

## **DESCRIPCION DE SITUACIONES CLIMATOLOGICAS QUE PUEDEN PRODUCIR DESASTRES EN COSTA RICA**

---

*Patricia Ramírez*

---

### **RESUMEN**

Entre 1986 y setiembre de 1988, 21 eventos meteorológicos severos afectaron a Costa Rica, causando la pérdida de 17 vidas y pérdidas de más de 1.000 millones de colones (aproximadamente 13.3 millones de dólares) en agricultura, vivienda e infraestructura de caminos.

Estos eventos meteorológicos severos que afectaron al país, pueden clasificarse en cuatro: lluvias prolongadas, tormentas locales severas, la combinación de éstos con factores no meteorológicos, como deslizamientos, avalanchas e inundaciones y sequía.

Debido a que las condiciones meteorológicas pueden producir desastres, la meteorología está involucrada tanto en el manejo como en la prevención y la preparación de éstos.

Se presenta, por tanto, en este artículo una descripción de los fenómenos meteorológicos severos que afectan a Costa Rica, su escala temporal y área de influencia.

A fin de que pueda servir como base a las personas involucradas en las labores de manejo y prevención para interpretar la información meteorológica que se difunde en situaciones de emergencia, se incluyen ejemplos de ocurrencia reciente.

## **1. La meteorología y la prevención de desastres**

Las condiciones meteorológicas son responsables de muchos de los fenómenos naturales, que pueden producir desastres, causando numerosas víctimas e infligiendo daños severos a la propiedad, la industria, la agricultura y los servicios públicos.

La meteorología está involucrada en todo el espectro de manejo de estos desastres, tanto en la prevención como en la coordinación de las labores de emergencia y las actividades operativas que corresponden a la prevención.

Estas medidas, en algún caso, involucran diferentes ramas de la meteorología, de las cuales el papel más prominente lo juegan la meteorología sinóptica y la climatología.

La meteorología sinóptica, que es el análisis en tiempo real de los datos meteorológicos, para la preparación y difusión de situaciones de emergencia.

Si bien es conveniente ver la meteorología como una sola disciplina integrada, se puede decir que la «sinóptica» hace su mayor contribución en la etapa de preparación, donde alertas oportunas y eficientes, basadas en pronósticos confiables, son vitales, en tanto que la climatología contribuye en la prevención, donde el énfasis debe estar en las políticas a largo plazo y programas formulados con base en análisis de vulnerabilidad y probabilidades de riesgo.

La necesidad de operación rápida ante situaciones de desastre y de disminuir el tiempo de respuesta ante él, hace necesario coordinar todos los esfuerzos de las diferentes instituciones que puedan aportar información que ayude en este sentido.

El material de este taller pretende ser una base para que las personas más directamente involucradas en las labores de manejo y prevención, adquieran algunos conceptos básicos sobre los eventos meteorológicos severos que afectan al país y que pueden producir una emergencia o un desastre, con el fin de mejorar su comunicación con los meteorólogos en estos casos.

## **2. Fenómenos meteorológicos mas importantes en Costa Rica**

En Costa Rica los fenómenos meteorológicos más importantes que pueden causar daños o desastre son:

1. Lluvias prolongadas.
2. Tormentas locales severas.
3. Fenómenos causados por la combinación de factores meteorológicos y no meteorológicos.
4. Sequía causada por fenómenos de escala planetaria.

### **2.1. Lluvias prolongadas**

Las lluvias tipo «temporal» son causadas por disturbios meteorológicos de escala sinóptica, que producen lluvias continuas durante períodos mayores a 24 horas o inclusive días consecutivos.

Estas lluvias se caracterizan por la extensión del área que afectan, que puede ser del orden de los cientos de kilómetros cuadrados. Las precipitaciones que causan estos fenómenos son, por lo general, de intensidad moderada, pero por su persistencia acumulan grandes cantidades de agua. Eventos meteorológicos de este tipo en la Vertiente Atlántica, han llegado a acumular hasta 940 litros por metro cuadrado de superficie en cuatro días en diciembre de 1949 y 680 litros por metro cuadrado en la región costera del Pacífico sur en octubre de 1955 (Grandoso, 1976).

Las precipitaciones intensas afectan tanto la Vertiente Atlántica como la Pacífica, sin embargo, los fenómenos meteorológicos que las producen y los meses en que se dan con mayor frecuencia son diferentes para cada vertiente. Hidalgo (1980) ha resumido las causas de las lluvias excesivas así:

#### **En la Vertiente Atlántica**

- 1) Centros de baja presión o vaguadas al norte de Panamá, que intensifican el viento del este (alisio) sobre el país.
- 2) Desplazamiento hacia el suroeste del centro de alta presión semipermanente o su dorsal, que normalmente se encuentra sobre las Bermudas.
- 3) Centros de baja presión en las partes altas de la atmósfera, que se transportan desde el Caribe hacia Centroamérica.
- 4) La penetración hasta Centroamérica de frentes fríos.

Los centros de baja presión producen lluvias intensas con mayor frecuencia entre junio y octubre, el desplazamiento de la zona de alta presión semipermanente lo hace en julio o agosto, los centros de baja presión en altura en julio, agosto y diciembre y la penetración de frentes fríos en diciembre, enero y febrero.

### **En la Vertiente Pacífica**

- 1) Huracanes y tormentas tropicales en el Caribe, cuyo efecto se da entre agosto y noviembre.

Ambos tipos de disturbios, a pesar de estar en el Caribe, afectan la Vertiente del Pacífico, porque originan una corriente profunda de vientos del suroeste, que arrastran masas de aire caliente y húmedas desde el Océano Pacífico. Este flujo se suma al ciclo diario de brisa de mar que penetra tierra adentro. Las masas de aire húmedas ascienden sobre las pendientes de la Vertiente Pacífica, lo que intensifica su inestabilidad. Cuanto más espesa sea esta capa de vientos del suroeste, habrá mayor inestabilidad atmosférica. La nubosidad asociada a estos fenómenos generalmente es estratificada, por lo que la lluvia que generan es moderada.

### **En todo el país**

La *zona de convergencia intertropical*, la cual se ubica ocasionalmente sobre el país entre mayo y noviembre, puede producir lluvias intensas sobre todo el territorio.

De todos estos fenómenos meteorológicos, los más frecuentes son los disturbios que afectan el régimen de precipitación de la Vertiente Atlántica, por esta razón, las lluvias intensas son más frecuentes en la Vertiente Atlántica que en la Pacífica.

Una tabulación efectuada por Hidalgo (1978) de estos disturbios muestra su frecuencia relativa durante el período 1969-1978.

Dos elementos recientes, uno en la Vertiente Atlántica y otro en la Vertiente Pacífica ilustran la influencia de estos fenómenos de escala sinóptica con consecuencias catastróficas para el país.

La secuencia de un empuje polar precedido por un frente frío produjo un «temporal» en la Vertiente Atlántica entre el 26 y el 29 de enero de 1988. En cuatro días de lluvia casi continua, algunas partes de la vertiente ubicadas en la pendiente montañosa, acumularon hasta más de 500 litros por metro cuadrado de agua.

En el mapa de la figura N° 1 se observan cuatro zonas con máxima precipitación: Ciudad Quesada, Siquirres, Matama y Sixaola, en las que se acumularon más de 400 litros por metro cuadrado en cuatro días.

Las inundaciones en las planicies costeras, causadas por el desborde de los ríos en cuyas cuencas se dieron estos máximos, ocasionaron daños del orden de los 500 millones de colones (aproximadamente 7.1 millones de dólares) (La Nación, 2 de febrero de 1988).

**CUADRO Nº 1.**  
**NUMERO DE CASOS DE DISTURBIOS CAUSANTES DE LLUVIAS**  
**INTENSAS POR MES ENTRE 1969 Y 1978.**  
 (Tomado de Hidalgo, 1978)

	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	%
LV	27	27			7						27	13	23
CBC	10	5	5	10	15	10	5		5	5	15	15	30
AB	14	29			14	14	14	14					10
ZCIT					9		18	27	18	9	9	9	17
H									50		50		6
BP					40			20	20			20	8
BS												100	6

- P = Vertiente Pacífica  
 LV = Línea de vaguada  
 CBC = Centro de baja presión sobre el Caribe  
 AB = Anticiclón  
 ZCIT = Zona de confluencia intertropical  
 H = Huracanes  
 BP = Baja presión cerca de la costa Atlántica de Costa Rica y Panamá  
 BS = Baja segregada en altura

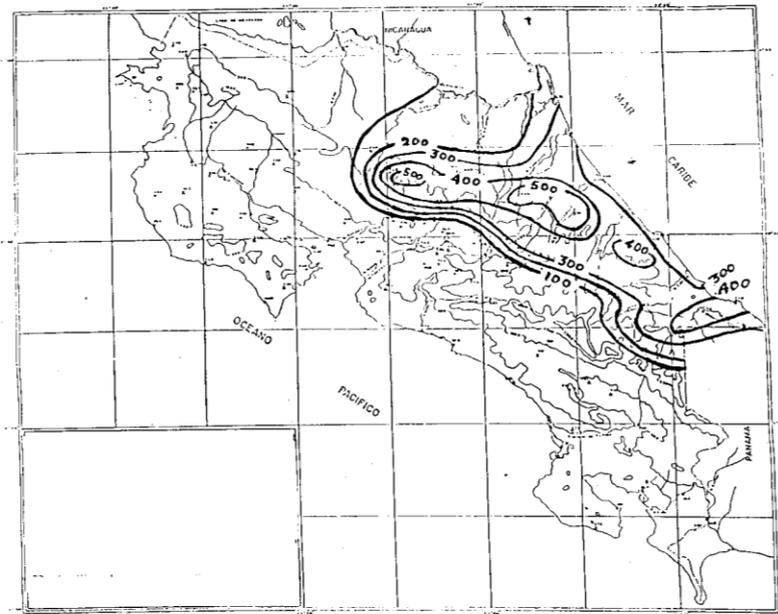
Entre la noche del 11 y las primeras horas del 14 de setiembre de 1988, durante el paso por el Caribe del huracán Gilbert, un «temporal» afectó la Vertiente del Pacífico causando inundaciones en Guanacaste y Parrita.

Como puede verse en el mapa de la figura Nº 2, durante los tres días de influencia del huracán, se acumularon lluvias superiores a los 100 mm. en casi toda la vertiente. Un máximo de 250 mm. se «alineó» con la cuenca del río Parrita causando el desborde rápido de este río.

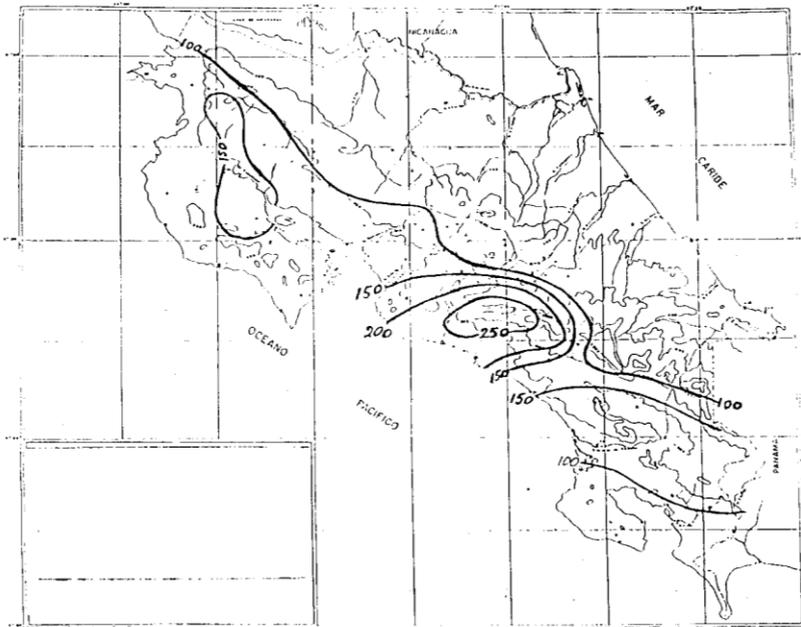
Según informaciones periódicas, una estimación preliminar de los daños en algunos cultivos agrícolas a causa del «temporal» indicó pérdidas del orden de los 200 millones de colones (Telenoticias, 22 de setiembre de 1988).

### 3. Tormentas locales severas

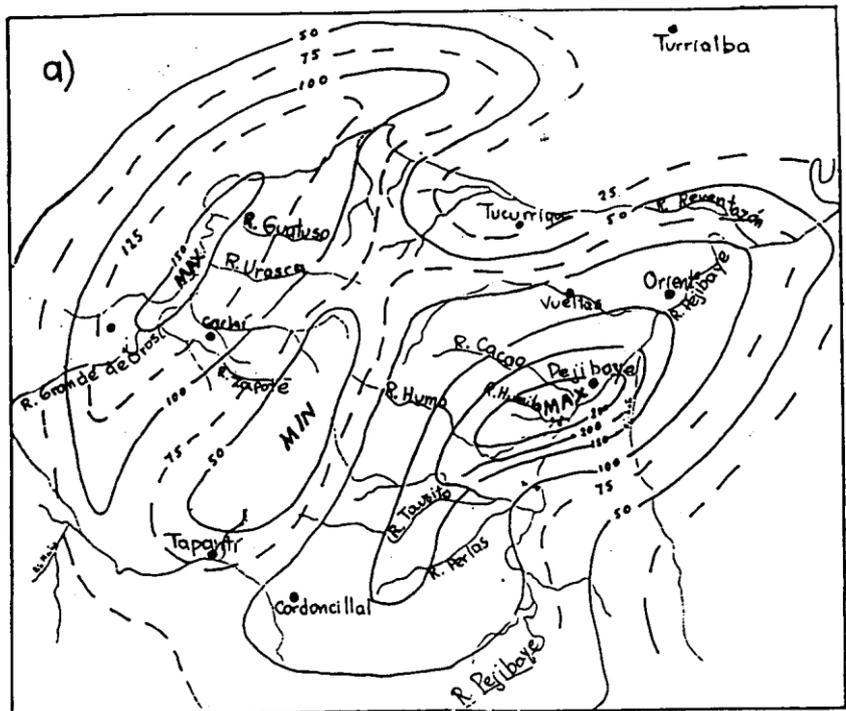
Como su nombre lo indica, estas tormentas están confinadas a áreas geográficas



**FIGURA Nº 1.**  
**LLUVIA ACUMULADA (mm.) EN LA VERTIENTE ATLANTICA DE**  
**COSTA RICA. 26-29 de enero de 1988.**

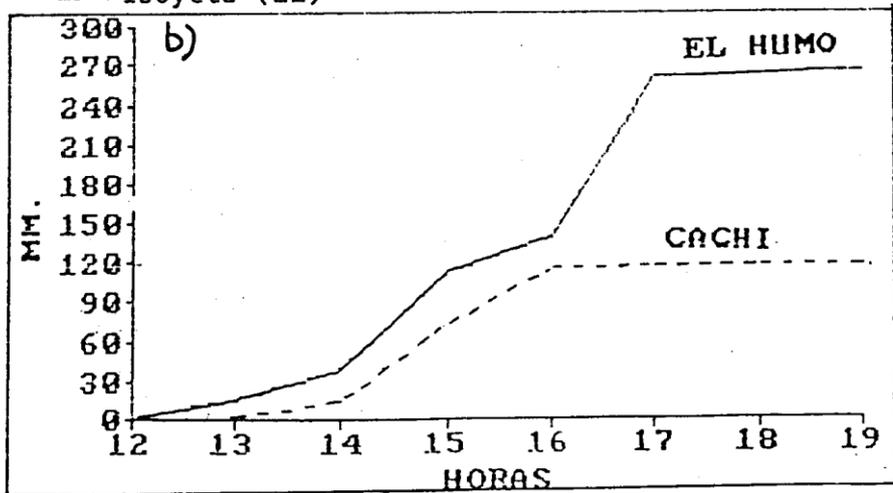


**FIGURA Nº 2.**  
**LLUVIA ACUMULADA (mm.) EN LA VERTIENTE PACIFICA DE**  
**COSTA RICA. 11-14 de setiembre de 1988.**



Simbología:

- Río
- Población
- Isoyeta (mm)



**FIGURA Nº 3.**  
**TORMENTA DEL 2 DE JULIO DE 1987 EN LA CUENCA DEL RIO PEJIBAYE, VERTIENTE DEL ATLANTICO, COSTA RICA.**  
**A) ISOYETAS (EN MM.); B) LLUVIA HORARIA ACUMULADA.**  
 (Ramírez y Zárate, 1987).

relativamente pequeñas, del orden de las decenas de kilómetros cuadrados y generalmente están asociadas con truenos, relámpagos, rayos y/o granizo.

Las tormentas severas de corta duración son causadas por nubes cumulonimbus que alcanzan gran desarrollo vertical, con alturas entre 12 y 15 kilómetros. Estas tormentas pueden acumular grandes cantidades de precipitación en períodos de unas pocas horas. Su período de gestación también es corto, por lo general, no mayor de seis horas.

Un ejemplo de este tipo de fenómeno meteorológico de ocurrencia reciente es la tormenta severa que afectó la cuenca del río Pejibaye, en el sector montañoso del lado atlántico del país, el 2 de julio de 1987.

En la figura N° 3a, en que se presenta el mapa de isoyetas de la tormenta, puede verse como se dio un máximo de precipitación en el sector de El Humo, donde se acumularon más de 250 mm. de lluvia. El gráfico de la figura N° 3b muestra, a su vez, como esta gran cantidad de lluvia, equivalente a la precipitación mensual en junio en regiones como el Pacífico norte, se acumuló en solo cinco horas.

Por la gran cantidad de precipitación en tan corto tiempo, las crecidas repentinas de los ríos de la región arrasaron varias pequeñas poblaciones. Tres personas murieron y miles de hectáreas de cultivos, especialmente café, fueron destruidas, así como decenas de kilómetros de caminos y varios puentes. Las pérdidas por este evento se estimaron en 200 millones de colones.

La tormenta evolucionó en tan sólo unas horas y afectó un área del orden de las decenas de kilómetros, por lo que no pudo ser observado dentro de la red de observaciones ni detectado en la fotografía de satélites disponibles en el país; sin embargo, aun cuando el núcleo nuboso de la tormenta hubiera podido ser observado, la rapidez de la evolución de ésta habría dado muy poco tiempo para una movilización después de la alerta.

Por su gran desarrollo, las nubes causantes de estas lluvias intensas pueden generar fuertes *corrientes descendentes*. Los vientos que originan pueden producir grandes daños, destechando casas, arrancando árboles, volcando el tendido eléctrico y poniendo en peligro la vida de muchas personas.

Este fenómeno, al que algunas veces la gente denomina como tornado, aun cuando no corresponde a la verdadera definición de éste, se desarrolla en un lapso de tiempo muy corto. Su predicción, por lo tanto, es muy difícil, casi imposible con el instrumental al alcance de los meteorólogos del país en este momento. Sin embargo, puede hacerse alguna labor en la concientización del público, en cuanto a cómo proceder en estos casos.

---

Otro ejemplo de este tipo de *tormentas muy locales*, son las lluvias de corta duración y gran intensidad, que acumulan más de 50 milímetros en un hora y que producen inundaciones en las áreas urbanas por el desborde de alcantarillas y cauces que atraviesan las ciudades, especialmente en San José.

Estas lluvias intensas, por lo general, se dan a lo largo de un frente de convergencia que se forma por las tardes durante la estación lluviosa dentro del Valle Central. El viento alisio con dirección este o noroeste más frío, se encuentra con la «brisa de mar», viento con dirección del suroeste, que arrastra gran cantidad de humedad. Si bien esta convergencia se da casi todas las tardes durante la estación lluviosa, en días en que esta convergencia es muy fuerte, a lo largo del frente se forman grandes nubes cúmulos que producen lluvias intensas, tormenta eléctrica y algunas veces fuertes corrientes de viento descendente o «seudotornados».

La figura Nº 4 muestra un ejemplo de un evento de este tipo, que afectó el sector de Guadalupe y San Pedro en el mes de agosto de 1988. Las isoyetas de la figura muestran lo localizado de la zona de lluvias fuerte, que cubrió un área del orden de las decenas de kilómetros cuadrados.

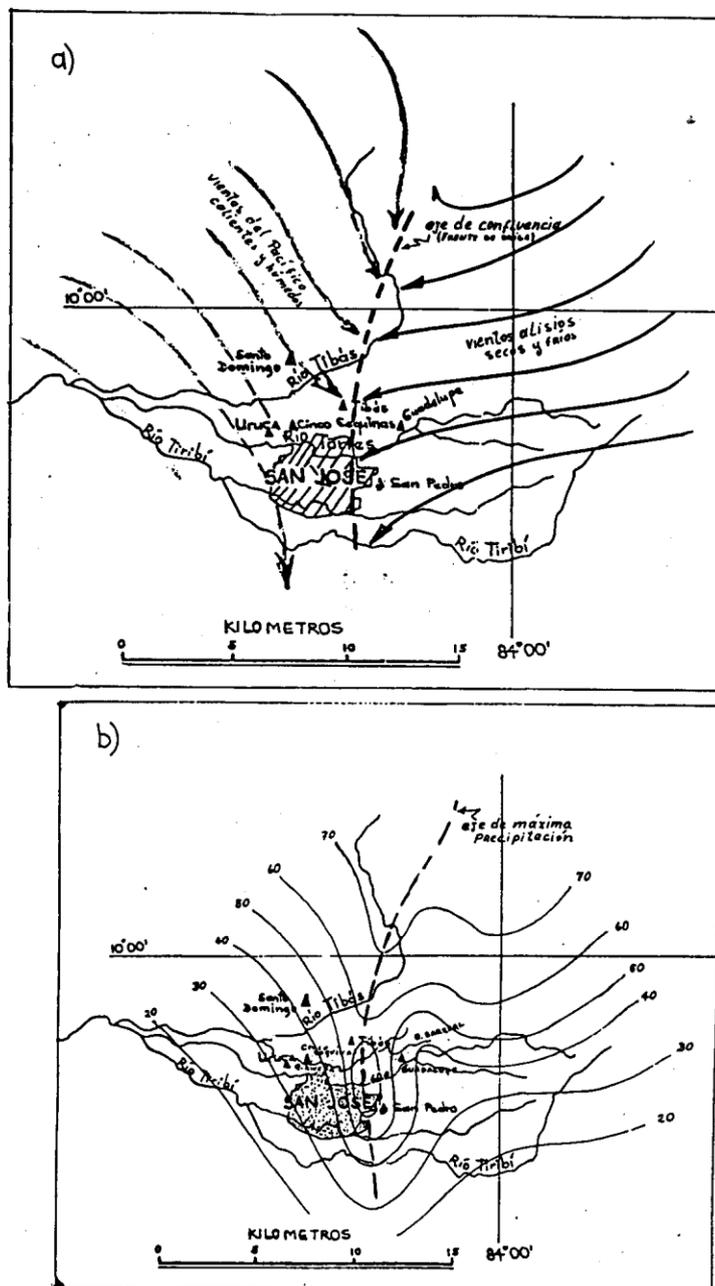
#### 4. Fenómenos causados por factores meteorológicos y no meteorológicos

Los disturbios meteorológicos antes mencionados, al combinarse con factores de suelo, tipo y tamaño de cauces de ríos, morfología y otros, producen otro tipo de fenómenos que causan daños tales como deslizamientos, avalanchas de lodo, inundaciones y marejadas. El efecto de los disturbios meteorológicos, en la génesis de estos eventos, depende de condiciones que no son propiamente meteorológicas, sino que tienen que ver con la geomorfología, geología e hidrología de la región afectada. La explicación de la interacción de estos factores con las condiciones meteorológicas compete a otras disciplinas y, por tanto, no se mencionarán en esta presentación.

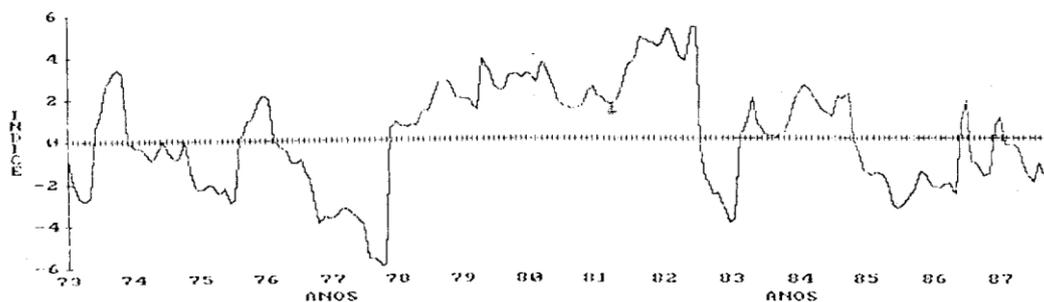
#### 5. Sequía

Alteraciones de la circulación general de la atmósfera a escala planetaria como asociada con el fenómeno de «El Niño-Oscilación del Sur» (ENOS) han mostrado producir irregularidades en la distribución y cantidad de las lluvias en gran parte de la Vertiente Pacífica del país (Ramírez, 1986), las cuales llegar a generar condiciones de sequía agrícola e hidrológica.

La ocurrencia reciente de un evento de «El Niño» de intensidad moderada, entre 1986 y 1987, produjo dos estaciones lluviosas deficitarias. Las condiciones de sequía debidas a la persistencia del período de lluvias irregulares, produjeron pérdidas agrícolas, especialmente en el Pacífico norte, que se estimaron en 105 millones de colones (Ing. Oscar Esquivel, Instituto Nacional de Seguros, comunicación personal).



**FIGURA Nº 4.**  
**TORMENTA QUE AFECTO A SAN JOSE LA TARDE DEL 11 DE**  
**AGOSTO DE 1988. A) ESQUEMATIZACION DEL «FRENTE DE BRISA».**  
**B) ISOYETAS (EN MM.) DE LA TORMENTA.**  
 (Brenes 1988).



**FIGURA N° 5.**  
**INDICE DE SEQUÍA (SEGUN PALMER) EN LIBERIA GUANACASTE.**

**CUADRO N° 2.**  
**EVENTOS METEOROLOGICOS QUE HAN CAUSADO DAÑO**  
**EN COSTA RICA ENTRE 1986-1988.**

<b>ESCALA SINOPTICA</b>				
	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1988*</i>	<i>Total</i>
Frente frío	1	1	1	3
Baja presión	1	1	1	3
Campo nuboso	3	1	0	4
Onda tropical			1	1
<b>ESCALA LOCAL</b>				
	<i>86</i>	<i>87</i>	<i>88</i>	<i>Total</i>
Tormenta severa	1	5	1	7
Seudotornado		1	2	3
<b>ESCALA PLANETARIA</b>				
	<i>86</i>	<i>87</i>	<i>88</i>	<i>Total</i>
Sequía	1	1	1	1
<i>Total</i>				<i>21</i>

---

En la parte central del Pacífico norte las condiciones de sequía alcanzaron el nivel de sequía severa. En la figura N° 5, donde se muestran los valores mensuales del índice de sequía calculado con la metodología de Palmer adaptada por Suárez (1985), entre 1972 y 1987, se observa que en el período 1985-87 el índice de sequía llegó a valores inferiores a -2.5, que corresponde a un nivel de sequía severa.

La disminución del caudal de algunos ríos que abastecen a los embalses, obligó a reducir la generación hidroeléctrica y a un gasto estimado de 208 millones de colones en combustible para suplir la deficiencia en la generación de energía (Ing. Anthony Araya, Comisión de Energía, comunicación personal).

Dado lo extenso del período de influencia de este tipo de fenómeno, es posible adelantar algunos de sus efectos con cierta anticipación, de manera que se puedan tomar ciertas medidas de prevención para reducir el impacto del desastre.

Un resumen de los eventos meteorológicos de los tipos antes mencionados, que han causado daños en el país en los últimos tres años, haciendo referencia a la escala espacial, se presenta en el cuadro N° 2.

En síntesis, como se observa en el cuadro anterior, durante los últimos tres años Costa Rica ha sido afectado por 21 eventos meteorológicos severos. Estos eventos han causado la pérdida de 17 vidas y daños materiales del orden de los 1.000 millones de colones en agricultura, vivienda e infraestructura de caminos y carreteras.

---

## BIBLIOGRAFIA

- Brenes, A. **TORMENTA SEVERA DEL 11 DE AGOSTO DE 1988**. Por publicar.
- Grandoso, H. **EFFECTOS INDIRECTOS DE CICLONES TROPICALES Y PRECIPITACIONES INTENSAS. En PRECIPITACIONES INTENSAS E INUNDACIONES EN AREAS TROPICALES DE AMERICA LATINA**. Seminario de formación, Actas, San Salvador, 12-21 de febrero de 1976. pp. 43-52.
- Grandoso, H; Zárate, E. y Vega, N. **ANALISIS EN LA ESCALA SINOPTICA Y LA MESOESCALA DE UN FRENTE FRIO SOBRE AMERICA CENTRAL**. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Boletín semestral, julio-diciembre de 1982. pp. 3-39.
- Hidalgo, H. **Heavy Rainfall in Costa Rica**. TESIS DE MAESTRIA BIRMINGHAM UNIVERSITY 1980. pp. 19-28.
- Instituto Meteorológico Nacional, **BOLETIN CLIMATOLOGICO MENSUAL JUNIO 1981, MAYO-JUNIO 1982, MAYO 1985**.
- Ramírez, P. **«EL NIÑO» INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL, BOLETIN CLIMATOLAGICO MENSUAL, MAYO, 1986**.
- Suárez, M.E. **SEQUIAS METEOROLOGICAS EN COSTA RICA**. Tesis de Licenciatura en Meteorología, Universidad de Costa Rica, 1985.
- Vega, N. **Marejadas**. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. Nota Técnica N° 7, San José, 1978. pp. 10-11.

## ANEXO

### BREVE DESCRIPCION DE ALGUNOS FENOMENOS ATMOSFERICOS SEVEROS

#### A.1 CICLONES TROPICALES

Los ciclones tropicales se forman sobre el mar y su poder destructivo puede durar dos semanas o más. Un ciclón tropical cuando se mueve a lo largo de una costa o tierra adentro puede acarrear grandes daños o muertes en áreas muy extensas.

Debido a su violencia y a la naturaleza extensiva del área que puede ser afectada por un período de tiempo sustancial, un ciclón tropical a menudo se describe como el fenómeno natural con mayor potencial devastador. El peligro de desastre por un ciclón se origina en la fuerza de los vientos y la lluvia excesiva, que pueden ser descritos como efectos directos, y en los desbordamientos de ríos, marejadas y deslizamientos que pueden ser vistos como efectos secundarios.

El ciclón, que recibe también el nombre de huracán en el Atlántico y Pacífico del este y tifón en el Pacífico occidental, es un vértice de grandes dimensiones, en el cual el viento gira en contra de las agujas del reloj (en el Hemisferio Norte).

En el referido vértice se extiende verticalmente hasta 10 o más kilómetros de altura y su extensión horizontal es del orden de los miles de kilómetros cuadrados.

Para alcanzar intensidad de huracán, el disturbio tropical pasa por los siguientes estados: depresión tropical, primer y más débil estado del disturbio, con vientos en superficie hasta de 61 kilómetros por hora. Luego le sigue el estado de tormenta tropical, con vientos en superficie entre 62 y 117 km/hora. Finalmente el estado de huracán se caracteriza por vientos mayores de 118 km/hora.

La época de huracanes del Atlántico y el Caribe (los que afectan a Costa Rica) se extiende de junio a fines de noviembre, aunque se presentan con más frecuencia en el mes de setiembre.

El huracán sólo puede desarrollarse sobre aguas oceánicas, pues de ellas extrae la energía que desarrolla. Por ello al entrar un huracán a tierra pierde intensidad o desaparece.

Existe una región dentro del huracán llamada «pared del huracán», que está ubicada en un radio como de 30 km a partir de su centro. Allí se dan las lluvias más intensas y los vientos más fuertes. Precisamente, algunos huracanes en sus estados de intensidad más severos, han llegado a tener velocidades del viento en la pared del huracán de hasta 315 km/hora, como fue el caso del huracán Fifi, de setiembre de 1974.

El ojo del huracán es una zona de «calma», con velocidades cero en su centro. El ojo carece de nubosidad y por tanto de lluvias.

## **A.2 TORNADOS**

El tornado es uno de los más espectaculares, severos y destructivos fenómenos meteorológicos que se producen sobre la superficie de la tierra. Puede llegar a devastar completamente una comunidad por la acción combinada de la tremenda fuerza del viento rotatorio que se origina, que en ocasiones puede alcanzar una velocidad de 500 km/h, y la diferencia de presión que ejerce en áreas muy localizadas.

El tornado es la más violenta de las tormentas. Tiene un ancho promedio de cientos de metros y puede viajar hasta 20 kilómetros antes de extinguirse. La inmensa devastación que causa se debe a efectos directos, tales como los vientos extremos, la diferencia de presión entre el interior y el exterior de la tormenta y como inundaciones severas.

La disminución brusca de la presión que produce el pasaje de un tornado representa una enorme fuerza que muy pocos edificios pueden soportar. A medida que un tornado se acerca a un edificio, la presión externa baja rápidamente produciéndose una brusca diferencia entre la presión exterior y la presión interior del edificio de tal magnitud, que virtualmente las paredes y techos tienden a «explotar», encargándose luego el remolino de viento de arrastrar hacia arriba y los costados los restos de mampostería, chapas y vidrios que encuentra a su paso, convirtiéndolos en peligrosos proyectiles lanzados al espacio. Entre estos proyectiles transportados por el viento no es raro encontrar objetos de gran tamaño, como casas y automóviles.

Cuando el tornado está aún suspendido de la nube, se puede sentir un ruido tenue, casi apagado, pero en cuanto el embudo empieza a descender el ruido aumenta de intensidad en forma significativa. El ruido se oye similar al de un soldador autógeno o soplete o al ruido producido por un centenar de aviones o una locomotora y puede ser oído a varios kilómetros de distancia.

El diámetro de un tornado puede variar desde unos pocos metros hasta unos cientos de metros, siendo en general de una extensión promedio de 250 metros, llegando a recorrer en superficie una distancia que puede alcanzar cientos de kilómetros.

Un tornado puede pasar de la tierra al agua o del agua a la tierra sin cambiar fundamentalmente de apariencia e intensidad. Una nube en forma de embudo que se forma sobre la superficie líquida (mar, lago, río) y hace luego contacto con el agua, se la puede llamar «tromba». La parte de abajo del remolino está formada en este caso por pequeñas gotitas de agua que son succionadas de la superficie líquida, a diferencia del polvo y escombros que se observan en un tornado sobre la tierra.

## **A.3 TEMPORALES**

Por temporal se entiende una condición de cielo nublado por varios días, con lluvia persistente, cuya intensidad puede ser variable y que ocurre a cualquier hora del día, en contraste con la distribución típica de la precipitación durante la época lluviosa.

En Costa Rica los temporales se designan con los nombres genéricos de «temporales del Pacífico» y «temporales del Atlántico», según afecten en mayor grado una u otra vertiente.

Los temporales son fenómenos normales en Centroamérica y en el país «temporales del Pacífico» ocurren entre mayo y noviembre, a excepción de julio, con una frecuencia máxima en los meses de setiembre y octubre, al igual que los huracanes en el Caribe occidental. A causa de los temporales normalmente las lluvias en la Vertiente del Pacífico y Valle Central durante junio, setiembre y octubre, constituyen más del sesenta por ciento del total anual.

Normalmente los temporales se desplazan lentamente a través de la costa del Pacífico de Centroamérica, de acuerdo con el desplazamiento usual de los disturbios ciclónicos hacia el oeste o noroeste. Como consecuencia del temporal se producen crecidas y desbordamientos, especialmente en las cuencas del Tempisque, Parrita, Térraba y Coto.

Tales situaciones dependiendo de su intensidad alteran profundamente las actividades diarias de la nación. Para aminorar las pérdidas que año con año causan estos temporales, son imperativas las medidas de prevención, mediante obras de infraestructura que tomen en cuenta la recurrencia de estos fenómenos anuales.

#### **A.4 EMPUJES POLARES**

Durante el invierno del hemisferio norte se desplazan masas de aire frío denominadas empujes polares. En su extremo y como línea divisoria entre la masa de aire frío y la caliente, se ubica el frente frío.

Las montañas Rocallosas y los Apalaches forman un vasto túnel que favorece la llegada de las masas de aire frío a Centroamérica y parte del Caribe. Las masas polares continentales son inicialmente muy secas sobre Estados Unidos y su contenido de humedad al llegar a los trópicos americanos, depende de la trayectoria sobre los mares tropicales; las más húmedas son las que tienen una larga trayectoria sobre el Océano Atlántico y que llegan a América Central con vientos del este y noroeste.

Los frentes fríos llegan hasta el extremo sur del mar Caribe, en el período comprendido entre noviembre y abril. Afectando principalmente la Vertiente Atlántica de Costa Rica en forma de temporales en los meses de noviembre y diciembre, donde todavía el aire en nuestras latitudes se conserva bastante inestable. En el resto de la temporada la lluvia es más esporádica y de menor cuantía.

Durante los empujes polares, el primer frente frío suele penetrar en los trópicos hasta los 20 grados de latitud, pero se requiere un segundo empuje polar para que la penetración alcance latitudes bajas (Gradoso, 1978). Al acercarse la masa de aire frío, se manifiestan cambios en la atmósfera tropical, 48 horas antes de la llegada del frente y se requieren de 36 a 48 horas para volver a las condiciones normales de atmósfera tropical, luego de pasado el frente.

El tiempo asociado con los empujones polares en Costa Rica, consiste en una intensificación de la velocidad de los vientos alisios en ambas vertientes y la ocurrencia de lluvias moderadas por efectos orográficos en la Vertiente del Caribe. En la Vertiente del Pacífico a sotavento del sistema orográfico que ocupa la parte central del país, sólo se observan los efectos de derrame de la actividad nubosa originada a barlovento de la montaña y la eventual ocurrencia de precipitación en la estación seca de esta región.

## A.5 MAREJADAS

La marejada producida por una tormenta o huracán, es la diferencia de elevación del mar entre el nivel de la marea normal y la marea que produce tal disturbio meteorológico a causa del viento y la disminución de la presión atmosférica.

Los parámetros más importantes asociados con las marejadas dependen de la intensidad del disturbio meteorológico presente, si se trata de un huracán, la disminución de la presión atmosférica, la velocidad del viento máximo y su trayectoria son primordiales. Se ha comprobado que la disminución de la presión atmosférica en un milibar, ocasiona una elevación de un centímetro en el nivel del mar.

Otro aspecto que también hay que tomar en consideración es el efecto de la fricción del viento con la superficie, así como el efecto del fondo con respecto de las corrientes del mar.

Cerca de la playa cuando disminuye la profundidad a menos de la mitad de la longitud de la onda, decrece la altura de la ola brevemente y vuelve a recobrarla, aumentando aún más su altura hasta que revienta. La rotación de la tierra afecta la orientación de las corrientes que, a su vez, actúan sobre las marejadas.

Los caudales grandes de los ríos en su desembocadura en bahías y golfos, intensifican el efecto de la marejada, sobre todo cuando la marea astronómica también es alta o cuando se han registrado lluvias intensas por la aproximación del huracán.

En Costa Rica algunos de los ríos que aportan mayor caudal con problema de inundaciones son el Tempisque, Grande de Tárcos, Parrita y Terraba en el Pacífico, y el Colorado, Reventazón, Matina, Estrella y Sixaola en el Atlántico.

Las marejadas producidas por ciclones tropicales se caracterizan por una variación en el tiempo; inicialmente presentan un estado en el cual hay una elevación gradual del nivel del mar por los vientos mar adentro; en la etapa principal el mar se eleva repentinamente muy por encima de su nivel normal, esto sucede cuando el huracán está muy cerca ya de la costa, siendo la etapa más peligrosa y la que ocasiona el mayor daño. Cuando se trata de una bahía, la marejada depende del tipo de costa y del fondo del mar. La duración de su efecto depende de las características del huracán durante esta etapa, finalmente se produce la etapa de resurgencia, en la que se registran oscilaciones del mar por dos o tres días, hasta que se amortigua todo el efecto que produjo el huracán sobre el mar y éste desciende a su nivel normal.

La trayectoria del huracán es importante, ya que su efecto sobre la costa varía de acuerdo con ella, la trayectoria podría ser perpendicular, en cuyo caso el efecto aumenta conforme transcurre el tiempo. Si es a lo largo de la costa, el efecto se manifiesta también a lo largo de ella y la intensidad depende de la distancia a que se encuentre el huracán. Cuando la trayectoria describe un arco frente a la costa, la envolvente de la marejada tiene características de las dos anteriores (Vega, N., 1978).