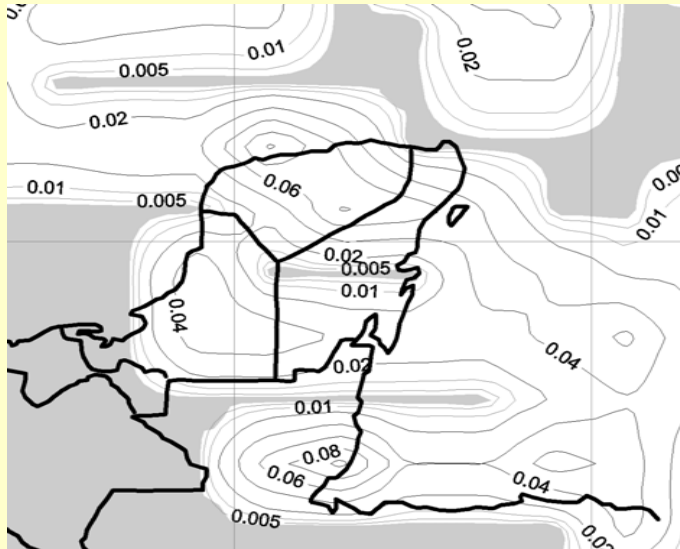
$$h = 3.6 \text{ m}$$

[regresar](#)

D. Asignación de probabilidades

Para esta sección es necesario utilizar los mapas de probabilidades y leer la isolínea más cercana al lugar de interés, para ello es necesario localizar ésta en cada uno de los mapas de los ciclones tropicales (DT, TT, H1, H2, H3, H4 y H5). Así como, el número total de ciclones en la cuenca del golfo de México y mar Caribe.

D.1 Probabilidad de ocurrencia de un huracán categoría 4 y periodo de retorno



Costa del Golfo de México y Mar Caribe									
Cálculo del periodo de retorno									
Tipo	Intensidad	P(i) Inter.	P(i) Ajustada	P(i) Acum.	Eventos por tipo	$\mu(i)$ total	$\mu(i)$ anual	Tr(i)	
DT	1	0.37	0.308	0.3083	13.10416667	42.50	0.2742	3.65	
TT	2	0.37	0.308	0.6167	13.10416667	29.40	0.1897	5.27	
H1	3	0.1	0.083	0.7000	3.541666667	16.29	0.1051	9.51	
H2	4	0.24	0.200	0.9000	8.5	12.75	0.0823	12.16	
H3	5	0.07	0.058	0.9583	2.479166667	4.25	0.0274	36.47	
H4	6	0.03	0.025	0.9833	1.0625	1.77	0.0114	87.53	
H5	7	0.02	0.017	1.0000	0.7083333333	0.71	0.0046	155.00	
-	8	0	0	1.0000	0	0.00	0.0000	-	
Suma		1.2		-	43		-		

Número Total de ciclones		42.5	Años del periodo		155
--------------------------	--	------	------------------	--	-----

Grado de confianza de la estimación de probabilidad		BUENO
---	--	-------

Mapa de peligro

[regresar](#)

LEYENDA

Lugar: **Cancún**

Tipo de ciclón
tropical: _____

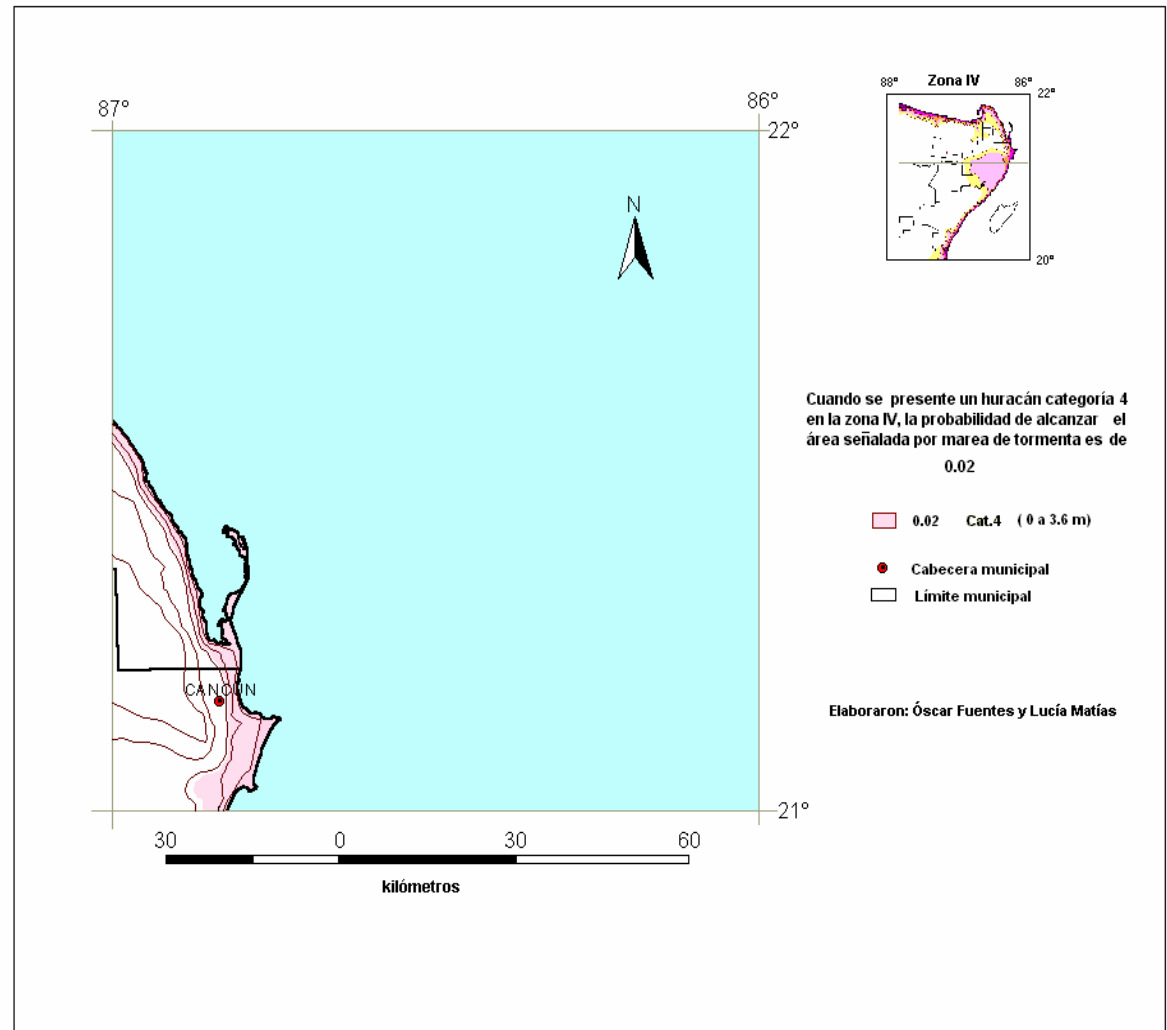
Huracán 4

Probabilidad de
ocurrencia
anual: **0.025**

Periodo de retorno:
87.53 años

Amplitud de la marea de
tormenta: **3.6** m

Identificación del
plano: **Cuadrante VI**



VULNERABILIDAD

Señala la proporción en que puede dañarse cierto elemento de riesgo cuando ocurre la inundación.

Depende de:

- a) las características hidráulicas (velocidad de las corrientes, arrastre de sedimentos, escombros, profundidad del agua de la inundación,...) de la inundación***
- b) la ubicación del elemento de riesgo***

$$V = I_v C$$

C Costo del total del elemento de riesgo

I_v Índice de vulnerabilidad (entre 0 y 1)

VULNERABILIDAD

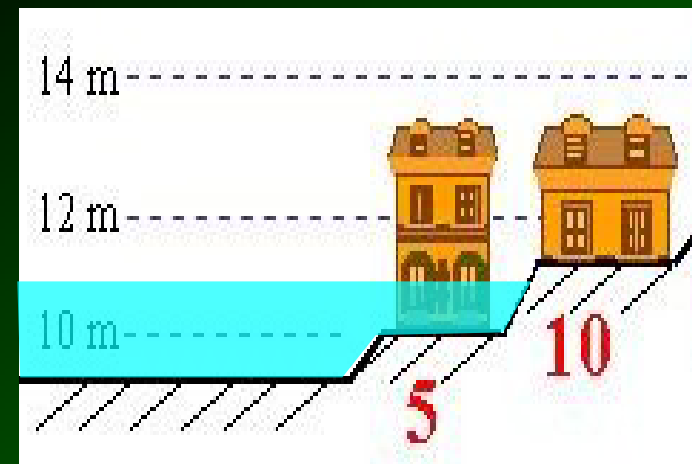
Se considera que el daño debido a la inundación por marea de tormenta será principalmente, en el menaje de la vivienda de acuerdo con la profundidad de la inundación.

Debido a que las velocidades con la que ascendería la superficie libre del agua de la inundación y las del flujo de líquido sobre el terreno son pequeñas (menores a 0.5 m/h).

FUNCIÓN DE VULNERABILIDAD

Se consideró que el daño promedio que puede sufrir una vivienda en electrodomésticos, ropa, camas, tiene un valor de \$25,000. Además la vivienda sufre daños de \$30,000, \$40,000, \$50,000, y \$60,000 si la profundidad de la inundación en ella es de 1, 2, 3 o más de 3 m respectivamente.

Profundidad de la inundación (m)	Costo de daño Por vivienda (\$)
0 – 1	55,000
1.1 – 2	65,000
2.1 – 3	75,000
>3	85,000



Costo de daños en una vivienda en función de la profundidad de inundación en ella.

VULNERABILIDAD

Para evaluar el daño a las viviendas se requiere ubicarlas en los mapas de peligro para conocer la profundidad del agua que tendrían a partir de las elevaciones topográficas del desplante de las viviendas.

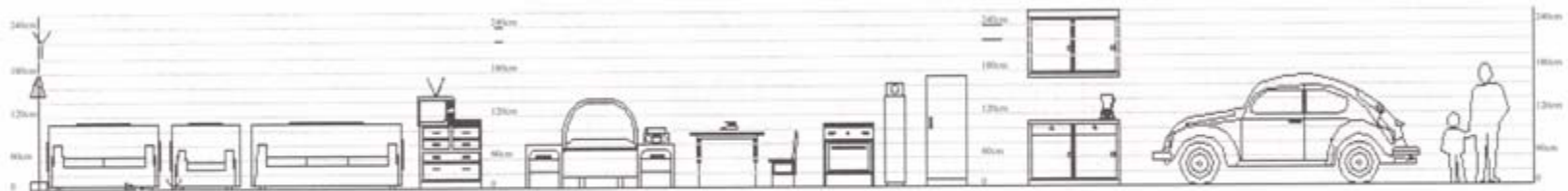


Figura 6.19 Menaje para la vivienda tipo II (una sola planta)

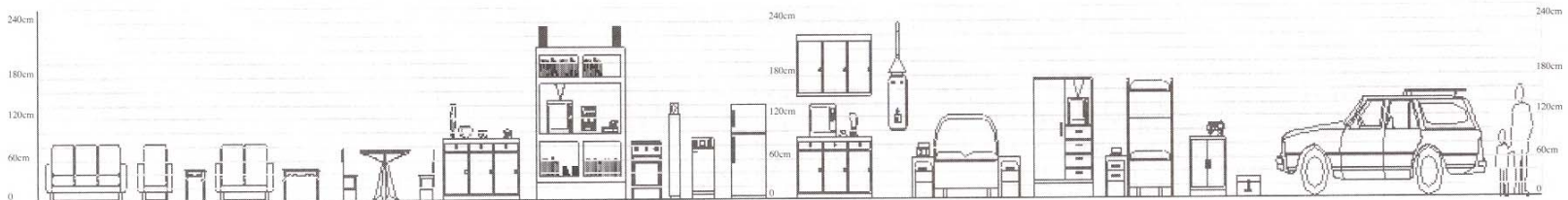


Figura 6.20 Menaje para la vivienda tipo III (una sola planta)

VULNERABILIDAD

Funciones de vulnerabilidad para dos tipos de vivienda

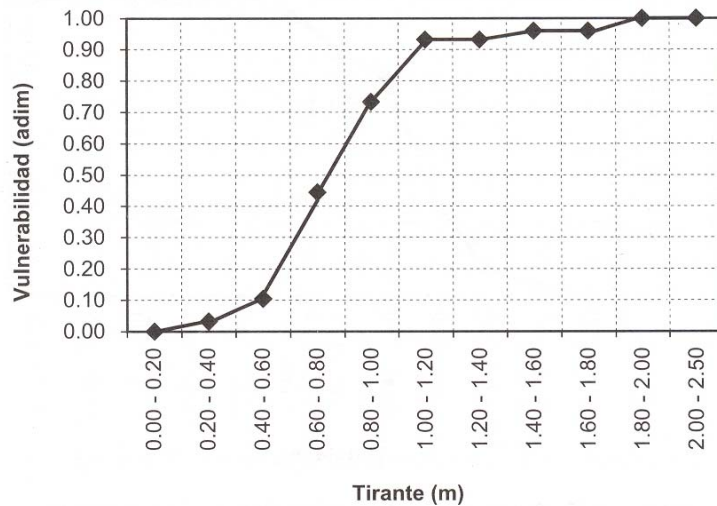


Figura 6.23 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo I

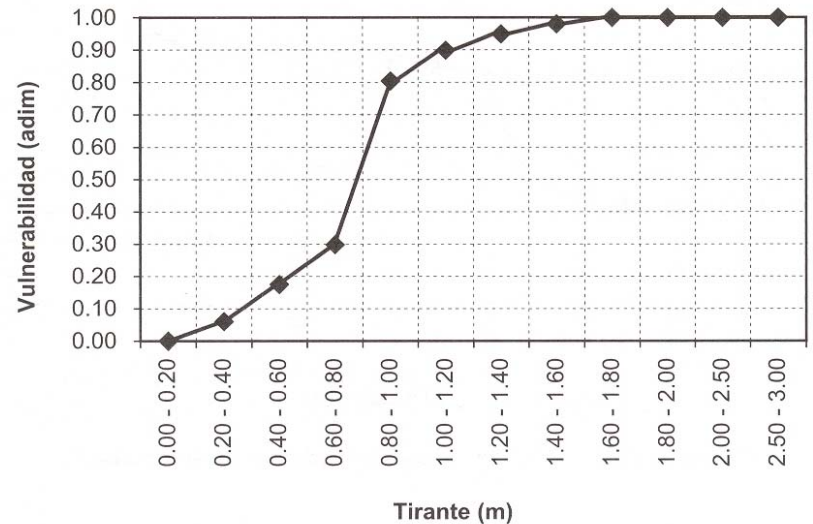
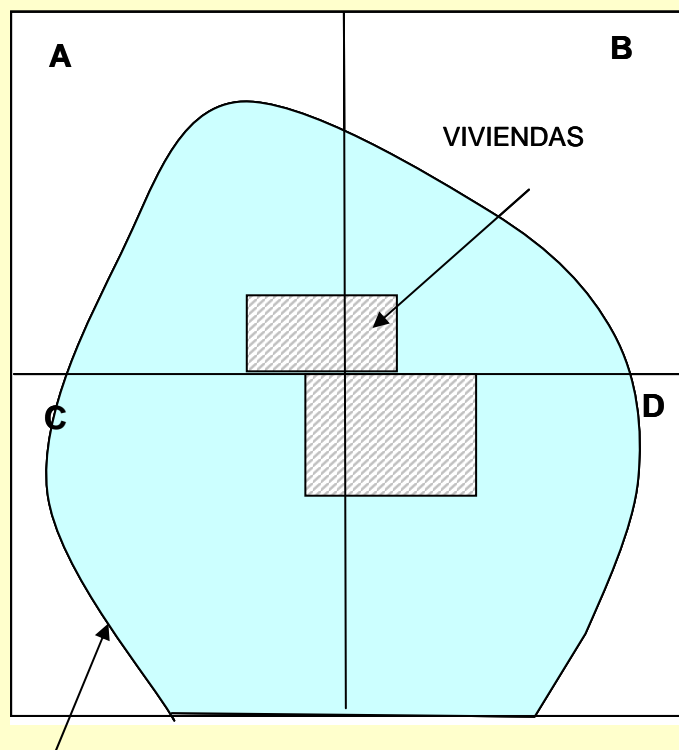


Figura 6.24 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo II

Ejemplo. Sea el mapa de peligro de inundación costera de un huracán categoría 2



Zona inundada por la marea de tormenta de un huracán de categoría 2.

El mapa de peligro se divide en varias regiones cuadradas (en esta caso, las A,B,C y D).

Tabla 2.6 Viviendas en cada zona del mapa de peligro

Cuadro	No. de viviendas	Tipo de vivienda	Elevación de desplante
A	80	I	0.5
	40	II	0.5
	30	II	1
B	20	I	1
	30	II	1
	35	II	1.5
C	10	II	0.5
	15	II	1
	20	II	1.5
D	10	I	0.5
	20	I	1
	25	II	1
Costo menaje de las viviendas tipo I:			
\$12,500			
Costo menaje de las viviendas tipo II:			
\$50,000			

VULNERABILIDAD

Tabla 2.7 Huracán categoría 2 (la amplitud de la marea de tormenta es de 2 m)

Cuadro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	No. de viviendas	Tipo de vivienda	Elevación de desplante	Profundidad de la inundación	Porcentaje de daño	Costo total por vivienda	Daño en una vivienda	Daños (Mill\$)	Suma de daños en el cuadro (Mill\$)	Valor relativo
A	80	I	0.5	1.5	95	12,500	11875	0.95		
	40	II	0.5	1.5	98	50,000	49000	1.96	4.185	0.47
	30	II	1	1	85	50,000	42500	1.275		
B	20	I	1	1	82	12,500	10250	0.205		
	30	II	1	1	85	50,000	42500	1.275	1.953	0.22
	35	II	1.5	0.5	27	50,000	13500	0.473		
C	10	II	0.5	1.5	98	50,000	49000	0.49		
	15	II	1	1	85	50,000	42500	0.638	1.398	0.16
	20	II	1.5	0.5	27	50,000	13500	0.27		
D	10	I	0.5	1.5	95	12,500	11875	0.119		
	20	I	1	1	82	12,500	10250	0.205	1.386	0.16
	25	II	1	1	85	50,000	42500	1.063		
<i>Total</i>								8.921	8.921	1

RIESGO

Es el cálculo de pérdidas esperadas (en vidas y en bienes) de un fenómeno de origen natural o tecnológico, que actúa sobre el conjunto social y sobre su infraestructura.

(Contingencia o proximidad de un daño)

ELEMENTOS DE RIESGO

Pueden ser los núcleos de población , bienes materiales de los habitantes, viviendas, infraestructura, centros de actividades económicas o entes medioambientales situados dentro de las zonas inundables que pueden ser dañados.

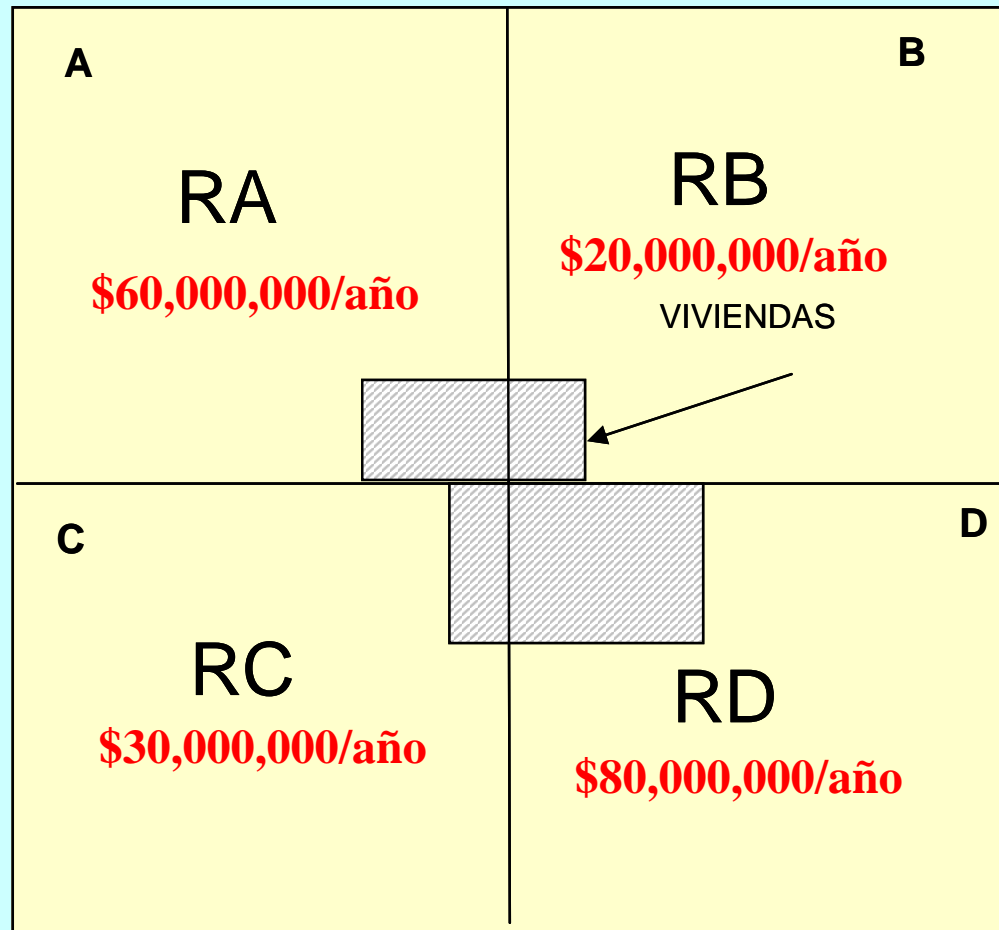


RIESGO

Tabla 2.8 Cálculo del riesgo en cada cuadrado de los mapas de peligro

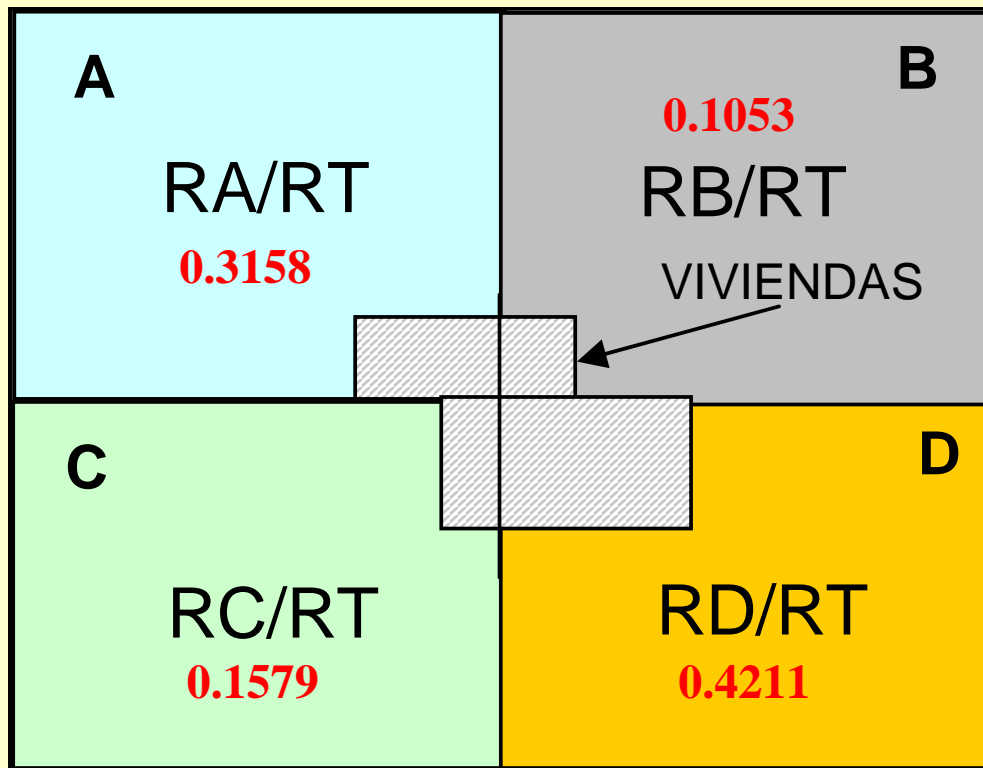
	Probabilidad de ocurrencia	Vulnerabilidad Cuadro A	Vulnerabilidad Cuadro B	Vulnerabilidad Cuadro C	Vulnerabilidad Cuadro D	Riesgo Cuadro A	Riesgo Cuadro B	Riesgo Cuadro C	Riesgo Cuadro D
Tormenta tropical	P0	V0A	V0B	V0C	V0D	(P0)(V0A)	(P0)(V0B)	(P0)(V0C)	(P0)(V0D)
Huracán categoría 1	P1	V1A	V1B	V1C	V1D	(P1)(V1A)	(P1)(V1B)	(P1)(V1C)	(P1)(V1D)
Huracán categoría 2	P2	V2A	V2B	V2C	V2D	(P2)(V2A)	(P2)(V2B)	(P2)(V2C)	(P2)(V2D)
Huracán categoría 3	P3	V3A	V3B	V3C	V3D	(P3)(V3A)	(P3)(V3B)	(P3)(V3C)	(P3)(V3D)
Huracán categoría 4	P4	V4A	V4B	V4C	V4D	(P4)(V4A)	(P4)(V4B)	(P4)(V4C)	(P4)(V4D)
Huracán categoría 5	P5	V5A	V5B	V5C	V5D	(P5)(V5A)	(P5)(V5B)	(P5)(V5C)	(P5)(V5D)
Suma:						RA	RB	RC	RD
Suma de riesgos:									RT=RA+RB+RC+RD
Riesgo relativo						RA/RT	RB/RT	RC/RT	RD/RT

MAPA DE RIESGO (valores absolutos)



Valor total : \$190,000,000/año

MAPA DE RIESGO (valores relativos)



Valor relativo	Riesgo
0 a 0.1	Mínimo
0.1 a 0.3	Bajo
0.3 a 0.5	Moderado
0.5 a 0.7	Alto
0.7 a 1	Máximo

moderado bajo
bajo moderado

Conclusiones

Los mapas de riesgo ayudarían a reglamentar el uso de suelo en las zonas inundadas por marea de tormenta, o a encaminar acciones para mitigación del riesgo por parte de Protección Civil en las zonas con mayor probabilidad de sufrir daños.

Cuando se construyen viviendas en los sitios susceptibles a inundarse por marea de tormenta debe preverse en sus diseños que podría existir una inundación de cierta magnitud, para que los daños por este motivo sean nulos o mínimos.

Cuando se disponga de información de detalle, a una escala grande es recomendable emplear un Sistema de Información Geográfica y algún modelo matemático para calcular la marea de tormenta y realizar estimaciones más precisas de las zonas de inundación.

moderado

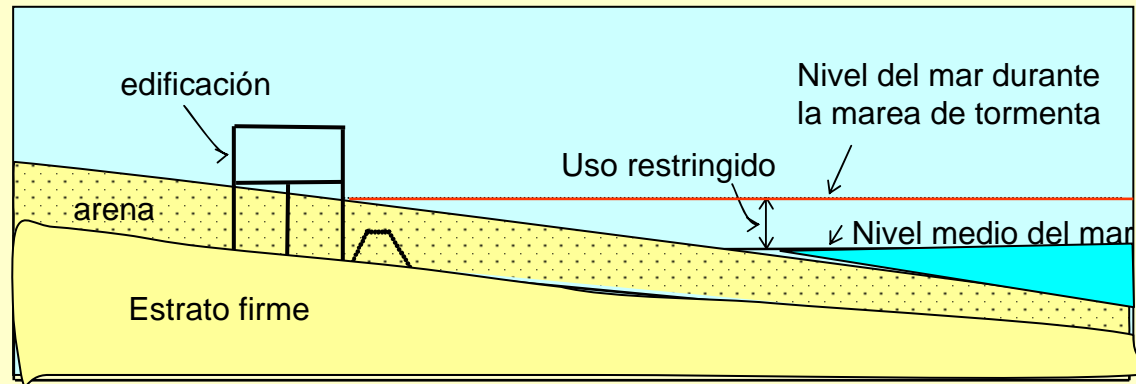
Conclusiones

Se recomienda que se revise el trazo de las curvas de nivel de los planos de apoyo que se encuentran entre el nivel 0 y los 10 m. Es conviene dibujarlas a cada metro desde la línea de costa hasta la de 10 metros.

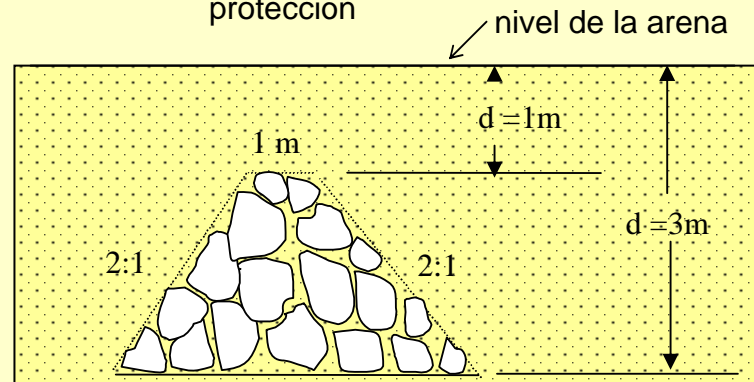
Para algunas costas es importante la marea astronómica, cuyo ascenso máximo se debe adicionar al de la marea de tormenta.

La reforestación de la vegetación, como el caso del manglar en las márgenes de los ríos y los canales, así como frente a las costas, antes ocupadas por las viviendas, reduce el efecto de la marea de tormenta y de las inundaciones.

Protección de la cimentación



Detalle de la protección



Recomendaciones

La población debe estar enterada que en las zonas cercanas al mar, donde la elevación topográfica sea menor a 10 m, está expuesta a inundaciones por marea de tormenta.

En las viviendas ubicadas a menos de 5 m de elevación topográfica, tener previsto que pueden inundarse del orden de los 3.5 m, por lo que debe contarse con un plan alternativo para llevar muebles y equipos a elevaciones más altas.

Salir con anticipación de las zonas inundables, debido a que también se pueden presentar vientos intensos y lluvia fuerte

Fin

gracias