

## 5.2 EL SUBSISTEMA CLIMATICO: INCUBADOR DE LAS INUNDACIONES

Según Wilbert Herrera en su libro, Climas de Costa Rica, el territorio costarricense, por encontrarse en una latitud de 10° norte y enmarcarse dentro de la faja tropical del Hemisferio Norte, se asegura posiciones muy elevadas del sol sobre el horizonte y una duración de la luz solar media de doce horas. Además de que el clima costarricense, con altas temperaturas, favorecen el calentamiento y evaporación de las aguas, las que aportan verdaderos manantiales de nubosidad que son transportados a las áreas circundantes, factor importante para que se generen precipitaciones de muy alta intensidad.

El factor ístmico incide en forma notoria en el clima costarricense, por lo angosto del territorio, lo que hace que toda la superficie nacional sean cumbres de las montañas, áreas costeras o llanuras interiores posean un clima con más influencia oceánica que continental, factor importante que hace que los niveles de humedad nunca sean bajos y, por esto, las temperaturas, aunque elevadas, nunca alcancen valores insoportables o generen brutales procesos prolongados de desecación. Además de todo lo anterior, nuestro clima, depende de los movimientos norte a sur de la Zona de Convergencia Intertropical, que aporta lluvias torrenciales de mayo a diciembre en el sector del Pacífico y de ondas del este y masas de aire polar modificado durante los meses de diciembre, enero y febrero. Este primer aspecto de la mecánica general de la atmósfera es el que nos explica que, normalmente, el país está sujeto a precipitaciones intensas, en tanto que el segundo se refiere a las ocasionales del llamado Período Seco.

Según la caracterización regional de climas que presenta Wilbert Herrera<sup>9/</sup>, el área de investigación presenta las siguientes características:

- Condiciones climáticas determinadas en gran medida por la incursión de vientos alisios de dirección noreste, provenientes del Océano Atlántico y vientos oeste ecuatoriales, provenientes del Océano Pacífico.
- Desde finales de octubre hasta comienzos de mayo, se origina una inhibición de las precipitaciones (período seco), cuando soplan fuertes vientos alisios que impiden la convección y la incursión de humedad proveniente del Pacífico.

9/ Herrera, Wilbert. Clima de Costa Rica, 1985. pp. 82, 83.

- La sequía es severa en las tierras bajas; conforme se asciende, en las montañas la misma se atenúa, con tasas de evapotranspiración más bajas, presentándose persistentes lluvias y lloviznas en la divisoria de aguas de la Sierra Volcánica de Guanacaste y Minera de Tilarán.
- En las tierras altas, el déficit de lluvias abarca menos de 35 días; en el piedemonte de 35 a 70 días, en la llanura y zonas costeras de 70 a 150 días con déficit de precipitaciones.
- La estación o período lluvioso suele establecerse a mediados de mayo en las sierras y en junio en las tierras bajas, para concluir en noviembre.
- En el área de estudio (parte baja de la cuenca del río Tempisque) y en el área costera, las precipitaciones se inician en abril y concluyen en noviembre<sup>10/</sup>.
- En julio y agosto, en esta área de investigación, las lluvias son esporádicas o bien están ausentes en las partes bajas. Es lo que el IMN popularmente denomina, veranillo de San Juan (ver gráficas de la precipitación del capítulo siguiente).

#### 5.2.1 Regimen térmico

En las tierras bajas de Guanacaste la variación entre la temperatura máxima y mínima del día es de 11<sup>o</sup> y la temperatura media anual es de 27.6<sup>o</sup>C. De enero a mayo son las máximas; descienden un poco en el mes de junio y se conserva hasta el mes de octubre, para empezar un pequeño ascenso en noviembre.

#### 5.2.2 Evaporación

La evaporación en el área de estudio oscila entre 132 milímetros en mayo y 195 milímetros en marzo y abril. Como puede observarse, los meses en que se presentan los mínimos son los meses de mayores precipitaciones y los máximos corresponden al período en que están ausentes las precipitaciones.

El cuadro 3 muestra nueve años analizados de esta y otras variables que inciden en las condiciones climáticas en esta región.

CUADRO # 3

DEFICIT DE LLUVIA (en mm) EN EL PROMEDIO DE AÑOS HIDROLOGICOS DE 1971 A 1979

MES	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	TOTAL
P	197.5	258.7	129.7	191.8	386.1	340.3	119.3	7.2	1.0	0.0	0.8	23.1	1655.5
ETP	168.0	133.7	152.6	151.9	132.3	131.2	132.1	141.4	156.4	159.2	195.5	190.5	1845.0
P-ETP	29.5	125.0	-23.1	39.9	253.8	209.1	-12.8	-134.2	-155.4	-159.2	-194.7	-167.4	846.8
VHS	29.5	50.5	-23.1	23.1	0.0	0.0	-12.8	67.2	0.0	0.0	0.0	0.0	134.4
HS	89.5	140.0	166.9	140.0	140.0	140.0	127.2	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	1243.6
ETR	168.0	133.7	152.8	151.8	132.3	131.2	132.1	74.4	1.0	0.0	0.8	23.1	1101.3
EXC	0.0	74.5	0.0	16.8	253.8	209.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	554.2
DEF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0	155.4	159.2	194.7	167.4	743.7

NOMENCLATURA :

P : PRECIPITACION (mm)  
 ETP : EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)  
 P-ETP: VARIACION ENTRE PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION  
 VHS : VARIACION HUMEDAD DEL SUELO (mm)  
 HS : HUMEDAD DEL SUELO (mm)  
 ETR : EVAPOTRANSPIRACION (mm)  
 EXC : EXCEDENTE DE AGUA (mm)  
 DEF : DEFICIT DE AGUA (mm)

FUENTE : "Estudio Hidrológico de la margen derecha del río Tempisque" (1985)  
 SENARA

En el anterior cuadro aparecen, el comportamiento de la precipitación, de la evapotranspiración potencial y real, la variación de la humedad del suelo, la humedad del suelo, el excedente de agua y el déficit de agua, en milímetros, por promedio mensuales durante nueve años, en el área de estudio.

Se puede observar cómo el comportamiento de la precipitación condiciona en forma clara el de las demás variables, ya que en abril, cuando se inician las precipitaciones en esta zona, disminuye la evaporación real en 5 mm. y por lo mismo empieza a disminuir el déficit de agua. El mismo comportamiento se registra en mayo y junio, sólo que ya no hay déficit sino más bien se produce un excedente de agua en el mes de junio. En julio y agosto las precipitaciones tienden a disminuir debido al aumento de la velocidad del alisio y disminución de la brisa del Pacífico, fenómeno al que se ha denominado Veranillo de San Juan y que corresponde a lo que Emmanuel De Martone (1964)<sup>11/</sup> denominó pequeña estación seca; en consecuencia, disminuye la humedad del suelo y el excedente de agua es menor.

En setiembre y octubre -cuando se presentan las mayores precipitaciones- la evaporación disminuye notablemente; no se presenta variación en la humedad del suelo, pero es importante destacar que se presenta un gran excedente de agua que se incrementa de los 16.9 milímetros que había en agosto, a 253.8 milímetros en setiembre y a 209,1 milímetros en octubre.

En noviembre se inicia, la disminución de las precipitaciones y el aumento de la evaporación; disminuye la humedad del suelo y con ello se inicia el déficit de agua que llega a 67 mm en noviembre y alcanza un déficit de 194 mm en marzo, cuando se registran los máximos de evapotranspiración y la ausencia total de las precipitaciones.

---

11/ De Martone, Emmanuel; Tratado de Geografía Física. Tomo I, Segunda Edición, 1973, Editorial Barcelona, España. p. 212.

Finalmente, es importante concluir este apartado, relacionándolo con lo ya indicado sobre los aspectos geológicos y la permeabilidad, ya que, si tenemos rocas de baja y media infiltración y en los meses de setiembre y agosto se registran excedentes arriba de los 200 mm de agua, es fácil comprender que existen condiciones propicias para que se originen inundaciones. No obstante, que será analizado en detalle más adelante, es conveniente relacionar aquí no sólo estos aspectos, sino también vincularlos con la intensidad de las precipitaciones, según ya quedó de manifiesto en las informaciones periodísticas pues, dadas las condiciones aquí expuestas, las lluvias intensas serán el fulminante que desencadene el fenómeno de inundación en el área.

### 5.3 RASGOS MORFOGENETICOS COADYUVANTES

La provincia de Guanacaste está influenciada, desde el punto de vista geomorfológico, por la composición y estructura de las rocas, además de la actividad tectónica a la que ha estado sometida el área.

Según León (1943), Dengo (1962) y Bergoing (1983), la provincia de Guanacaste puede ser dividida en tres unidades principales influenciadas y casi determinadas por los dos factores anteriores y en menor medida por agentes externos.

- I. La primera unidad corresponde a la sierra volcánica de Guanacaste es la primera gran unidad que se puede delimitar en esta provincia. Compuesta por los aparatos volcánicos activos del Cuaternario. (Ver figura 9)

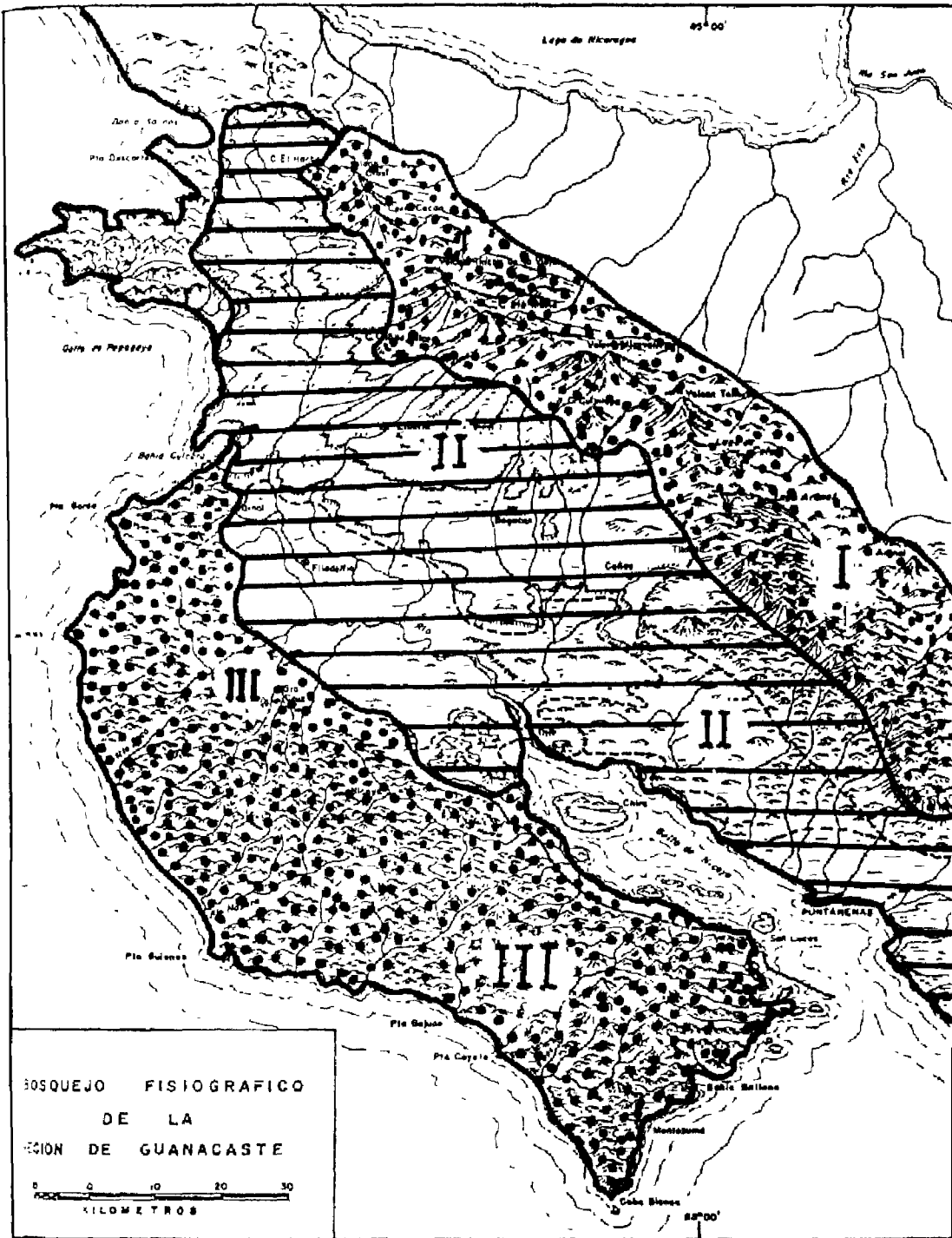
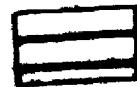


Figura 9. Tres grandes unidades Geomorfológicas se pueden diferenciar en la provincia de Guanacaste, y dos grandes grupos de formas

Formas de erosión



Formas de sedimentación



II. La segunda gran unidad es la reconocida originalmente por Schaulfelberger (1934), como Depresión del Tempisque y reformulada por Dengo en 1962. La Depresión del Tempisque corresponde a una área con muchas tierras bajas y serranías con poca elevación, donde se asienta la mayor parte de la población de la provincia de Guanacaste, drenada por el río Tempisque.

Dengo (1962), en un estudio que realizó en la citada provincia, reconoció varias subunidades en esta depresión. La nomenclatura que él utilizó todavía se mantiene vigente, y es la que aparece en la figura 9.

II.a- Meseta de Santa Rosa

Es una área con poca elevación donde está expuesta una colada de ignimbritas que corresponde a las formaciones Bagaces y Liberia y es por donde discurre el río Tempisque, en su curso superior.

II.b- Serranías de Abangares y Guacimal

Corresponde a una área de cerros bajos al pie de la Sierra Minera de Tilarán, constituida por materiales del Terciario.

II.c- Cerros de Manzanillo y Aranjuez constituida por Cerros con menor elevación que los anteriores y del mismo material que formó los cerros de Abangares y Guacimal.

II.d- Cerros Calcáreos de Barra Honda

Localizados en la parte central de la Depresión del Tempisque con materiales, muy resistentes a la erosión, lo que hace que presenten un relieve casi plano en su cima. Aquí se encuentra actualmente el Parque Nacional Barra Honda.

II.e- La Bajura de Filadelfia

Reconocida actualmente como Llanuras del Tempisque, que corresponde al área desde la desembocadura del río Tempisque hasta Filadelfia; donde el río discurre por terrenos de poca elevación (no supera los cinco metros de altitud). Esta condición también es favorable para que en períodos de fuertes y torrenciales lluvias, se desborde e inunde toda el área circundante.

Esta subunidad está delimitada al norte por la Meseta de Santa Rosa, por los cerros de Aranjuez y Manzanillo al sureste. Por el Golfo de Nicoya y los Cerros Calcáreos de Barra Honda al sur y al oeste por los Cerros de la Península de Nicoya.

Esta llanura fue afectada hasta los poblados de Ortega y Bolsón por la Trasgresión Flandense, que corresponde un ascenso del mar, hasta casi cuatro metros (Bergoing, 1983) y que está siendo rellenada desde tiempos del Holoceno por materiales que aporta el mismo río, en forma paralela al proceso de hundimiento del Golfo de Nicoya. A esta subunidad corresponde el área de estudio de este trabajo.

III. La tercera unidad corresponde a la Península de Nicoya denominada por Dengo, en sus primeros estudios, como Sierras Costaneras. Aquí se encuentran los materiales volcánicos y sedimentarios de mayor edad. (Ver figura 9)

En síntesis, el área de estudio tiene básicamente dos condiciones topográficas diferentes: un área plana al norte, formada por llanuras aluviales, pequeñas lagunas y pantanos estacionales que favorecen la pérdida de agua por evapotranspiración, y la segunda de topografía irregular, al sur y al oeste formada por lomas con una altura máxima de 529 metros sobre el nivel medio del mar.

Los principales ríos que atraviesan la zona, a excepción del Tempisque, muestran un patrón dendrítico. El patrón de drenaje del río Tempisque en el área de estudio es meándrico y es el principal formador de las llanuras aluviales, así como de los lagos y zonas pantanosas que lo circundan.

Las formas del terreno pueden clasificarse, en formas de erosión y en formas de sedimentación que están representados en forma general en el croquis de la figura 9.

Las formas de erosión (I grupo) se encuentran representados por escarpes de erosión en estado juvenil, vinculados a los valles fluviales, que representan la gran cantidad de tributarios que tiene el río Tempisque. Aparentemente, la acción fluvial es el proceso que ha actuado con mayor intensidad en las serranías y en las partes más elevadas por donde descienden las escorrentías. Las pequeñas dimensiones del espacio costarricense hacen que, en términos



relativos, estas serranías estén demasiado cerca del área de sedimentación. Esta cercanía va a ser importante porque es el otro componente que permite explicar por qué, a partir de la elevación del nivel freático cerca de la superficie, unos milímetros más de precipitación desencadenan la inundación con algún grado de rapidez y violencia, en la que no están ausentes las "cabezas de agua", fenómeno típico de valles encajonados de montaña y pie de monte.

Las formas de sedimentación (II grupo), también producto de la acción fluvial, han traído como resultado la formación de la llanura aluvial del río Tempisque, especialmente a partir del desarrollo de un patrón de drenaje meándrico, característico de las áreas planas, sin embargo, no debe olvidarse que también son producto de la disminución de la gradiente natural que existe como consecuencia del paso de las tierras altas a bajas, debido a los movimientos tectónicos que caracterizan el área.

A estos dos aspectos se suma el aumento de la extensión superficial del agua, durante las inundaciones, período en que el ancho del cauce aumenta y con ello se extiende el área de sedimentación y de nivelación general.

A todo lo indicado es necesario agregar la influencia del mar, especialmente por el escaso gradiente, que cobra significación con mareas altas y marejadas, contribuyendo a disminuir la energía cinética, aumentando la posibilidad de sedimentación aguas arriba de la desembocadura.

Estos procesos principales han dado como resultado la formación de la llanura aluvial que se alarga como una extensión topográfica plana, casi horizontal, compuesta de rellenos aluvionales dejados por el río Tempisque.

Esta llanura, en términos generales, es alargada en el sentido de la corriente del río, asimismo, su pendiente en el mismo sentido, es muy esasa. Abundan en su superficie formas de origen aluvial, como meandros, cauces abandonados, lagunas semilunares, áreas pantanosas y terrazas. En términos más precisos, la misma no alcanza los 0.6 m/k de pendiente y tiene 25 kilómetros de ancho y 60 kilómetros de largo, terminando en el litoral.

A lo expuesto, hay que adicionar que las condiciones estructurales y litológicas señaladas, se ven coadyuvadas por el mismo río, para que se desate el fenómeno de la inundación, porque en el área se da una sedimentación que rellena el propio cauce por donde discurre el río. Este proceso de colmatación llega a provocar, incluso que el río drene en algunas partes, por un nivel más alto que las áreas que atraviesa. Esto genera algunos sectores más propensos a las inundaciones ya que, gracias a este hecho, puntos con mayores probabilidades que otros para que el río sobrepase cualquier tipo de medida estructural que se utilice, destinada, teóricamente, a aminorar las posibilidades de la inundación.

También debe de tomarse en cuenta el ciclo de erosión del río, pues las formas que el mismo produce, contribuyen a que se den las inundaciones ya que, la potencia bruta de una corriente de agua se utiliza, en parte para el transporte de la carga, en parte para vencer los rozamientos externos (sobre el fondo del lecho) e internos, y en parte para la potencia neta, que puede ser positiva (el río erosiona) o negativa (el río deposita una parte de la carga).

Cuando el río deposita, da paso a la formación de meandros, barras, malecones entre otras cosas, esto en un lado de sus márgenes. En el otro, lado el río erosiona; este fenómeno coincide con las curvas que el río traza y es muy probable que en una fuerte crecida el empuje de la corriente corte su curso en esas curvas, dejando cauces abandonados y de paso a la inundación<sup>12/</sup>.

Este fenómeno se presenta en el río Tempisque, pues algunos de los puntos críticos de las inundaciones coinciden con las curvas que el río traza en su recorrido. (Ver fotografías 14 y 15).

<sup>12/</sup> Derruau, Max. Geomorfología. (2da edición ampliada. Ariel), páginas 107-116. Holmes Arturo, Geología Física. omega. 1979, página 378.



Fotografía 14



En las fotografías 14 y 15, el río Tempisque muestra un trazado meándrico en parte significativa del cauce en el área de estudio. Esto presenta el problema que en las curvas, donde generalmente se rompe cuando se da una alta crecida. Está desprovisto de vegetación, y no se ha utilizado ningún método para defender, en mejor forma, estos lugares más críticos.