

La Cuenca del Río Tempisque

Perspectivas para un Manejo Integrado



**Organización para Estudios Tropicales
2001**

Editado por:

Jorge Arturo Jiménez R.
Director OET

Eugenio González J.
Director Estación Biológica Palo Verde



The Heinz Center

333.917
C965c

La Cuenca del Río Tempisque : perspectivas para un manejo integrado / Comp. por Jorge A. Jiménez. y Eugenio González Jiménez. – 1ª. ed. - - San José, C.R. : Organización para Estudios Tropicales, 2001.
150 p.: fots. ; 27 x 21 cm.

ISBN 9968-9717-4-X

1. Río Tempisque. 2. Conservación de la naturaleza. 3. Inundaciones – Control – Guanacaste. 4. Humedales – Guanacaste. 5. Calidad del agua.
I. Jiménez, Jorge A. II. González Jiménez, Eugenio. III. Título

- ❖ Coordinador del Proyecto :
Dr. Eugenio González Jiménez.
Director Estación Biológica Palo Verde
- ❖ Diseño y Producción :
Marvel Godoy Useche.
Silvia Alvarado Montero.
- ❖ Diseño Cubierta:
Miguel Fuentes Durán.
- ❖ Organización para Estudios Tropicales - OET. San José.
Costa Rica – Centroamerica.
Tel: (506) 240-6696
Fax: (506) 240-6783
Email: oet@ots.ac.cr
<http://www.ots.ac.cr>

Contenido:

	Introducción	Página
I.	La Cuenca del Tempisque: una Perspectiva Histórica. Gerthrud Peters.....	1
II.	Riqueza y Complejidad de la Cuenca del Río Tempisque. Alfonso Mata.....	22
III.	Características Generales de la Cuenca del Río Tempisque. Javier Mateo-Vega.....	32
IV.	El Proyecto de Riego Arenal Tempisque. Marvin Coto.....	73
V.	Desarrollo Regional Integral de la Cuenca Media del Río Tempisque. William Murillo.....	83
VI.	El Manejo de las Planicies del Bajo Tempisque. Jorge A. Jiménez.....	90
VII.	La Integridad Física de Ríos Bajo Manejo. William L. Graf.....	96
VIII.	Preservando la Integridad Ecológica de la Cuenca del Río Tempisque. Sarah Baish.....	102
IX.	El Desarrollo de una Visión: Establecimiento de las Metas para Alcanzar el Manejo Integrado de La Cuenca. Jorge A. Jiménez.....	106
X.	ANEXO Base Cartográfica Digital para La Cuenca del Río Tempisque. José A. Guzmán, Mauricio Castillo y Matthew Clark.....	120

I - INTRODUCCION

La Cuenca del Tempisque es uno de los paisajes más hermosos de nuestro país. La diversidad de ambientes es impresionante, desde los bosques nubosos en las cumbres de los volcanes hasta los pantanos y manglares en las partes bajas de la Cuenca.

Esta región posee también una importancia especial por la relevancia de las actividades productivas que ahí se generan. El turismo, el cultivo de peces y las plantaciones de caña y arroz brindan prosperidad y empleos a la región. Además, la herencia cultural de la región es una de las más ricas del país. La amplia mezcla cultural desarrollada a partir del Siglo XVI, ha generado una fuerte identidad propia y un variado folklore popular.

Durante las últimas décadas, la proliferación de megaproyectos turísticos y de infraestructura productiva han producido impactos importantes en los sistemas naturales de la región y al mismo tiempo han recibido impactos de procesos naturales que, como las inundaciones y la sequía, limitan el desarrollo productivo tradicional.

Las obras de infraestructura para controlar las inundaciones de la zona y la desmedida extracción de aguas superficiales y subterráneas para riego amenazan la integridad ecológica de la región. El manejo del agua en esta cuenca es por lo tanto uno de los aspectos de mayor relevancia. Del adecuado manejo de este recurso depende la producción y el desarrollo de la región

La búsqueda de un equilibrio apropiado entre los requisitos de los sistemas productivos (en riego y protección de inundaciones) y las necesidades hídricas de los sistemas ecológicos de la región (en inundaciones periódicas y flujos permanentes) es uno de los retos más difíciles que enfrenta esta región. El camino a seguir parece ser la integración de ambos sectores en un manejo integral de la Cuenca. La oportunidad de hacer de esta cuenca un ejemplo de manejo integrado depende de los pasos que se tomen en los próximos años.

Esta publicación resume las discusiones y presentaciones realizadas durante dos talleres organizados en la Estación Biológica de Palo Verde durante el año 2000. Muchas de las discusiones se centraron alrededor del tema agua, eje central de cualquier plan de manejo para esta cuenca. El impacto del megaproyecto de riego del SENARA, el impacto potencial de represas y diques, la desmedida extracción de agua, la descoordinación institucional y la escasa participación comunal se discuten en los siguientes capítulos.

Esperamos que estas discusiones contribuyan a iniciar un proceso político-social que culmine en la implementación de un manejo integrado de esta importante cuenca. El país no puede darse el lujo de postergar un proceso tan importante como este.

JAJ

La Cuenca del Tempisque: una Perspectiva Histórica

Gerthrud Peters

A lo largo de varios siglos, el ambiente natural de la Cuenca del Río Tempisque ha sido transformado por sus pobladores: desde el bosque tropical seco con agricultura itinerante en la etapa precolombina, pasando por la hacienda ganadera extensiva de los tiempos de la Colonia, hasta los cultivos intensivos con uso del riego en los últimos años. El acceso al agua ha sido en todas las épocas el condicionante esencial para las actividades de los habitantes de esta Cuenca. Actualmente, esa dependencia sigue siendo una rasgo característico de esta región.

La Cuenca del Río Tempisque tiene un valor histórico particular. Es la única región baja que ha sido habitada en forma continua por población no-indígena desde el Siglo XVI. El Río Tempisque era la antigua división política entre Costa Rica y el Partido de Nicoya, anexado luego al país en 1824. Este río fue llamado Zapandí, nombre de un cacique que habitaba en sus cercanías. Luego se le llamó Río del Salto, La Despensa, Río de Alvarado y por último se le denominó Tempisque, nombre también usado para designar un árbol sapotáceo (*Sideroxylum capiri*), de fruto comestible, que se ha encontrado en las riberas del mismo.

El Ambiente Natural Precolombino

En tiempos precolombinos, la región de Nicoya, se extendía desde la Península de Nicoya hasta la zona del

Pacífico nicaragüense.¹ A través del tiempo, los pueblos aborígenes de Nicoya experimentaron cambios graduales en sus actividades económicas, en la organización socio-política y en la densidad de su población. Registros arqueológicos han demostrado que la mayoría de los asentamientos en Nicoya contaban con una población reducida que permaneció dispersa y cercana a las fuentes de agua.

Para explicar esos cambios, la Historia Precolombina de Nicoya se ha dividido en cuatro períodos:

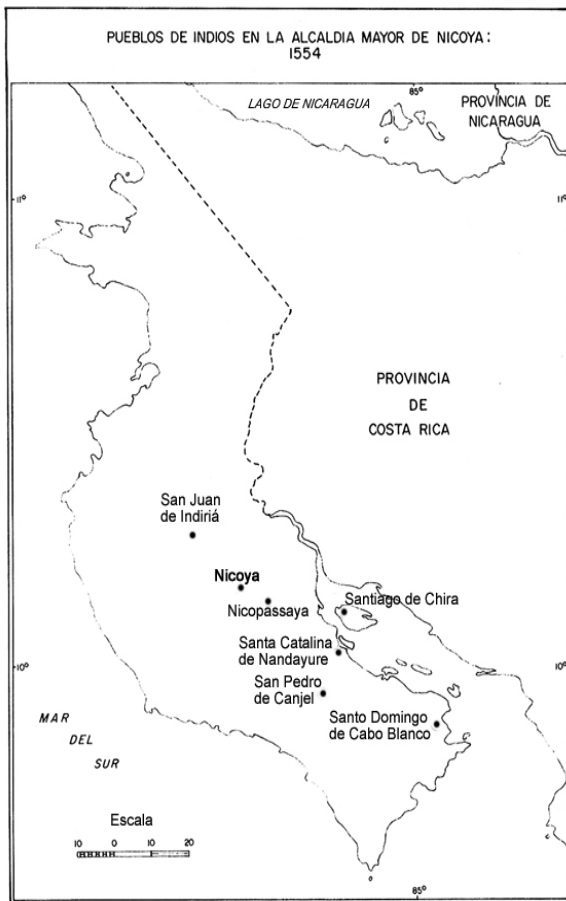
El primer período llamado Biocromo en Zonas (300 a.c. – 300 d.c.) se caracterizó por una vida sustentada en la caza y la pesca combinada con una agricultura itinerante, dedicada al cultivo de maíz, yuca, tiquisque y ñampí.

En el siguiente período, el Policromo Antiguo (300-800 d.c.) se ha estimado que la población aumentó en forma natural y se congregó en asentamientos cerca de los ríos y las costas. Las fuentes históricas también han demostrado la ampliación en la base de la subsistencia por medio de la explotación de mariscos, la recolección de frutas silvestres y nueces nativas y el cultivo del chile.

En el período Policromo Medio (800-1200 d.c.), la población volvió a aumentar debido a un crecimiento natural y a la inmigración de dos grupos de aborígenes mejicanos, los nicarao y los chorotega. Las actividades se diversificaron pues los nicarao introdujeron el cultivo del cacao con el que se hacía un refresco de chocolate y sus granos servían como medio de intercambio. También se explotó el molusco múrice (*Murex hautellum*), del que se sacaba un tinte púrpura para teñir

¹ La Cuenca del Tempisque está inmersa dentro de la región precolombina de Nicoya, hoy provincia de Guanacaste.

los tejidos; además, extraían sal a lo largo de la costa. Estos dos productos fueron comercializados por los indígenas al Norte hasta Guatemala y al Sur de Costa Rica. Por último, en el período Policromo Tardío (1200-1500 d.c.) se registró una presión demográfica sobre la tierra de Nicoya que produjo una redistribución de la población del interior hacia las costas del Pacífico.



A través de las descripciones de los conquistadores españoles en el Siglo XVI, se ha evidenciado que los nicarao y los chorotegas eran los pueblos más desarrollados del territorio en aquella época. Gil González Dávila, quién descubrió el Golfo de Nicoya² y la tierra firme de ese mismo nombre en 1523,

² El Golfo de Nicoya también fue llamado Golfo de San Vicente, Golfo de Salinas, de Chira y otros más.

escribía en su carta al Rey español que “...ya habíamos comenzado a topar mayores caciques, ...” (Meléndez, 1974), para referirse al contacto con pueblos de origen norteño, que habitaban en mayores densidades que otros pueblos asentados en el territorio costarricense.

Estos núcleos semi-urbanos se organizaban alrededor de una plaza, en donde estaba el centro ceremonial y en las inmediaciones se encontraba el centro político y de reunión. Este era el caso de Nicoya pues los demás centros eran pequeñas aldeas agrupadas cerca de los cursos de agua. El tipo común de vivienda era el rectangular, de dos vertientes y posiblemente unifamiliar (Meléndez, 1978).

En las afueras del asentamiento se encontraban los cultivos y luego el bosque.

“Para las labores agrícolas, usaban instrumentos fabricados con grandes conchas, a semejanza de palas y macanas, pero desconocían el uso del arado. Los principales cultivos consistían en maíz, frijoles, algodón, nísperos, zapotes, cacao y tabaco “ (Cabrerá, 1924).

También, sembraron la calabaza (*Cucurbita spp*); usaban sus grandes hojas para darle protección a los suelos contra la evaporación y la erosión. El maíz era irrigado a mano durante la estación seca y los granos cosechados se guardaban en primitivas bodegas para su uso posterior (Hall, 1983).

En el Golfo de Nicoya pescaban perlas y el caracol para teñir tejidos. Esta actividad se realizaba generalmente en los meses de enero a abril cuando la escasez de lluvias no enturbiaban el agua del Golfo y los pescadores podían sumergirse en las oquedales y arenales del lugar.

Explotación y Cambios en el Uso del Suelo durante el Período Colonial

La llegada de los españoles al territorio nacional, igual que en el resto de América, conllevó un impactante cambio en el entorno. Los conquistadores y luego los colonizadores, implantaron diferentes patrones de asentamientos, distintos usos del suelo y otros tipos de organización del espacio al que habían creado los indígenas.

En el período colonial, de 1502 a 1821, los españoles se asentaron en Nicoya, población que estuvo muy influenciada por la cultura indígena y mantuvo lazos estrechos con Nicaragua.³

La Península tenía relaciones comerciales con el resto del país por medio del Golfo de Nicoya y la parte septentrional- donde se encuentra actualmente Liberia- se colonizó desde la ciudad de Rivas, en Nicaragua. Esta fue una zona de paso para los conquistadores que, provenientes de Panamá, se dirigían hacia Nicaragua y la parte norte del istmo. En Nicoya obtenían víveres e indígenas para el viaje.

En el Siglo XVI, la economía nativa fue reemplazada por sistemas más intensivos de producción que produjeron cambios importantes en el uso del suelo y a nivel ecológico.

Cuando arribaron los españoles, todas las tierras se convirtieron en propiedad de la Corona. A los indígenas se les permitió solamente cultivar en un territorio comunal que los obligó a convertirse en agricultores permanentes. Los pastos y rastrojos fueron tierras públicas; las que permanecieron con ese

status tras la independencia de España, se convirtieron en terrenos baldíos propiedad del Estado. Muchas de estas tierras fueron tomadas por colonos individuales después de hacer la denuncia correspondiente.

La apropiación de tierras se inició tempranamente, en el Siglo XVI mediante concesiones reales. Estas eran otorgadas por las autoridades que residían en la región y se denominaban “caballerías”, “estancias” y “sitios”. En teoría, la Corona otorgaba las “caballerías” para siembra de cultivos y en menor grado para emplearlas en la ganadería; sin embargo, en la realidad se utilizaron para criar y engordar ganado.⁴ (Edelman, 1998). Posteriormente, se otorgaron “estancias” de tierras para la cría de ganado, administradas por los municipios y que inicialmente, no implicaban derecho de propiedad para quien las utilizara. El “sitio” era una concesión de derechos de pastoreo otorgada por los municipios o cabildos a sus habitantes.

“Gradualmente, sin embargo, comenzó a producirse una lenta transformación de los derechos de sitio a derechos más permanentes sobre la tierra. Fue aquí que apareció el término “hacienda”, refiriéndose al principio, al menos en Guanacaste-Nicoya- a prácticamente cualquier gran empresa ganadera y llegando a indicar luego, en el último siglo del período colonial, una gran empresa con derechos concretos sobre la tierra”(Edelman, 1998).

En la zona norte de la Península de Nicoya, deshabitada en aquellos años, el proceso de apropiación del suelo tuvo características distintas a las de la zona peninsular alrededor de los pueblos indígenas.

³ El Partido de Nicoya se integró al territorio Costarricense a través de un plebiscito efectuado por su población en 1824.

⁴ La caballería era una unidad de tierra. 1 caballería antigua=135 hectáreas y una caballería nueva = 45 hectáreas.

En el norte, residentes de Nicaragua empezaron a establecer hatos a inicios del Siglo XVIII y entonces la composición de tierras tuvo más importancia para la creación de patrones formales de tierra.

Otro sistema de tenencia de la tierra fueron las cofradías religiosas (o culto a los santos) bajo la tutela de los Franciscanos y que se encontraban generalmente rodeando a los pueblos indígenas. Estas organizaciones adquirieron propiedades con el fin de generar ganancias para el mantenimiento de las iglesias y el financiamiento de actividades en honor a los santos patronos. La actual Hacienda El Viejo se inició como una cofradía.

La presencia de cofradías en la zona peninsular produjo un cambio en la tenencia de la tierra con respecto a la zona noreste y el Valle de Bagaces, dominados por el latifundio. En Nicoya, los habitantes utilizaron las cofradías para los cultivos de maíz, algodón, cacao y plátanos y así se constituyeron luego en pequeñas propiedades agrícolas. La agricultura era mayoritariamente de subsistencia. Los españoles introdujeron implementos agrícolas de hierro, más eficaces que las herramientas nativas. Se usaba el hacha de hierro para talar los árboles, se desmontaba la tierra y se cultivaba la tierra con machetes y azadas. La madera sacada del bosque fue utilizada para leña y como material de construcción; sin embargo, ante la imposibilidad de comerciar con ella por la falta de transporte al mercado nacional e internacional, mucha de la madera se pudrió o se convirtió en carbón.

En los bosques se encontraban árboles de excelentes maderas: cedro, cedros mulatos, ébano, guayacanes, morales, amarillos, granadillos

(*Buchaneria capitata*), mangles, madroños, brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y otros. Conforme los bosques fueron removidos selectivamente y se eliminaron los restos forestales por medio de las quemas, empezaron a surgir problemas de erosión de la tierra y la caza, mientras que la recolección y la pesca en agua dulce disminuyeron.

Otro cambio ecológico importante se produjo como consecuencia de la introducción de animales domesticados que reemplazaron a los animales silvestres como fuente de alimento. Entre 1560 y 1570, los españoles trajeron ganado vacuno, caballos, asnos, cerdos, cabras y gallinas que anteriormente no existían.

“...es la comarca abundosa de miel, cera, algodón, maíz, frisoles, dantas y puercos de la tierra; no hay ganado vacuno, ni otro ganado de España, sino sean algunos caballos y yeguas que los indios tienen para su servicio; hay muchas mulas, gallinas de Castilla y frutas de la tierra, mameis, plátanos, ciruelas, aguacates y piñas”(Meléndez, 1974).

La producción de ganado vacuno fue una de las actividades económicas más importantes durante la Colonia y así, los pastos dominaban el paisaje agrario. La ganadería irradió de Nicoya hacia el área del Río Tempisque en los Siglos XVII y XVII, extendiéndose posteriormente en el Siglo XIX al “Valle de Bagaces” (Sequeira, 1985).

En la región se dio un mayor reemplazo del bosque por extensas sabanas para el pastoreo del ganado vacuno. La alargada estación seca imponía restricciones a un uso del suelo más variado y favorecía al mismo tiempo las quemas y de esta manera, la hacienda ganadera dominó el paisaje rural durante varios siglos.

Las haciendas ganaderas eran generalmente propiedades pertenecientes a dueños ausentistas y se empleaba un número reducido de trabajadores, en su mayoría negros o indígenas. La población indígena fue menguada por las altas tasas de mortalidad, el mestizaje y la aculturación.⁵

A finales del Siglo XVI, se trajeron esclavos africanos para trabajar en las fincas ganaderas y en las plantaciones de añil. Sin embargo, el desarrollo de la esclavitud colonial en Guanacaste fue muy limitada y predominó la población libre, entre ella la mulata, mestiza y los zambos; éstos últimos llamados también cholos guanacastecos. Durante la estación lluviosa, la hacienda quedaba en aislamiento por cuanto los ríos crecían e imposibilitaban el transporte terrestre, sobre todo la movilización vía caballo.

En este sentido, las actividades de las haciendas eran menores y, generalmente, el dueño se ausentaba, se establecía en algún centro urbano cercano a su tierra y dejaba a un administrador como encargado del manejo de la hacienda.

El Río Tempisque jugó un papel vital para el establecimiento, el desarrollo y la consolidación de las grandes haciendas desde el Siglo XVII, porque tenía buenos caudales durante todo el año. La mayoría de las haciendas colindaban con el Río Tempisque y sus afluentes a lo largo de su curso, para mantener el ganado cerca de los pastos verdes. Otras haciendas lograron denunciar tierras en los piedemonte de la Cordillera de Guanacaste para trasladar el ganado a las partes más altas con mayor pluviosidad durante la estación seca.



Foto: Puerto Jesús. 1922 .
Fuente: Archivo Nacional. Fotog.Doc #2182

⁵ Hoy esta población representa alrededor del uno por ciento, constituyéndose en una minoría étnica

El acceso al agua y a los pastos verdes moldearon la superficie de la mayoría de las haciendas de la Cuenca del Río Tempisque (Sequeira, 1985). Además de los cultivos de subsistencia, en las haciendas se producía sebo, carne, cueros y quesos. Los dos primeros artículos se exportaron a Panamá durante los Siglos XVI y XVII. Desde Bagaces también se transportaba harina, azúcar, cacao, ajo y tabaco.

A finales del Siglo XVII, Perú reemplazó al norte de Costa Rica como abastecedor de víveres hacia Panamá, especialmente por razones organizativas de la Corona y debido a la extinción casi total del ganado para obtener sebo. En una visita del Obispo don Pedro Agustín Morel a Guanacaste a mediados del Siglo XVIII, éste escribió:

“...el cebo era el fruto con que entonces se traficaba, y como la extracción producía lucros muy ventajosos, se dieron tanta prisa a la matanza de ganado vacuno, que las haciendas quedaron arruinadas; los indios también se disminuyeron y los pueblos se exterminaron”(Meléndez, 1974).

Un siglo después, se empezó a exportar ganado en pie rumbo a El Salvador y Guatemala vía Nicaragua durante la estación seca. La demanda de ganado hizo que se renovaran los hatos y surgiera una comercialización en mayor escala. Incluso se fundó la Villa de Guanacaste en 1769 (hoy Liberia) para satisfacer las necesidades de las haciendas que fueron fundadas por miembros de la élite de Rivas, Nicaragua. Cuando declinó la actividad añilera en el norte de Centroamérica, la demanda por ganado bajó y de esta manera, disminuyó la exportación de ganado a ese mercado. A finales de la colonia, se vendía carne al mercado de la ciudad de Cartago en el Valle Central costarricense y quesos a las ciudades de Rivas y León en Nicaragua.

Con la independencia en 1821, se derogaron las disposiciones para la comercialización forzada. La demanda de carne y productos básicos desde el Valle Central fue aumentando paralelamente a las exportaciones de café, fomentada por la prosperidad económica de la población y por el cambio en el uso de la tierra. La actividad cafetalera también incentivó la demanda de bueyes para jalar las carretas cargadas con ese producto.

Además del precario transporte terrestre, se utilizaban las vías fluviales y marítimas. Las corrientes de los ríos guanacastecos eran tranquilas, pues muchos de éstos corrían casi al nivel del mar. En la estación lluviosa la mayoría de estos se desbordaban, e inundaban las extensiones de tierras cercanas a sus cauces, se asemejaban a grandes lagunas. Durante la estación seca, los ríos menos caudalosos y los riachuelos tenían muy poco cauce y, en algunos casos, se mantenían completamente secos hasta la llegada de la lluvia.

El Río Tempisque y sus afluentes eran la arteria principal de comunicación entre las poblaciones guanacastecas y entre éstas y los puertos del Pacífico.

“La marea entra diariamente en el Río Las Piedras hasta el Bebedero a la confluencia con el Tenorio; en el Bolsón, hasta la aldea del mismo nombre, y en el verdadero Tempisque, hasta cerca de Filadelfia. Bajo el efecto de la corriente fuerte que sube al Golfo, los aluviones del Tempisque tienden a obstruir la desembocadura de este Río y de llenar demasiado el fin del último. El canal principal de la corriente del Río estrecha la costa Norte. El mar está en todas partes lleno de bajíos, que hacen la navegación difícil y aún peligrosa”(Cabrera, 1924).

El tráfico de los cantones de Santa Cruz, Carrillo, Cañas, Bagaces y Liberia se hacía por medio del Tempisque y sus tributarios. En la confluencia del Río

Piedras con el Bebedero, afluente del Tempisque, se encontraba el puerto fluvial del mismo nombre. Sobre el Río Bolsón, otro de los afluentes del Tempisque, se situaban los puertos de Ballena y Bolsón, uno frente del otro.

El cabotaje en la Costa Pacífica tenía mucha importancia como medio de comunicación y transporte entre pequeños puertos y con el Puerto de Caldera y Puntarenas. También habían tres astilleros en el Golfo de Nicoya,



Foto: Puerto Bebedero, fin Siglo XIX y principios del Siglo XX.
Fuente: Archivo Nacional. Fotog.Doc# 1-5110.

En la desembocadura del Río Tempisque estuvo durante mucho tiempo el “Puerto Real” o “Embarcadero del Rey”, muy importante porque manejaba el tráfico del norte de la provincia con el resto del territorio nacional. Este desembarcadero fue construido a finales de la colonia. Según el relato de un religioso irlandés del Siglo XVI, se exportaban a Panamá, por medio de fragatas, productos como sal, miel, maíz, trigo, gallinas y textiles de pita (*Agave americana*) teñidos de púrpura (Meléndez, 1944).

el del Rey, ya mencionado, el del Capitán Alonso de Encino, que se ubicaba en la desembocadura del Río Nandayore y el del Astillero, situado en el estero donde se desembocaba el Río Nacaome, estos dos últimos daban salida a los productos de Nicoya (Jinesta, 1938).

El paisaje de la Cuenca del Río Tempisque cambió muy poco durante el Siglo XIX; el paisaje continuó dominado por la hacienda ganadera, los pequeños sembradíos de granos básicos y las poblaciones dispersas cerca de las costas o de los ríos, principales medios de transporte hacia el Valle Central del país.

Continuidad de la Hacienda Ganadera, Paisaje y Uso del Suelo: 1821-1950

Durante el Siglo XIX y la primera parte del Siglo XX, no se efectuaron grandes cambios en el uso del suelo. La ganadería permanecía como actividad principal de la Cuenca del Tempisque. Los productos de subsistencia, tales como el maíz, el arroz y los frijoles, continuaron cosechándose durante el Siglo XIX; mientras que la agricultura del algodón fue abandonada para dedicar los terrenos a la actividad pecuaria.

Los granos básicos eran no sólo para el consumo interno de la hacienda y/o de la región, sino también para suplir a otros mercados nacionales, especialmente al de Puntarenas. También se cultivaba la caña de azúcar, el cacao, el añil (*Indigofera tinctoria*), las frutas, y durante los primeros veinticinco años del Siglo XX, se explotaron varias plantaciones de caucho. Sin embargo, ninguno de estos productos suplantó a la ganadería por la inaccesibilidad física a mercados para venderlos.

El caso de la caña de azúcar es especial pues tuvo gran importancia en la segunda mitad del Siglo XIX debido al estímulo para extraer el licor blanco o aguardiente, monopolio del Estado Costarricense. El dulce de la caña era para el autoconsumo y, algunas veces, el producto excedente generaba un medio de intercambio a nivel local. Por ejemplo, una de las haciendas exitosas en la producción de caña de azúcar era la Hacienda El Tempisque.

“La finca del Tempisque, ..., está formada por grandes praderas naturales, de repastos de pará y guinea, de potreros de gengibrillo y extensos canales, con aguas abundantes, un Ingenio que produce en la

época de la zafra 50 quintales de azúcar por día, donde abundan las leñas de combustible y las maderas de buena clase, en tablones de un metro en cuadro. La destilería de mieles produce alcoholes para abastecer las provincias de Guanacaste y Puntarenas. Durante los meses de la zafra se muele sin descanso, día y noche, desde las cuatro de la madrugada del lunes hasta el sábado por la tarde, cuando se hace el pago de operarios de toda la semana. Un puente colgante de cien metros de largo comunica el Ingenio con la población, al otro lado del Río, ...Durante la estación lluviosa se ocupan en la finca de la desyerba de cañales, de la limpieza de los repastos, de aserrar maderas; y también en la fábrica de hielo que abastece a las poblaciones comarcanas”(Cabrera, 1924).

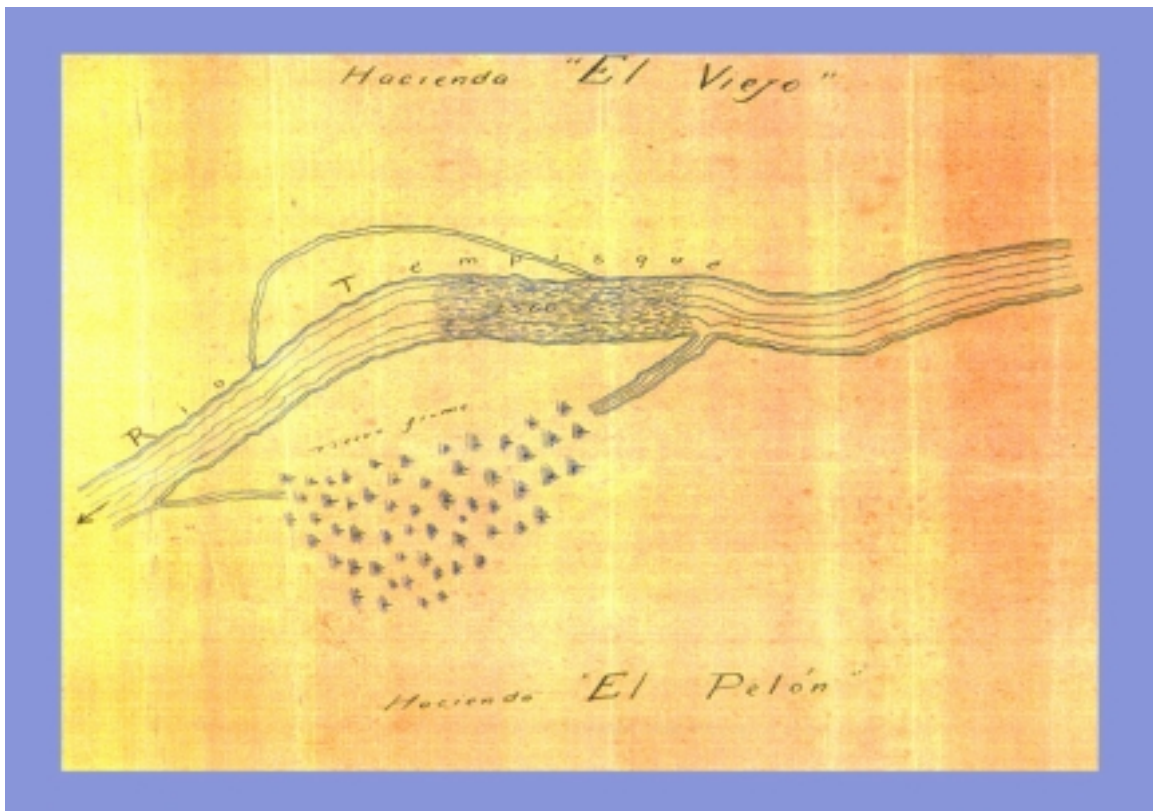
La ganadería continuó siendo la principal fuente de riqueza y de trabajo en la Cuenca del Tempisque. Durante la estación lluviosa, las aguas fluviales anegaban grandes extensiones de tierras, convirtiendo a los potreros en amplias lagunas. En este sentido, era imposible trazar buenos caminos allí y utilizarlos para acceder mercados para productos agrícolas. En cambio, el ganado sólo necesitaba veredas para poder llegar al mercado nacional o a Nicaragua.

Las inversiones de capital hechas por los hacendados eran bajas ya que existían abundantes pastos naturales en la región para alimentar a los animales. No es sino hasta la segunda mitad del Siglo XIX cuando los pastos naturales (gamalote y zacatón) empezaron a ser sustituidos en pequeña escala, por pastos mejorados. Estos eran el guinea (*Panicum maximun*), el pará (*Panicum barninoide*) y el jenjibrillo (*Paspalum notatum*). El jenjibrillo probablemente introducido a finales del Siglo XIX o principios del Siglo XX fue gradualmente sustituido por el jaragua (*Hiparrhenia rufa*), introducido alrededor de 1910 (Edelman, 1998).

Durante las primeras cuatro décadas del Siglo XX, el área de pastos mejorados aumentó de cerca de 26,000 Has en 1909 a 595,000 Has en 1973 (Edelman, 1998).

La mayor inversión de capital lo representaba, en orden de valor monetario - el hato de ganado, la tierra, las construcciones - incluyendo las cercas - y por último, la agricultura de subsistencia (Sequeira, 1985).

La hacienda guanacasteca rústica contenía generalmente ganado salvaje o semi-domesticado que pastaba en los campos abiertos, dentro o fuera de la propiedad pues éstas no estaban cercadas. Hasta principios del Siglo XX, el ganado en la Cuenca del Tempisque era casi exclusivamente criollo, descendiente del ganado que trajeron los españoles a Costa Rica durante la Colonia.



Plano de la Hacienda El Viejo. ANCR # 3921, s.f.

A partir de principios del Siglo XX se empezó a importar ganado que venía a pie desde Nicaragua, para ser engordado en las haciendas guanacastecas y luego vendido en el mercado nacional. La crianza del ganado se le dejó a los pequeños finqueros de Guanacaste o se traía a través de la frontera con el vecino del norte.

La ventaja era que estos animales buscaban por sí mismos las plantas verdes durante la sequía, realizándose una migración estacional ya sea a las extensiones bajas del Tempisque y sus afluentes, las costas o hacia los piedemontes de la cordillera de Guanacaste.

"...la hacienda El Viejo, desde cuyos miradores se gozan las perspectivas más típicas y más amplias de la llanura guanacasteca: vastas sabanas en las cuales

pacen á millares los bueyes y los potros; cerros aislados que con su nota rojiza interrumpen gratamente la verde monotonía de las praderas; grandes dehesas en cuya anárquica arboleda rugen los congos bramadores; y en la cercana laguna, miles de garzas blancas navegando su immaculado plumaje...” (Meléndez,1974).

La trashumancia del ganado condicionaba la necesidad de controlar diferentes zonas ecológicas para el pastoreo. Por ejemplo, muchas de las grandes propiedades incluían terrenos en la altura, en la bajura o cerca de las costas, incluyendo caudales de varios pequeños y grandes ríos.

Este sistema de tenencia de la tierra- heredado de la Colonia- que daba libre acceso a los “sitios” abiertos cambió radicalmente con el proceso de titulación a principios del Siglo XX. El hacendado fue incorporando ciertas innovaciones tecnológicas: un mejoramiento en los repastos, la introducción del ganado Brahman y las tierras se cercaron con alambres de púas.

Las haciendas estaban formadas por grandes extensiones de pastos naturales, pero las constantes quemadas, el pisoteo de los animales y la expansión de los charrales o tacotales redujeron a largo plazo la capacidad de muchos de los sitios. De esta manera, se empezó a sembrar repastos para aumentar la producción, por ejemplo con los pastos naturales se podía mantener una cabeza de ganado en 10 manzanas (6.9 Has), mientras que con los nuevos pastos se lograba mantener una cabeza en una manzana de tierra en temporada seca y tres cabezas en la lluviosa (Edelman, 1998).

A partir de la segunda década del Siglo XX, se introdujo el ganado Brahman en el país. Este tenía un mejor peso al final, comparado con el ganado criollo y se adecuó muy bien al clima del

Pacífico Seco. La inversión en la compra y cría del Brahman era más alta pero daba mayor rentabilidad que el criollo.

De esta manera, al hato de ganado ya no se le dejaba libre en los sitios, si no que se empezaron a construir cercas para protegerlo del abigeato y para que estuviera sujeto a una selección sistemática.

El cercado de las grandes haciendas se desarrolló rápidamente pero de forma desigual, debido a los bajos niveles de ganancia de la actividad agropecuaria, a la renuencia de algunos ganaderos en realizar dichos gastos y también, a la resistencia de algunos campesinos pues muchas veces el cercado bloqueaba el acceso público a lugares estratégicos, como eran los puertos fluviales. “ *Las cercas de alambres en realidad empezaron a ser un rasgo común del paisaje guanacasteco*” (Edelman, 1990), aunque no generalizado, todavía se encontraban muchas diferencias entre las haciendas ganaderas: ganaderos tradicionales y ganaderos innovadores, quienes introdujeron la ganadería intensiva con nuevas razas y alimentadas con pastos irrigados.

Otras actividades se desarrollaban en Guanacaste: los derivados de la leche, la minería y varias industrias caseras en manos de las mujeres. Se exportaba Carey, concha de perla y maderas preciosas. Con respecto a este último producto, se extraía en la cuenca del Tempisque y en zonas cercanas a la Costa Pacífica porque facilitaban su transporte marítimo o fluvial. La exportación, especialmente al Perú, se realizaba por los puertos de Culebra y Coco; y para trasladar las maderas a Puntarenas y de allí al Valle Central, se utilizaban los puertos fluviales de Bolsón, Bebedero y Humo.

Los madereros conducían la madera en trozas individuales o unidas en

grandes balsas hasta llegar al Golfo de Nicoya (Villar, 1934).

Las maderas taladas selectivamente (como el cocobolo, el genízaro, el cachimbo, el cristóbal y el guayacán) se utilizaban para la construcción. Para usos artesanales, se vendían el cedro, la caoba y el guayacán y como maderas tintóreas, eran muy valiosos el palo brasil y el mora. La tala del bosque fue incentivada por las buenas ganancias que daba el negocio, también por la expansión territorial de los pastos mejorados y por la construcción de casas para peones y el hacendado, corrales, galerones, caballerizas y cercas en la haciendas ganaderas. La madera fue incluso negociada como medio de pago. Por ejemplo, el señor Rafael Iglesias – expresidente de la República- tenía un contrato con el Ministro de Hacienda en 1915 para pagar con materiales la deuda que él tenía con el Tesoro Público, donde se incluían maderas de primera clase (ANCR, 1915).

Además de la tala de árboles en las haciendas, también se registraron robos de maderas finas de los bosques nacionales y, si los linderos eran confusos, particulares podían adentrarse en los bosques privados a sacar maderas de alta calidad (ANCR, 1918).

Transformaciones en el Entorno de la Cuenca del Tempisque a partir de 1950

Tres factores modificaron substancialmente el uso del suelo: el desarrollo en las vías de comunicación, las modificaciones en la política económica del Estado costarricense y los cambios en los mercados internacionales; específicamente, la conclusión de la Carretera Interamericana, el ascenso de nuevos sectores dentro del bloque de poder en el Estado y los cambios en la demanda del mercado de carne y de azúcar a nivel internacional.

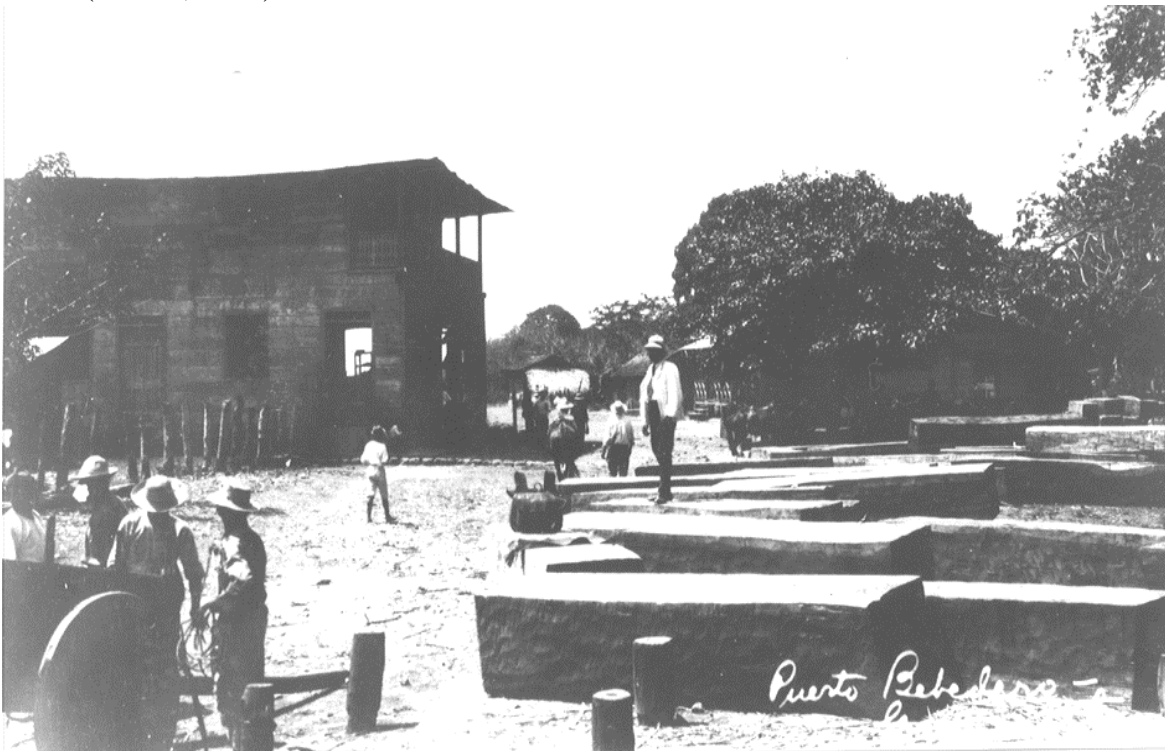


Foto: Puerto Bebedero, fin SigloXIX y principios del Siglo XX.
Fuente: Archivo Nacional. Fotog. Doc# 5150.

El Estado desarrollista, a partir de 1948, volcó sus recursos hacia otros sectores económicos no-tradicionales en ese entonces. En este sentido, al nacionalizar la banca se pudo dirigir el crédito hacia otras actividades, se mejoró la red vial y las obras públicas, especialmente se concluyó la Carretera Interamericana y otros caminos rurales.

Las haciendas empezaron a sufrir transformaciones debido a la modernización de las técnicas agrícolas y a la intensificación en el uso de la tierra.

“Algunas fincas de ganadería de carne ahora son unidades de producción altamente eficientes, donde se emplean animales cuidadosamente criados, pastos seleccionados y modernos sistemas de rotación. Otros latifundios han introducido un uso mixto de la tierra, combinando la producción intensiva de carne con el cultivo mecanizado de granos, algodón y caña de azúcar”(Hall, 1984).

El cambio hacia una economía de exportación de carne tuvo un impacto evidente en el uso de la tierra. Durante las tres décadas siguientes, la cobertura boscosa remanente que dio paso a los pastizales fue evidente de 1950 a 1984. La cobertura boscosa dio paso a los pastizales.

Uso	1950	1984
Cultivos	10.38	12.21
Cultivos permanentes	0.9	3.5
Pastos	39.2	62.32
Bosque	45.2	18.1
Infraestructura	3.86	3.8

Datos en porcentajes. D.G.E.C. 1984. El siguiente censo fue realizado en el 2000, todavía no se han publicado sus resultados.

Con respecto a la actividad ganadera, Costa Rica y el resto de los países centroamericanos se incorporaron al mercado norteamericano de carne a partir de la Posguerra. La conjunción de

fuerzas del mercado y una serie de acontecimientos históricos actuaron como motivadores del desarrollo de la exportación de carne en Costa Rica.

La ganadería seguía representando la actividad principal de la zona; conforme fue creciendo la exportación de carne se estimuló el mejoramiento de los pastos y del ganado. La topografía y los suelos donde se extiende la ganadería son muy secos, sólo en las pequeñas áreas de la bajura cerca del Golfo de Nicoya y el Río Tempisque los pastos se mantienen verdes durante todo el año. Los pastos han excedido el área ecológicamente apta para la ganadería y el bosque ha cedido a los pastos provocando una severa erosión en las partes altas de los cerros y, si es extensiva, la demanda de mano de obra es tan reducida que muchos guanacastecos han optado por migrar a otras regiones con mejores fuentes de trabajo.

El número de hacendados innovadores continuó creciendo y además, se organizó en la Cámara de Ganaderos de Guanacaste con el fin de actuar políticamente como grupo de presión a través de posiciones claves en la banca, en los partidos políticos, en el Poder Ejecutivo y en la Asamblea Legislativa. Al mismo tiempo, existía interés de algunas instituciones internacionales en el desarrollo de la ganadería en Centroamérica. En el caso de Costa Rica, el Banco Internacional de Desarrollo, a través del Banco Nacional, implementó una efectiva política de crédito para el mejoramiento del ganado.

El desarrollo de obras públicas, carreteras y la instalación de plantas empacadoras de carne en el país, primero en Puntarenas y luego en Liberia, incentivaron las exportaciones de carne hacia el mercado estadounidense. A finales de la década

de 1970, Costa Rica era el cuarto suplidor de carne de res a los Estados Unidos.

La dependencia de las exportaciones de carne de res a los ciclos del mercado norteamericano volvió a la ganadería en una actividad inestable. En la siguiente década, el crecimiento a largo plazo de las exportaciones disminuyó como consecuencia del estancamiento en la demanda norteamericana. Además, la crisis de Costa Rica en los ochenta que engendró una acelerada inflación, un sobrecargo impositivo y altas tasas de interés, generaron grandes pérdidas para el sector ganadero.

La Experiencia Agrícola

La agricultura ha sido tradicionalmente, una actividad riesgosa en la región. La disponibilidad de agua es un factor limitante y la impredecibilidad y el patrón errático de las lluvias han causado grandes pérdidas a quienes se han aventurado en esta actividad. Aún así, son muchas las experiencias agrícolas que se han dado en la zona.

Desde principios del Siglo XX, el arroz seco se cultivaba tanto en las pequeñas propiedades como en algunas de las grandes haciendas. El producto se consumía en la región, pues el transporte al Valle Central resultaba demasiado oneroso y el precio final era comparativamente más alto que el arroz importado desde Asia.

Ante la crisis de 1930, el Estado costarricense decidió fijar una política proteccionista a la actividad arroceras, subió los aranceles al grano importado y bajó las cuotas de carga del ferrocarril y de las lanchas de cabotaje. En esa misma década, se importó semilla mejorada de

los Estados Unidos de Norteamérica y un grupo de ganaderos de Liberia empezaron a semi-mecanizar la producción. Al tener mejor acceso al mercado a través de la Carretera Interamericana, a partir de 1955, el uso de maquinaria se generalizó en las grandes fincas arroceras de la Cuenca del Tempisque.

Un número reducido de hacendados instalaron piladoras de arroz, llamados también “beneficios”. De esta manera, los industriales del grano procesaban su cosecha y la de pequeños y medianos productores para cubrir la capacidad de sus plantas industriales y luego, la comercializaban a nivel nacional.

Otro factor que incentivó la siembra del arroz fue el programa de extensión agrícola para Guanacaste que inició la STICA, agencia de ayuda de los Estados Unidos de Norteamérica, a inicios de 1940. La agencia también supervisó la construcción de canales simples de irrigación desde pequeñas quebradas hasta las plantaciones de arroz. Ya desde esa época, los productores de mayores recursos económicos habían empezado a adquirir bombas y a construir canales para la irrigación de arrozales. Entre esos grandes productores estaban las Haciendas El Pelón de la Bajura, Rancho Horizonte, Hacienda Asientillo y Hacienda El Tempisque (Edelman, 1998). Esta última fue la mayor productora de arroz en toda la provincia, especialmente por el fácil acceso a las aguas del Río Tempisque (La Tribuna, 1935).

En 1973, el Gobierno de Costa Rica, en un programa para incentivar el cultivo de granos básicos, dio preferencia al arroz; esto benefició a los grandes productores de Puntarenas y

Guanacaste. Muchos de los potreros empezaron a sustituirse por la siembra de arroz irrigado. No obstante, en el tercer año de ese programa la lluvia fue escasa, lo que ocasionó pérdidas considerables en los cultivos. Los únicos productores de arroz no afectados fueron los que poseían irrigación.

El Estado Costarricense planteó también la política de autoabastecimiento en la producción de granos básicos, especialmente el arroz, el maíz, los frijoles y el sorgo. En este sentido, se fomentó la siembra de esos productos, se les protegió a través de seguros de cosechas, se otorgó el crédito necesario para cumplir con la demanda del país y se propuso un plan de riego, patrocinado por el Estado, en las áreas adecuadas para la agricultura.

El acceso al agua y a la irrigación fue un requisito indispensable para obtener buenos rendimientos en las cosechas:

“Desde mediados de los 70 se sembraban grandes extensiones de arroz anegado, cada vez mayores, las cuales explican la creciente proporción del área arrocera. En partes de las fincas ganaderas se han invertido miles de dólares por hectárea en la construcción de canales, adquisición de tuberías y bombas y en la nivelación del terreno con tractores guiados por láser. Esta inversión se ha visto recompensada por rendimientos que llegan a 5 o más toneladas métricas por hectárea, casi el doble de los del arroz de secano” (Edelman, 1998).

A raíz de la crisis económica de 1980-1982 y de factores climáticos adversos, el Estado desestimuló la siembra de este producto, sobre todo fuera de las tierras irrigadas. De esta manera, el cultivo del arroz como sustituto de la ganadería tuvo un auge breve, las haciendas con mayores rendimientos y área cultivada de arroz anegado también mantenían ganado

alimentándose de repastos irrigados. Únicamente en algunos casos, las haciendas desplazaron totalmente el área de pastos por el arroz anegado. Los problemas climáticos, comerciales e institucionales fueron factores adversos a un desarrollo más extenso, en área y en distintas categorías de productores.

“En el Valle del Tempisque y la banda oriental del Golfo de Nicoya, donde se localizaba casi la mitad del área sembrada en 1973, el clima era demasiado seco para el cultivo sin irrigación” el principio de la estación lluviosa es errático, y el veranillo frecuentemente interrumpe la precipitación durante el crecimiento” (Hall, 1984).

La fertilidad de los suelos aluviales del Valle del Tempisque y el empleo del riego permitieron un uso intensivo del cultivo. En algunas fincas se cultivaba el arroz en rotación con algodón o con sorgo, maíz y pastos mejorados. La mecanización en la cosecha de estos granos se realiza únicamente en las grandes haciendas.

Otro cultivo que representó una alternativa atractiva para transformar la hacienda ganadera en una plantación altamente productiva fue el algodón.⁶ Guanacaste era la única región de Costa Rica, desde el punto de vista ecológico, que podía competir con las demás llanuras fértiles del resto de la costa pacífica de Centroamérica.

El cultivo del algodón pasó por tres bonanzas: La primera durante la Guerra de Corea (1950 –1953), cuando los precios tuvieron un alza considerable; el segundo ciclo llegó al máximo en 1967; y el tercero en 1977, estimulado por la popularidad de los pantalones “jeans” de algodón.

⁶ El cultivo del algodón tiene una larga trayectoria desde la época precolombina hasta la primera mitad del siglo veinte, pero de forma coyuntural y en extensiones reducidas en comparación con el resto de las fincas centroamericanas.

Luego, el cultivo disminuyó por problemas en la estacionalidad de la lluvia: sequías notables en la primera parte del crecimiento de la planta y exceso de lluvia en la última parte de su desarrollo. Además, varias plagas que se acrecentaban en la época húmeda ocasionaban la pérdida de las cosechas (Edelman, 1998).

En cuanto a la caña de azúcar, este cultivo se sembraba a baja escala a finales del Siglo XIX. En 1890, un grupo de exilados cubanos liderados por Antonio Maceo, fundaron la colonia La Mansión, donde construyeron el primer ingenio en Guanacaste. Este ingenio fue vendido cuando ese grupo decidió regresar a Cuba en 1899 y luego cerró sus puertas.

El segundo ingenio se encontraba en la Hacienda El Tempisque. Esta era la explotación más grande cultivada de caña de azúcar desde finales del Siglo XIX y poseía una planta de gran capacidad para la época. Las cosechas fluctuaban de acuerdo a la demanda de la Fábrica de Licores hasta su clausura después de la cosecha de 1941-1942. Al no haber otra industrialización en Guanacaste, la caña de azúcar se convirtió en cultivo de pequeños agricultores, sembrada y procesada con métodos rudimentarios.

El gran salto se dio entre 1950 y 1960. A ello contribuyeron varios factores como la apertura de la Carretera Interamericana, la intervención estatal centrada especialmente en la modernización de la producción azucarera, el aumento en la cuota del mercado de los Estados Unidos por el embargo a Cuba y un incremento en la demanda interna, producida por el consumo local y el desarrollo de la industria alimentaria.

La política del Estado incluyó más extensión agrícola e investigación agronómica y técnica, un incremento en los precios de sustentación, mejores créditos y el fortalecimiento de las instituciones estatales dedicadas a esa actividad.

Esas condiciones favorables y el alza en el precio del azúcar en la cosecha 1957-1958, motivaron a algunos empresarios, apoyados financieramente por bancos y nuevos socios extranjeros, a establecer un ingenio de alto volumen de procesamiento en la Hacienda Taboga en Cañas; y también se amplió y modernizó el antiguo ingenio de la Hacienda El Viejo.

En la década de 1960, cuando Washington reasignó la cuota del azúcar cubana, en Guanacaste se generaron grandes expectativas sobre el desarrollo de la actividad ya que recibiría precios preferenciales. Luego, muchos cubanos, cuyas propiedades habían sido expropiadas por Fidel Castro, llegaron a Costa Rica buscando inversiones de capital donde aplicar sus conocimientos técnicos y comerciales (Edelman, 1998).

A partir de 1960, el precio interno era superior comparativamente al del mercado mundial. Para estimular el desarrollo de la actividad, se fundó LAICA, o sea La Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar en 1965, la cual fungió como grupo de presión.

En el Valle Central, muchas de las tierras cultivadas de caña de azúcar y café fueron urbanizándose a partir de la década de los setenta. Sin embargo, con la instalación de la Central Azucarera del Tempisque, S.A. (CATSA), en 1975, se requirió de grandes extensiones de terrenos para sembrar la caña y asegurar la disponibilidad de materia prima para

el ingenio.⁷ Como primera medida se compró una sección de la antigua Hacienda del Tempisque, sin embargo, ésta resultó insuficiente y se fueron adquiriendo las propiedades adyacentes.

Los nuevos ingenios de azúcar han sido los de mayor impacto en la transición de algunas haciendas ganaderas a plantaciones agrícolas. La caña de azúcar madura más rápidamente en Guanacaste que en el Valle Central de Costa Rica; esto ha llevado a varios hacendados a pasar de la ganadería extensiva a la instalación de refinerías modernas, a la siembra de caña de azúcar, a la adquisición de maquinaria costosa y a la construcción de canales de irrigación (Edelman, 1998).

En la década de los ochenta, a pesar de los precios altos, la crisis económica golpeó a esta industria; al mismo tiempo, las cuotas de importación del mercado norteamericano disminuyeron por el uso del sirope de maíz en sus fábricas en vez del azúcar y la baja en la demanda de alcohol. Por otro lado, en el país aumentaron los costos laborales y la escasez de mano de obra puso en peligro la zafra guanacasteca. Algunos hacendados empezaron a utilizar cosechadoras mecánicas para responder al factor laboral, pero algunas refinerías privadas tuvieron que reducir sus inversiones o cerrar sus instalaciones en esa década.

La declinación de la industria azucarera en manos estatales también se efectuó en esa década de 1980. En 1987,

⁷ En 1972, el Estado costarricense, en su nuevo papel de empresario, fundó la Corporación de Desarrollo S.A. (CODESA), especializada en proyectos que requerían de inversiones masivas de capital en actividades de alto riesgo. En Guanacaste se crearon empresas subsidiarias de CODESA, como la Central Azucarera del Tempisque (CATSA), Algodones de Costa Rica (ALCORS), Cementos del Pacífico (CEMPASA) y Desarrollo Industrial (DAISA) para exportación de frutas y legumbres.

CATSA se vendió a una cooperativa que incluía a grandes productores de caña, asociaciones solidaristas y gerentes y técnicos de la compañía (Edelman, 1998).

Las altas inversiones en capital, el uso intensivo de la tierra y algunas reorganizaciones de los procesos productivos no transformaron totalmente las grandes haciendas ganaderas en plantaciones. Entre los factores que limitaron este cambio se encuentran la incertidumbre sobre el clima, la falta de agua disponible durante todo el año, la variabilidad de las estaciones seca y lluviosa y, a largo plazo, las menores precipitaciones provocadas por la deforestación de la provincia (puesto que los cultivos de caña de azúcar, algodón, melón y arroz anegado no podían tener éxito si no se tenía un buen sistema de irrigación). La inestabilidad de los mercados internacionales, la política económica del Estado y la presión de grupos organizados también limitaron la agricultura intensiva.

Transformación del Uso del Suelo y Acceso al Agua

Uno de los problemas más serios del Guanacaste ha sido el manejo de los recursos hídricos. La falta o el exceso de las precipitaciones ha ocasionado un grave perjuicio en las actividades agropecuarias, por lo cual el acceso al agua en las riberas del Tempisque fue crucial para los hacendados y las comunidades de principios del Siglo XX, quienes quisieron construir canales para desviar las aguas de los ríos y así favorecer sus ganaderías, sembradíos y acueductos.

Las inversiones requeridas para las obras de riego limitaban el desarrollo de esta actividad. Aún en 1980 eran

pocas las fincas que contaban con riego. La mayor parte de las obras de este tipo estaban concentradas en unas pocas de las grandes haciendas. CATSA y Hacienda Taboga poseían más de la mitad de las 8000 Has irrigadas en 1980. El riego requería, además de una considerable inversión, altos niveles de tecnología agrícola y administrativa que pocos empresarios poseían o estaban dispuestos a implementar (Edelman, 1998).

En las décadas 1970 y 1980, el Estado Costarricense propuso el desarrollo de un gran proyecto para irrigar zonas de Guanacaste utilizando aguas del lago Arenal. El proyecto pretendía maximizar el uso de las aguas del Proyecto Hidroeléctrico Arenal-Corobici y mejorar las condiciones de vida, al aumentar el empleo, la producción agropecuaria, redistribuir el ingreso y producir cambios en los sistemas de cultivo y utilización de la tierra.

El logro de estos objetivos implicaba profundos cambios no sólo tecnológicos, sino también de crédito, de transporte, de carreteras, de calendarios agrícolas, de remuneración y jornadas de trabajo. Requería además la inversión de los hacendados para poner a trabajar las tierras irrigadas, tradicionalmente utilizadas en la ganadería extensiva

La oposición inicial de los grandes hacendados a aprovechar las aguas del proyecto Hidroeléctrico Arenal no se hizo esperar ya que estos temían la expropiación de sus terrenos en apoyo a sectores de pequeños y medianos productores .

También hubo críticas al proyecto por parte del sector ambientalista, el cual argumentaba que los problemas económicos de la región se querían resolver convirtiendo al Río

Tempisque en un “caudaloso canal de desagüe, sin vida y sin beneficio. Cuando las lagunas y bajuras se sequen o su caudal no sea el mismo, se producirán cambios negativos en los ecosistemas de la Cuenca, especialmente en los humedales y tierras bajas del Golfo de Nicoya” (La República, 1977).

A través de un largo y conflictivo proceso político se logró finalmente el establecimiento de un distrito de riego y el desarrollo de una profunda reforma agraria en la zona afectada por el proyecto, en cumplimiento con los requerimientos del Banco Interamericano de Desarrollo, que exigía que la mitad de la tierra irrigada fueran fincas menores de 50 Has (La República, 1977). En las dos décadas siguientes el patrón de tenencia de tierra se desvió significativamente del esquema latifundista observado en el pasado. Para 1987 más de 28,000 Ha habían sido compradas por el gobierno y distribuidas entre pequeños productores (La República, 1977).

A raíz del desarrollo de este proyecto, se han indicado algunos impactos ambientales. La expansión del cultivo del arroz impulsó la tala de algunas áreas de bosque. La salinización del suelo ha empezado a aparecer, luego de una década, en las fincas con un desarrollo más intensivo, combinado y agravado con el uso y abuso de agroquímicos tóxicos y su lixiviación en canales de drenaje, ríos y el Golfo de Nicoya, planteando un problema para la tierra, la vida vegetal y animal, especialmente en las zonas protegidas a lo largo de la ribera del Tempisque.⁸

⁸ Sapandí fue declarada reserva de vida silvestre y el curso medio del Río Tempisque zona protegida, ya que el curso superior estaba protegido por el Parque Nacional Guanacaste y el curso inferior por la reserva de Palo Verde. La República, 6 de enero de 1994.

Los humedales de la zona han sufrido cambios considerables asociados con los cambios en el uso del suelo, la desviación del agua y el drenaje de terrenos húmedos para habilitarlos al uso agropecuario.⁹

A este respecto, algunos científicos han considerado que los humedales localizados al interior del territorio continental han venido experimentando una presión creciente de uso sobre los variados recursos que lo componen. La conversión agrícola y ganadera de las tierras vecinas a los humedales aparece también como un elemento que debe considerarse dentro de la dinámica del paisaje, ya que la explotación y transformación de actividades agropecuarias, así como los programas de riego amenazan su renovación y sostenibilidad. *“Puede afirmarse que los cambios en el uso de la tierra en Guanacaste desde los años cuarenta especialmente (construcción de la Vía Interamericana y la posterior modernización agrícola) incidieron en una reducción significativa de los humedales”* (Arroyo, 1993).

Los puertos que anteriormente eran los puntos más importantes para el comercio y el transporte, luego de la construcción de la Carretera Interamericana, vieron decrecer su actividad hasta casi desaparecer, ello junto al auge que a partir de la década de 1960, se presentó en la ganadería de carne, caña de azúcar y arroz en el área adyacente al Río Tempisque, hizo que estas tierras planas (antiguos humedales) fueran drenadas y desecadas para incorporarlas a labores agrícolas, especialmente arroz.

La escasez de agua y la presión sobre el recurso hídrico aumenta cada día con el desarrollo del turismo, la agroindustria y el cultivo de tilapia en la zona. El Proyecto de Riego ha venido a aliviar muchas de las necesidades básicas del sector agropecuario. La margen occidental del Río Tempisque, sin embargo, seguirá sufriendo la escasez de agua, lo que mantendrá la presión existente sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos. La expansión del canal oeste en 17 kilómetros, (desde el Río Piedras hasta el Tempisque) habilitará zonas de producción adyacentes a áreas de producción (La República, 2000). La juxtaposición de estos dos tipos de uso del suelo demandará una mayor capacidad técnica de manejo y un monitoreo constante de los sistemas.

Paradójicamente la extensión de los canales de riego y los sistemas de producción agrícola hacia las planicies de inundación del Tempisque aumentarán los riesgos de pérdidas económicas importantes debido a los fenómenos naturales de inundación que se dan en esta área. Desde tiempos de la Colonia, se reportaba el impedimento para el transporte de carga y traslado de personas debido a las periódicas inundaciones en las planicies del Tempisque.

En el año 1907, se produjo un fuerte temporal que inundó desde Palmira hasta Bolsón, según escribió David Clachar, *“En Bolsón las gentes que vivían en las partes bajas, se trasladaron a las partes altas; los de Filadelfia abandonaron la población; muchas familias en botes se dirigían hacia el distrito de Belén; el resto emigraron, pasando mil dificultades, a pie o a caballo, al pueblo de Palmira [...] Los alimentos escaseaban y las pérdidas materiales fueron muchas. Gran cantidad de ganado murió ahogado; los*

⁹ Al respecto puede consultarse la tesis de Luis Nelson Arroyo González “Pobreza y reducción de los humedales al oeste del curso bajo del Río Tempisque”. Tesis presentada para optar el grado de maestría en la Universidad para la Paz, Costa Rica, 1993.

cultivos de maíz, frijoles y arroz se perdieron. El río en su creciente arrastraba una enorme cantidad de árboles de gran tamaño que formaban grandes remolinos en el centro de la corriente, lo que hacía verse al Río más majestuoso e imponente” (Clachar, 1947).

Esto ocasionó que se fueran arrastrando los troncos río abajo formando represas que obstruían al cauce. Así, de 1907 a 1946, según Clachar, se fue formando en el fondo del Río una gruesa capa de residuos generados por la erosión, sedimentos, arenas, grava y piedra. Esto producía en invierno desbordamientos del Río que, con un cauce no profundo, aumentaban de nivel.

En 1935, así reportó el periódico La Tribuna, *“Tan formidables son las crecientes del Tempisque que en épocas de rígidos inviernos, las aguas han alcanzado la altura del puente y solo así se explican las enormes inundaciones que en toda esa zona suelen producirse... En el verano, las aguas del Río Tempisque corren a doce metros bajo el nivel del suelo en que está enclavada la población de Filadelfia y en vista de esta circunstancia ya se podrá comprender la magnitud de las corrientes”* (La Tribuna, 1935).

En 1947 se presentaron dos posibles caminos para solucionar este problema: canalizar el Río desde su desembocadura en el Golfo de Nicoya hasta el Salto de las Trancas (alrededor de 100 kilómetros) o, desviar el Río Tempisque hacia el mar en la Bahía de Panamá, lo que permitía facilitar agua a muchos terrenos que escaseaban de ésta.

Una zona que en verano sufre de sequía y en invierno de inundaciones ha representado históricamente un obstáculo para los esquemas de desarrollo del país. La reciente colonización agrícola de las llanuras del Bajo Tempisque abre nuevos retos en el área técnica, social, productiva y

ambiental. El mantenimiento de la herencia cultural y ambiental de esta zona dependerá de la forma en que los nuevos esquemas de desarrollo se implementen.

Fuentes Primarias

Documentos de Archivos Nacionales (ANCR)

Serie Estadística y Censos:

Signatura # 192.

Serie Fomento:

Signaturas # 7174,

388,7355,7438,7472,7679,7694,7698,7

717,7964,8007,8008,8031,8084,8105,8

129,8254,8332,

Serie Juzgado Contencioso

Administrativo

Signaturas # 5377,5465,5421,5346.

Serie Juzgado Civil de Liberia:

Signaturas # 771. Remesa 1269.

Serie Mortual Colonial de Guanacaste

Signatura # 2225.

Serie Protocolos Lara y Chamorro:

Signatura # 117, Juzgado Civil de San José.

Serie Protocolos de San José.

Signaturas # 496

Serie Protocolos de Alajuela.

Signaturas # 650

Serie Notarial.

Protocolo Lic. Zianne Monturiol, folio 96, 1981.

Fotografías:

Signaturas # 2182,5150-1,5110-2,5112.

Mapas y Planos:

Signaturas # 285, 289, 386, 2.026,

4.870, 8.127, 20.656, 21.747, 26.367,

27.343, 3921.

Biblioteca Nacional (B.N.)

Sección periódicos.

La Tribuna. 10 y 12 febrero, 1935.

La República. 7 agosto, 1976; 15 junio, 1984; 21 noviembre, 2000.

Al Día. 6 enero, 1994

La Nación. 30 enero, 1969; 16 enero, 1975; 11 agosto 1976; 26 setiembre, 1976; 19 julio, 1977

La Prensa Libre. 24 de febrero, 1983.

Registro Público. (R.P.)

Sección Guanacaste: Tomo 30, folios 181,495 y 47-47; Tomo 1534, folios 119, 496; Tomo 1483, folio 532; Tomo 2446, folio 93; Tomo 737, folio 120 y Tomo 1105, folio 256

Colección Leyes y Decretos.

Decreto #85 del 18 de agosto de 1903
Ley # 6942-A del 18 de abril de 1977
Ley # 8492-A del 27 de abril de 1978
Ley # 10.535-A del 1 de octubre de 1979
Ley # 12.586 del 24 de abril de 1981.

Dirección General de Estadística y Censos (D.G.E.C.)
Censos Agropecuarios : 1950, 1973 y 1984.

Fuentes Secundarias

- Arroyo González, L.N. 1993. "Pobreza y reducción de los humedales al oeste del curso bajo del Río Tempisque"
Universidad para la Paz, tesis de grado de maestría, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos (D.G.E.C.) 1953. Atlas Estadístico de Costa Rica. San José, Dirección General de Estadística y Censos.
- Bozzoli de Wille, M. E. 1975. Localidades indígenas costarricenses. 2a. edición, Educa.
- Cabrera Navarro, V. M. 1924. Guanacaste; libro conmemorativo del Centenario de la Incorporación del Partido de Nicoya a Costa Rica, 1824-1924. San José, Imprenta María V de Lines.
- Clachar, D. 1947 "Peligros y perspectivas del Río Tempisque" En Revista del Instituto de Defensa del Café de Costa Rica. (146): 363-365.
- Edelman, M. 1998. La Lógica del Latifundio. San José, Editorial de Universidad de Costa Rica y Stanford University Press.
- Fonseca, E. 1983. Costa Rica Colonial: la tierra y el hombre. San José, Educa.
- Gudmundson, L. 1978. Estratificación socio-racial y económica de Costa Rica. 1700-1850. San José, Educa.
- Guzmán, H, J. Murillo y G. Solís, 1977. "Evolución de la industria de la caña de

azúcar en Costa Rica." San José, Universidad de Costa Rica.

Hall, C. 1984. Costa Rica: una interpretación geográfica con perspectivas históricas. San José, Editorial Costa Rica.

_____. 1975. "La expansión de los transportes en Costa Rica". En Revista Geográfica de América Central, (3): 9-26.

Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. (I.F.A.M.) 1974. Estudio de desarrollo regional. Atlas. Guanacaste. Vol. 1. San José.

_____. 1974. Estudio de desarrollo regional de la provincia de Guanacaste y tres distritos de la provincia de Puntarenas. Vol. 2. San José.

Jinesta, R. 1938. La garganta del Guanacaste: estudio de geografía histórica adecuada a la economía nacional. San José, Imprenta Falco.

Meléndez, C. 1978. Costa Rica: Tierra y Poblamiento en la Colonia. 2a. edición. San José, Editorial Costa Rica.

_____. (Presentación y notas) 1976. Los viajes de Cockburn por Costa Rica. San José, Editorial Costa Rica.

_____. (Recopilación, introducción y notas) 1974. Viajeros por Guanacaste. San José, Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Sandner, G. 1962-64. La colonización agrícola de Costa Rica. 2 vols. San José, Instituto Geográfico de Costa Rica.

Sequeira, W. 1985. La Hacienda Ganadera en Guanacaste. San José, Euned.

Solís, M. 1981. "La ganadería de carne en Costa Rica: los marcos sociales de una economía extensiva." San José, S.E.P. y Universidad de Costa Rica.

Vaughan, C. et. Al. 1982. Refugio de Fauna Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero. Heredia, Euna.

Villar Muñoz, S. 1934. Guanacaste; monografía histórica y geográfica. San José, Imprenta Borrásé.

Wagner, Moritz y Carl Scherzer. 1944. La República de Costa Rica en Centroamérica. San José, Biblioteca Yorusti.

Riqueza y Complejidad de la Cuenca del Río Tempisque

Alfonso Mata

La Cuenca del Río Tempisque (CRT) es una zona sumamente importante del país que cubre aproximadamente una novena parte del territorio nacional; está compuesta de varias subcuencas, como las de los ríos Garzón, Charco, Bebedero y propiamente la del Tempisque. La región se destaca por su acervo cultural, con una población que le ha dado gran riqueza antropológica e histórica al país, además de contar con gran producción agropecuaria y ser la más importante zona turística del país. En la comarca de Guanacaste se encuentra, además, la única zona de vida de bosque tropical seco del país, una parte importante de la cual está protegida, en el Parque Nacional de Guanacaste, en Lomas Barbudal y en el Parque Nacional Palo Verde. Por otra parte en terrenos privados, hay residuos de esos bosques, intervenidos o secundarios o que tienen buenas perspectivas para ser conservados o preservados para las generaciones futuras.

Las múltiples interacciones que se dan en el Valle del Tempisque se representan en una manera sencilla en la Figura 1. Se ofrece aquí la visión integral de una cuenca que reúne no menos de seis zonas de vida (*sensu Holdridge*) y zonas de transición además de diferentes asentamientos humanos importantes, como Tilarán en las montañas, Cañas, Liberia y Filadelfia en las partes planas y Santa Cruz y Nicoya en la península. Es evidente que existe

una red complicada de factores y de manera inapelable debemos estudiarlos y conocerlos bien para tener criterios serios a la hora de tomar decisiones sobre uso o manejo de recursos naturales, particularmente para crear un plan de manejo. La comarca está interconectada por una extensa red fluvial, con todas sus características y sistemas conexos como son las áreas de recolección de lluvias, las llanuras de inundación, los bosques ribereños, y el estuario.

Importancia de la Vegetación Ribereña

Aunque la superficie en áreas protegidas dentro de la CRT es de 611 km², la protección de áreas fluvio ribereñas es relativamente pobre. Los bosques ribereños encontrados a lo largo de los 138 km. del Río Tempisque son de enorme importancia para la cuenca hidrográfica. En el caso de la CRT, destaca el humedal ribereño o fluvio costero de Zapandí, zona oficialmente protegida, con aproximadamente 5 km² en riberas cuya mayoría se encuentra en buen estado en el Parque Palo Verde y cerca de las nacientes. Tomando en cuenta las bandas ribereñas que en papel se protegen en Costa Rica por la Ley Forestal (15 metros a ambos lados de cada ribera), estimando la longitud de 1050 km. para los ríos principales de la CRT e incluyendo la fragmentación que han sufrido estos ríos, se puede estimar que sólo hay 14 km² bajo protección. Esto indica que hay que hacer un esfuerzo significativo, no solamente para proteger lo que queda, sino para restaurar ecológicamente lo demás.

La restauración de riberas es una acción prioritaria en el manejo de la Cuenca. La participación comunal en

estas acciones debe ser relevante, a través de programas como la campaña “Adoptemos una Quebrada” desarrollada por la OET en Sarapiquí. Cada población en estas áreas debería tener programas de educación ambiental para que los niños y los jóvenes empiecen a entender cuál es la importancia del río junto al que viven, y así mantener una conexión ecológica dentro de toda el área, desde las zonas protegidas en las áreas de captación hidrológica anual, hasta las zonas bajas. No hay otra mejor manera de obtener semillas, especies de animales, de establecer corredores biológicos y de ayudar a las migraciones longitudinales y altitudinales de las especies, si no se cuenta con el apoyo

del bosque fluvio-ribereño y del río como tal.

Las riberas restauradas ofrecen además protección y estabilidad para el área de afluencia variable o zona de saturación, que es más húmeda y de alta escorrentía superficial, donde con mayor facilidad podría ocurrir la aeración y el lavado de nutrientes. Esta área de afluencia variable contribuye a la filtración de sedimentos que puedan venir de los bosques y a la eliminación de contaminantes biodegradables. La descomposición de materia orgánica vegetal que se da en estas zonas es esencial contribuyente de la red alimentaria de los estuarios, en este caso, del Golfo de Nicoya.

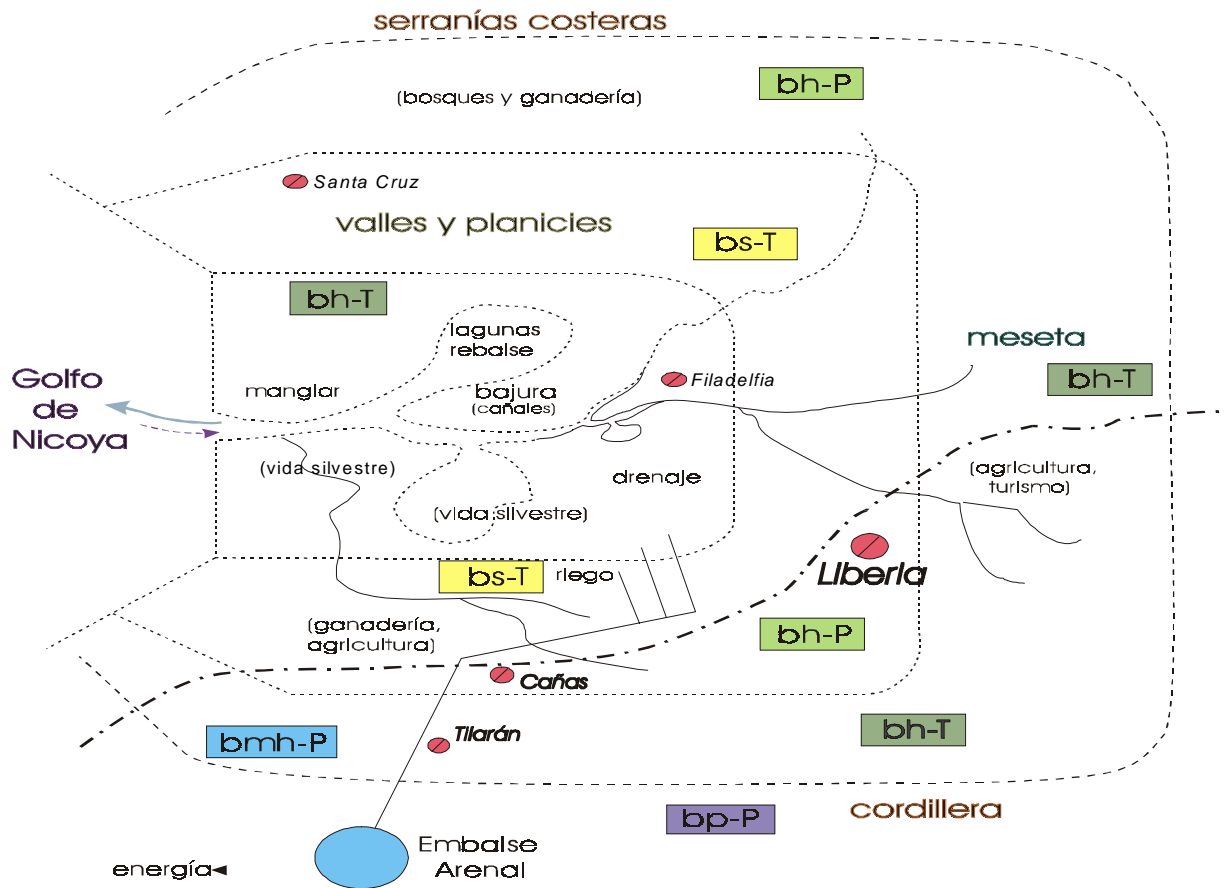


Figura 1. Representación esquemática de las interacciones que se dan en la Cuenca del Río Tempisque.

Desde el punto de vista biológico, hay fuertes interacciones entre el río Tempisque y sus humedales adyacentes. Estos humedales son sitios altamente productivos y representan una fuente importante de semillas y especies para el mejoramiento genético.

Impactos sobre la Red Fluvial

Quizás el principal impacto en el área del Tempisque es el cambio en la cantidad de agua que fluye por el sistema debido a extracciones para irrigación y uso agroindustrial. Igualmente fuerte es la modificación sobre la morfología del sistema fluvial, causada por la canalización, los represamientos, el drenaje, el relleno y la modificación de las riberas con bordos o diques. Las actividades agrícolas realizadas en la propia orilla del río han favorecido la fragmentación de los hábitats riberos, lo que incide negativamente sobre la conservación de la diversidad biológica y reduce a cierto grado el dinamismo ecológico entre las diferentes zonas de la cuenca. Estas intervenciones crean además una mayor vulnerabilidad a los procesos naturales de inundación, típicos y recurrentes de la cuenca media.

El impacto de obras públicas de gran magnitud es muy notorio: se hacen puentes y caminos sin considerar el impacto ambiental. Se espera con ansiedad el puente sobre el Tempisque, una obra de necesidad nacional; pero si hay algo importante en la fragmentación del dinamismo ecológico y la biodiversidad en los sistemas fluvio ribereños, es precisamente la construcción de puentes. No ha habido audiencias públicas para conocer la profundidad de los estudios ambientales de tal obra.

Es importante resaltar la trascendencia del diseño apropiado de estas obras. Aunque la inversión inicial sea más costosa, un puente que tenga más luz y sea más alto permitiría la migración de especies en las riberas y la vulnerabilidad de la obra durante períodos de inundación. Hay casos recientes de desastres ocurridos en la República Dominicana con el huracán Georges, en Honduras y en El Salvador con el huracán Mitch, debido a la falta de un sobre diseño de los puentes y un diseño ecológicamente sensato. Organismos de importancia mundial como la Comisión Económica para la América Latina y el Caribe consideran que los daños ocasionados por fenómenos naturales extremos (huracanes, temporales) son mucho más costosos que las medidas preventivas para evitarlos. Lo cierto es que, con excepciones muy justificadas, no hay tales desastres naturales, lo que hay son desastres originados por la vulnerabilidad creada por el ser humano, al ocurrir la disipación energética de fenómenos naturales en medios alterados, sin consideración de los retornos ambientales.

Otra categoría de impacto es la degradación de la calidad del agua, tanto por contaminación física por sedimentos como debido a contaminación por fuentes puntuales: agro-industrias, plantas de tratamiento de aguas urbanas, y vertidos de plaguicidas. Estos cambios tienen efectos mortales en la vida ictícola particularmente las fases juveniles y larvales. Los resultados más recientes de análisis químicos de trazas indican que no hay un impacto apreciable de los plaguicidas. Hace 10 años hubo cierta alarma porque había DDT y derivados en aves asociadas con el Tempisque, con concentraciones 8-12

veces más altas que las determinadas actualmente (Rodríguez-Ulloa y Rodríguez-Brenes, 1997)

La degradación de la calidad del agua también se manifiesta en el aumento de la demanda biológica por oxígeno y la disminución del contenido de oxígeno en el agua. Todo esto tiene solución, hay tecnologías bien conocidas; lo que se necesita es la aplicación eficaz de las leyes que ya existen y el convencimiento de los niveles más altos y gerenciales de las empresas. La prevención de la contaminación es económicamente viable. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas (Liberia, Cañas, Santa Cruz), por medio de lagunas han sido superados con el tiempo y no se han tomado las previsiones necesarias para mantener esos sistemas al ritmo del crecimiento urbano. Hay varios estudios generales sobre el estado cuantitativo de toda esta contaminación, incluso por desechos sólidos. ¿Hacia dónde va dar todo el desecho, aunque goce de una mineralización natural muy eficiente, que se vierte en los ríos de la Cuenca, si no al propio Golfo de Nicoya? Este es un importante cuerpo de agua indisolublemente asociado a la Cuenca y por lo tanto a su manejo.

La Cuenca del Tempisque y el Golfo de Nicoya: una Macroregión

Si quizás aparece como complicada la cantidad de interacciones que hay en la CRT, se debe entender que esa complejidad se extiende aún más al considerar el Golfo de Nicoya (GN) y otras cuencas tributarias; y si aquello era una novena parte de Costa Rica, se extiende ahora a un 23% del área del territorio (Figura 2). Hay que señalar,

que la Estación Biológica de la OET en Palo Verde fue ubicada con gran visión, hace 30 años. Poco a poco se ha ido convirtiendo en un sitio de investigación y docencia de alta calidad, estratégicamente colocado donde se requiere para la identificación de relaciones básicas y para la valoración de los impactos que ocurren. Esto posibilita la apertura de interacciones para integrar el conocimiento hidrológico y oceanográfico del estuario con el resto del Río y su Cuenca, justo en la unión de ambos.

Existen importantes programas de investigación sobre el Golfo de Nicoya. Cerca de 220 artículos publicados en revistas internacionales y nacionales (principalmente por el CIMAR/UCR), indican este esfuerzo. Se conoce bastante acerca de la dinámica oceanográfica y se reconoce bien el sector interno del Golfo de aguas someras con profundidad de entre 3 y 20 metros. El sector externo es más hondo, de entre 20 hasta los 450 metros de profundidad en mar abierto.

Con los datos sobre el volumen interno se puede extrapolar el efecto de la dilución de los contaminantes. La asimilación de contaminantes no conservativos (que se descomponen con el transcurso del tiempo), como la materia orgánica, se ha estudiado en el Estero de Puntarenas (Mata y Blanco, 1994), donde se ha podido apreciar cómo la naturaleza tiene una capacidad de recuperación y de respuesta muy grande, propiedad benévola que favorece al propio Golfo de Nicoya.

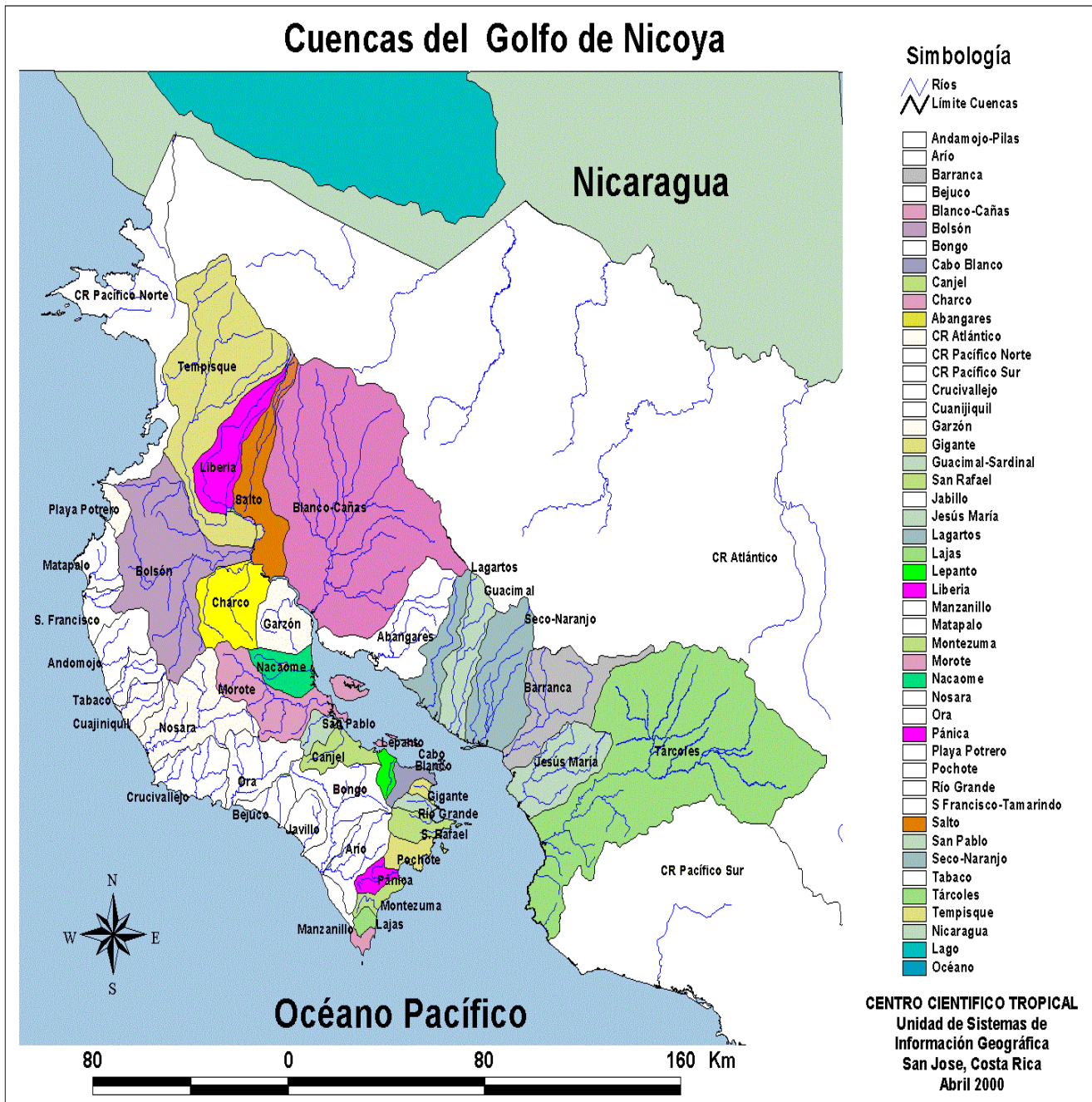


Figura 2. Ríos y Cuencas que drenan sus aguas en el Golfo de Nicoya.

Las diluciones de las aguas del Tempisque en el estuario interno, son de decenas de miles de veces y la dilución que ocurre en la parte externa es de millones de veces. Estamos hablando de 4 – 5 órdenes de magnitud en el sector interno y de diluciones 6 a 7 órdenes de magnitud en el sector externo, suponiendo una mezcla completa. Hay una gran dinámica oceanográfica: las aguas marinas entran por la marea con un flujo neto hacia adentro y por debajo, como agua salada más densa, y hay un flujo neto por la superficie y hacia el mar abierto, superficial. En este proceso eficiente, aunque relativamente lento, la dilución del agua dulce con el agua salada produce la liberación de energía entrópica, que magnifica el efecto de bomba hidráulica de grandes masas de agua. De esta manera, entra más agua de la que entraría sólo por el efecto de la marea, agua que es utilizada para diluir el agua dulce que está saliendo por encima

¿Qué importancia económica tiene el Golfo de Nicoya? La teoría hidrológica, si bien interesante, nos debe conducir a la realidad económica. Cerca del 90% de los pescados que se comen en Costa Rica, particularmente en el área central, vienen del Golfo de Nicoya y este proporciona un alto porcentaje de los camarones exportados al mercado internacional.

Un primer estudio pionero en el campo de la economía ambiental (CCT/WRI, 1991) demostró que en el Golfo de Nicoya el esfuerzo de pesca relacionado con la captura se mantuvo estable hasta 1982, año en que el esfuerzo de los pescadores aumentó sostenidamente, con una reducción del rendimiento de la pesca. El Gobierno ha tenido que subsidiar los precios del combustible para las lanchas y ha dado

otras ventajas para poder sostener la flota. El problema se circunscribe a la sobrepesca, la falta de manejo del recurso pesquero del Golfo de Nicoya y, aunque no parezca obvio, su relación con el manejo de toda la cuenca.

Planificación para el Manejo de la Cuenca del Golfo

Ante la preocupación por el destino del recurso estuarino, en los últimos años se han celebrado varios talleres que han llegado a plantear la necesidad de un plan de manejo de la Cuenca del Golfo de Nicoya. En estos seminarios ha sido evidenciado por científicos, técnicos y pescadores que es inevitable la ligazón ecológica y de manejo de la pesca con el resto de los elementos del paisaje en la gran Cuenca del Golfo de Nicoya y la Cuenca del Tempisque. La solución a los problemas ha de comenzar precisamente con el manejo y protección de los bosques y particularmente los bosques ribereños en su relación con los recursos hídricos, el manejo del suelo, y de una manera relevante, los humedales (Figura 3).

Estos talleres han tenido importancia para el diagnóstico de los problemas que aquejan la conservación y el desarrollo sostenible de la región y la pesca, pero la meta principal es tener una estrategia global que desemboque en términos de referencia para un plan de manejo global integral que involucre la defensa civil, las ONGs, la sociedad civil, las municipalidades y el gobierno central.

La intención en cuanto a la acción concreta para el desarrollo y la ejecución del plan es que se pueda crear una oficina ejecutora *ad hoc*. Esta oficina ejecutora trabajaría en una continua interacción, realizando los

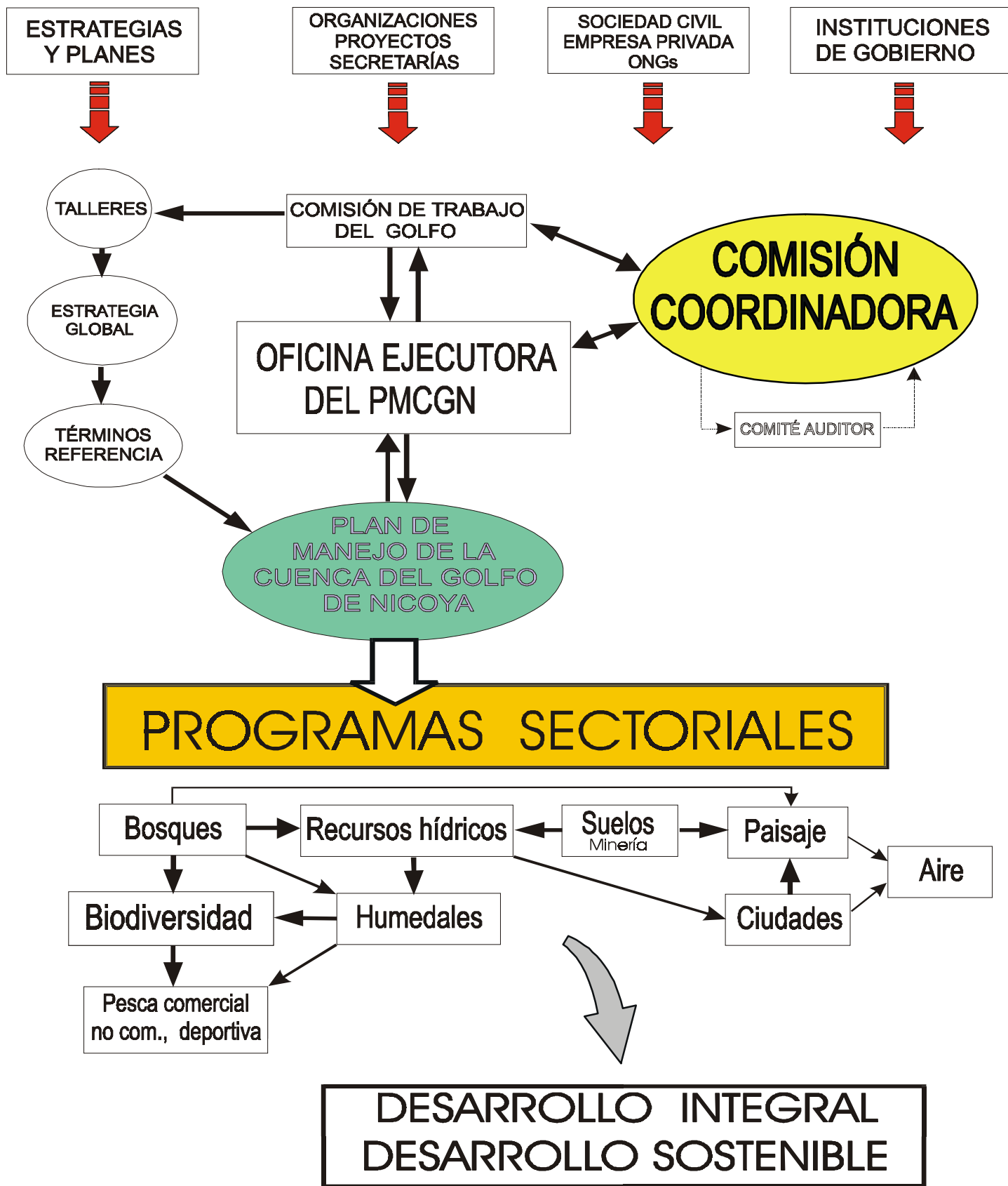


Figura 3. Plan esquemático que conduce al manejo y desarrollo integral de la Cuenca del Río Tempisque.

pasos técnicos bajo el marco jurídico adecuado. Por su parte, el gobierno fiscalizaría las acciones o tendría algún grado de poder sobre la oficina ejecutora; para ello es conveniente tener una comisión coordinadora de alto nivel (con dos o tres ministros o sus delegados pero con una visión técnica del asunto) y con un comité auditor de finanzas.

El principal producto de tal sistema deberían ser los programas sectoriales que van a estar íntimamente ligados al desarrollo de la región, a la consideración de la canalización, al manejo de impactos urbanos, agrícolas e industriales, con los beneficios que ofrecen las cuencas hidrográficas, los bosques fluvio ribereños, los ecosistemas, etc. La meta final es el desarrollo integral o desarrollo sostenible de la gran región del Golfo de Nicoya.

La observación del sistema más allá de la propia cuenca indica que es posible visualizar más conexiones interesantes. Por ejemplo, ¿se ha analizado en el país la importancia y la posibilidad de que se establezca uno o más corredores biológicos dentro de la CRT, que no sólo comuniquen a las subcuencas del gran área del Golfo de Nicoya, sino que establezcan un nexo válido con otras áreas, como es la franja costera oceánica (FCO)? De igual manera, podríamos sumar al planteamiento otras áreas de vida silvestre de importancia para Costa Rica. Pensado en el ámbito centroamericano, también la FCO con todas las pequeñas subcuencas (p. ej., del río Nosara que llega al centro del Refugio de Vida Silvestre Ostional, la de Tamarindo, Cabo Blanco, etc.) es un área que debería conectarse de alguna manera (aprovechando toda la zona marítimo terrestre) para fortalecer áreas de gran

proyección, como el Parque Nacional de Guanacaste, y para dar la posibilidad de regeneración y de restauración ecológica de áreas diversas, en toda la cuenca. No es conveniente dejar las áreas protegidas como Lomas Barbudal y Palo Verde como islas genéticas, sino que es mandatorio conservar los bosques fluvio ribereños con la migración altitudinal hacia la Cordillera Volcánica del Norte, así como corredores biológicos entre los ecosistemas de la costa oceánica y la cuenca interna del Golfo de Nicoya. Estos aspectos de gran interés han de integrarse a la visión de un plan de manejo.

Referencias Bibliográficas

CCT/WRI (Centro Científico Tropical/World Resources Institute). 1991. "La depreciación de los recursos naturales en Costa Rica y su relación con el Sistema de Cuentas Nacionales." San José: CCT. 160 p.

Mata, A. y O. Blanco. 1994. "La Cuenca del Golfo de Nicoya: Reto al Desarrollo Sostenible". San José: Editorial de la UCR. 235 p.

Rodríguez -Ulloa, A. 1997. "Vigilancia de la calidad de las aguas superficiales en la zona de influencia del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque" Informe Final. San José: Environmental Pollution Research Center (University of Costa Rica), 85 pp.

Rodríguez -Brenes, O.M. 1997. "Residuos de Plaguicidas en la Zona de influencia del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque", Informe Final. San José: Environmental Pollution Research Center (University of Costa Rica), 85 pp.

Pregunta:

¿Qué importancia tendría el manejo de las aguas del Río Tempisque sobre la producción piscícola y de crustáceos que se está aprovechando del Golfo de Nicoya?

Respuesta:

Se conoce la influencia del hábitat de manglares ribereños del Golfo en el funcionamiento y fortalecimiento de las cadenas y redes alimentarias, en brindar refugio para el apareamiento de especies, y como hábitat ideal para los organismos sésiles filtradores que requieren de un flujo constante de nutrimentos.

Pregunta :

¿Se conoce la relación entre el comportamiento oceanográfico del Río en su unión con el Golfo, en relación con la producción biológica?

Respuesta:

En ese sentido la riqueza biológica también tiene que ver con la poca, pero sí sensible, estratificación entre el agua dulce y el agua salada. Esa es una de las principales propiedades físico-químicas del hábitat del estuario, particularmente en el sector interno del Golfo de Nicoya, que es de poca profundidad. Entonces, lo que se produzca en cantidades menores o mayores en determinado momento en la cantidad de agua, puede tener variaciones sobre la estratificación del contenido salino en las capas desde el nivel superficial hasta el fondo; estas relaciones no se conocen todavía bien. Hay que efectuar investigaciones muy útiles y rápidas en el área, que tienen que ver con la biología y la producción biológica del estuario del Golfo de Nicoya, cuya influencia en la producción es de importancia, incluso para áreas tan tierra adentro como Filadelfia.

Pregunta :

¿Hay datos o estimaciones sobre la proporción de la contribución de cada subcuenta, por flujo anual, estacional

para toda la cuenca, un estudio de alguna manera más fácil, más eficiente para conseguir estimaciones de la contribución de cada subcuenta?

Respuesta:

Hay un balance de masas, teórico, efectuado para una tesis reciente en la U. de Delaware.

Desde el punto de vista físico oceanográfico, el principal elemento que influye en el comportamiento oceanográfico del Golfo es la cabecera que está definida por el estuario del Río Tempisque y que está compuesta por dos influjos muy importantes, la cuenca del Tempisque y del Bebedero. El Bebedero está recibiendo, creo yo, la mayoría de los excedentes de agua de riego, no se cuánto puede ser eso, pero podrán ser $5m^3$ por segundo en total. No es un elemento de importancia en cuanto al volumen. Pero hay que cuantificar todo esto mejor según los avances en el aprovechamiento del agua de riego. En el sector externo del Golfo de Nicoya el más importante es el Río Grande de Tárcoles. Son los más influyentes. El sector externo del Golfo de Nicoya presenta un factor de dilución de un orden de 6, varios millones de veces, aunque el penacho o la sombra de las curvas de superficie de salinidad presenta cambios medibles que llegan hasta el centro del Golfo. Lógicamente, la mezcla no es inmediata y toma tiempo. En general todo el flujo de agua presenta una renovación de 1 a 1.5 meses, lo que tarda el agua que entró al Golfo en salir al sector externo. Se puede especular que el agua que menos tiempo de residencia presenta es la que viene del Tárcoles.

Pregunta 4:

En relación con las subcuencas del Tempisque, Salto, Liberia, y otros, ¿cuál es la importancia relativa de su contribución?

Respuesta:

Las principales son Tempisque y Bebedero; al primero le llegan otros como Liberia, Salto; el Tempisque en su estuario puede ser de orden 4. El Bebedero le sigue en área de cuenca. Otros más pequeños llegan directamente al estuario del Tempisque.

En la presentación se dijo que “para dominar la naturaleza tenemos que obedecerla”, eso resume el asunto. Si ya tenemos intervenciones sobre el medio ambiente, tenemos que ver cómo las adecuamos mejor, cómo compensamos los daños que hacemos de alguna manera u otra, para eso son los estudios de impacto ambiental. Yo ayer hablaba del canal con alguno de ustedes cuando hice una pregunta en la tarde, del canal este famoso que le llaman de SENARA, y claro, tenemos que tomar en cuenta que hace 18 años o cuando se ideó el asunto, hace 22 años, no existía la conciencia ni el conocimiento, ni el interés político en tomar medidas de precaución, ni siquiera de hacer un estudio de impacto ambiental bien amplio. La presión política en este país siempre ha sido tremenda y aunque haya técnicos que digan que esto está mal y no se debe hacer así, se hace porque hay un asunto político de fondo; esto ha sido problema no sólo de Costa Rica, de los Estados Unidos, de todos los países del mundo. Entonces, si estamos ahora pensando en un plan de manejo es porque estamos preocupados por eso y vamos a ver cómo mejoramos la situación y en esa situación está SENARA, que ahora es consciente del asunto. Yo no culpo la

disposición de aquel momento, es perfectamente entendible, pero ya no hay excusa hoy día para seguir haciendo y cometiendo las mismas barbaridades o errores.

Pregunta 5:

Con base en su conocimiento del Golfo y del sistema ribereño, ¿Cuál sería el impacto de la construcción de dos reservorios para el almacenamiento de agua del Tempisque con respecto del movimiento de agua dulce y nutrimentos hacia el Golfo?

Respuesta:

Si fuera durante la época de lluvias que vamos a recoger aguas, yo diría que nada serio podría ocurrir; sin embargo, los reservorios tendrían que ser sumamente grandes para que tenga lógica recoger suministro durante la época seca. Por otra parte, la urgencia es en la época seca, porque se quiere producir cosas que naturalmente no se deberían de producir en la Cuenca; sucede como cuando los españoles vinieron a América y se dispusieron a sembrar trigo, reduciendo el paisaje a una estepa, como en Castilla, con colinas completamente desnudas; se les fue por alto que estaban en un territorio distinto al de España. Yo diría francamente que ese proyecto no tiene sentido, porque cuando se necesita esa agua es precisamente cuando menor flujo hay, cuando más se necesita esa agua entrando al estuario del río. Al Tempisque no se le debe sacar un litro más de agua, es uno de los ríos más importantes del país, y debemos dejar pasar unas cuantas décadas para estar preparados para atrevernos a seguirlo interviniendo.

Características Generales de la Cuenca del Río Tempisque

Javier Mateo-Vega

Desde hace más de cinco siglos la Cuenca del Río Tempisque (CRT) ha sido el escenario de importantes transformaciones biofísicas, productivas y sociales, las cuales han influenciado lo que hoy en día es una compleja matriz de tierras agrícolas, humedales, áreas protegidas y asentamientos humanos.

Los esfuerzos actuales y futuros para lograr el manejo adecuado de esta cuenca dependerán en gran parte de la información existente y la que se genere en torno a los sistemas naturales y las actividades que allí se llevan a cabo. Por consiguiente, a continuación se presenta un breve resumen de las características biofísicas y productivas de la CRT, con el fin de describir el área e identificar vacíos de información y oportunidades para futuras investigaciones.

Ubicación

La CRT, ubicada en la provincia de Guanacaste, está conformada por las subcuencas Tempisque (3,357.3 km²) y Bebedero (2,047.3 km²), con una extensión total de 5,404.6 km² (Figura 1). Es la cuenca más grande de Costa Rica, abarca el 53% de Guanacaste y drena el 10.6% del territorio nacional (Gutiérrez *et al.*, 1985). Limita al norte con las faldas del Volcán Orosí y se extiende hacia el sur, en la margen derecha del Río Tempisque, por las filas montañosas costeras, e incluye la Fila Guayabalosa y los cerros Carbonera y Vista al Mar. Luego se extiende en dirección este por los cerros Cardones,

Barra Honda y Copal, hasta topa con Puerto Moreno en el Golfo de Nicoya. En la margen izquierda del Río Tempisque, la cuenca se extiende por la Cordillera de Guanacaste en dirección suroeste hasta el Volcán Arenal, donde baja en dirección sur hasta los cerros de Santa Elena. De ahí su límite recorre en dirección oeste, por los cerros Cerco de Piedra y Pozas, hasta la desembocadura del Río Bebedero (Echeverría *et al.*, 1998).



Fuente: SIG OET.
Figura 1. Cuencas de los ríos Tempisque y Bebedero.

Su área de influencia se extiende más allá de la Cuenca, ya que las aguas recolectadas son drenadas por el Río Tempisque y sus afluentes hacia el Golfo de Nicoya, el cual es de gran importancia para la pesca artesanal y comercial nacional (Lizano, 1998).

Las aguas del Río Tempisque se originan en la Sierra Volcánica de Guanacaste, particularmente en las faldas del Volcán Orosí y recorren un tramo de 144 km. (Flores, 1982; Maldonado *et al.*, 1995). Sin embargo, el Río tiene una extensión aproximada de 108 km. desde su unión con el Río Tempisquito hasta la desembocadura en el Golfo (Figura 2). Su caudal medio anual es 284 m³/s, lo cual lo convierte en el tercero más grande del país, después de los ríos Grande de Térraba y Reventazón-Parismina (ICE, 1976 citado en Flores, 1982). Es navegable en 36 km. desde la desembocadura hasta la confluencia con el Río Bolsón (Vaughan *et al.*, 1996).



Fuente: CATIE y SIG OET.
Figura 2. Longitud del Río Tempisque.

Geología y Geomorfología de la CRT

La CRT y sus áreas vecinas en la región de Guanacaste están conformadas por una serie de *formaciones* o unidades estratigráficas que corresponden a diferentes edades geológicas correlativas (Bergoeing, 1998) (Figura 3). A continuación se describen las principales formaciones de acuerdo a su orden de génesis.

Complejo de Nicoya (Kvs)

Según Dengo (1962), las rocas más antiguas de la región pertenecen a este Complejo, con una edad aproximada de 72 ± 4 millones de años (Bergoeing, 1998). Su fase orogénica inicia en el Cretácico Inferior (Castillo, R. 1993), pero tuvo una fase post-orogénica durante el Plioceno y Cuaternario que se caracterizó por una tectónica de rompimiento. Durante esta período se empezaron a formar las cordilleras volcánicas de Guanacaste y Tilarán, además de Talamanca y Central (Bergoeing, 1998). El Complejo está formado por unidades de origen ígneo y sedimentario. Las rocas ígneas son coladas y aglomerados de basalto, así como intrusiones de gabro, diabasa y diorita. Las rocas sedimentarias son principalmente grauwacas macizas, compactadas de color gris oscuro, ftanitas, lutitas ftaníticas, y calizas silíceas afaníticas (Dengo, 1962). El Complejo aflora en la margen derecha de la Cuenca, particularmente en las zonas oeste y sudoeste de la subcuenca Tempisque, y en algunos cerros aislados dentro de la planicie aluvial (Bolaños *et al.*, 1998).

Rocas Intrusivas (Ki)

Estas rocas, formadas durante el Cretácico, atraviesan el Complejo de

Nicoya y están conformadas por cuerpos hipoabisales, sills y diques, además de pequeños inventarios de gabro, diorita y diabasa (Castillo, R. 1993). Según Bolaños *et al.* (1998), hay pequeños afloramientos al sur de Santa Cruz, en las Serranías del Complejo.

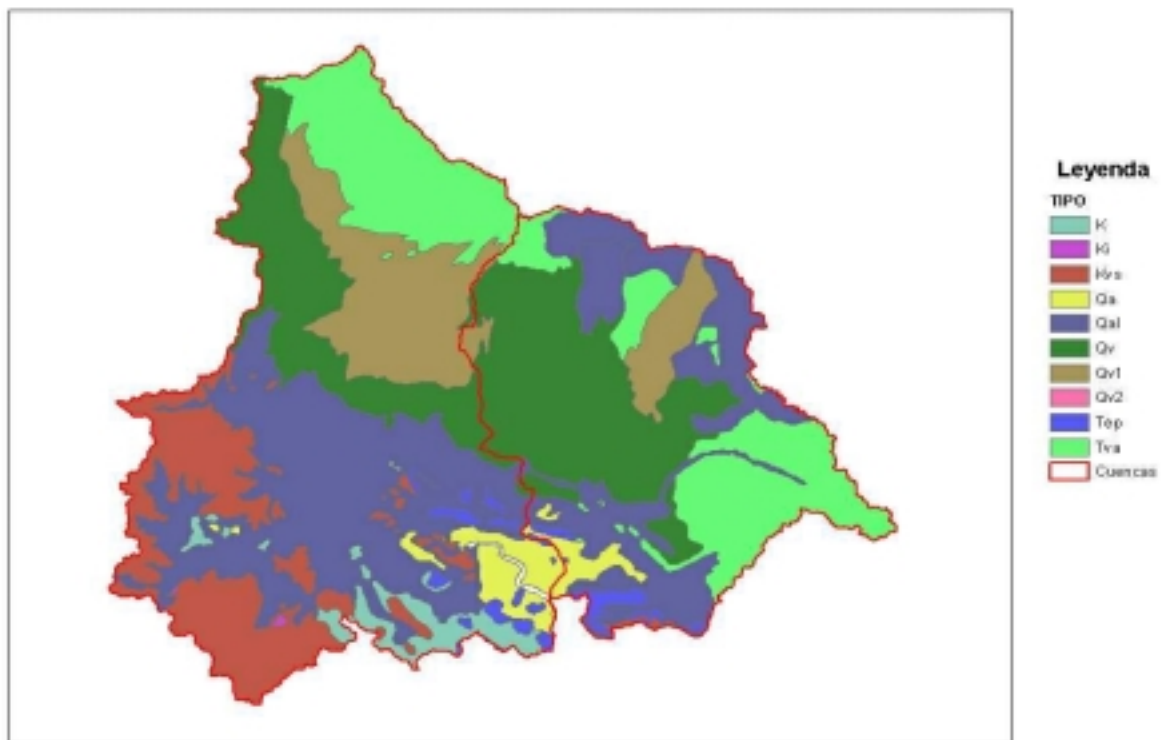
Formaciones Sabana Grande y Rivas (K)

Ambas formaciones tienen su origen en el período Cretácico (Castillo, R. 1993). Sabana Grande yace discordantemente sobre el Complejo de Nicoya y está conformada por calizas silíceas, ftanitas con radiolarios, y lutitas silíceas (Dengo, 1962). La Formación de Rivas sobreyace

cuarzo y pizarra (Dengo, 1962; Castillo, R. 1993). Las formaciones afloran principalmente en las partes bajas y el sur de la CRT, aunque se encuentran también al noroeste de Santa Cruz en los cerros Moracia y cerca de Hacienda el Viejo, en los cerros Peor es Nada (Dengo, 1962; Castillo, R. 1993; Bergoing, 1998; Bolaños *et al.*, 1998).

Formaciones Barra Honda y Brito (Tep)

La primera fue formada durante el Paleoceno y aflora principalmente en una extensión pequeña en la margen derecha y cuenca baja del Río Tempisque, en los cerros de Barra



Fuente: CNIG y SIG OET.

Figura 3. Geología de la Cuenca del Río Tempisque (ver texto para interpretar la leyenda).

la Formación de Sabana Grande y en algunos sitios hace contacto directo con el Complejo de Nicoya. Su litología es variada pero incluye lutitas calcáreas, arenosas y tobáceas, areniscas arcillosas, grauwacas y conglomerados con ftanita,

Honda, Corralillo, Quebrada Honda, Copal, Caballito, Corral de Piedra y La Cueva. También existen unos pequeños cerros en la margen izquierda del Río (Dengo, 1962). Está conformada por una parte inferior de calizas arrecifales

estratificadas pobremente y una sección superior de calizas bien estratificadas, ambas de textura homogénea fina y color blanco amarillento (Dengo, 1962; Bergoeing, 1998). La Fm. de Barra Honda yace concordante con La Fm. Rivas pero descansa discordante con la Fm. Brito (Bergoeing, 1998). Esta última se formó durante el Eoceno (Castillo, R. 1993) y se compone de areniscas y limolitas de color beige y gris verdusco. También aflora en algunos cerros de la cuenca baja del Río Tempisque (Bolaños *et al.*, 1998).

Complejo Aguacate (Tva)

Originalmente llamada una Formación por Dengo (1962), ahora se clasifica como un Complejo (Bergoeing, 1998) de origen volcánico, posiblemente en su totalidad. Fue formado durante el Mioceno superior y el Plioceno del Período Terciario y está conformado por coladas basálticas y de andesita, aglomerados, brechas y tobas (Dengo, 1962; Castillo, R. 1993). El Complejo aflora en la parte este de la CRT en la Cordillera de Tilarán (Bolaños *et al.*, 1998).

Formaciones Bagaces y Liberia (Qv)

La Fm. Bagaces, formada durante el Pleistoceno Inferior del Cuaternario, está compuesta de tobas gris de avalancha de piroclásticos, de tipo ignimbrita y constituye la base del piemonte occidental de la Cordillera de Guanacaste (Dengo, 1962; Castillo, R. 1993; Bergoeing, 1998). Está expuesta a lo largo de la Carretera Interamericana, entre Cañas y Bagaces (Dengo, 1962) y es una importante reserva de aguas subterráneas que abastece a las poblaciones de Liberia y Cañas y acuíferos en la parte baja de la CRT (IICA –CEPPI, 1993; Bolaños *et al.*,

1998). La Fm. Liberia, del Pleistoceno Superior, yace sobre la Fm. Bagaces y tuvo su origen en el Volcán Rincón de la Vieja en la Cordillera de Guanacaste (Dengo, 1962; Bergoeing, 1998). Está compuesta de tobas blancas, granulares riolíticas y su parte basal está formada por un horizonte fluvial lacustre (Bergoeing, 1998). Se encuentra expuesta en los ríos Liberia, Blanco y Colorado, la ciudad de Liberia y a ambos lados de la carretera Interamericana, desde Pijije hasta el Río Tempisque (Dengo, 1962; Maldonado *et al.*, 1995; Bolaños *et al.*, 1998).

Lahares No Diferenciados (Qv1) y Edificios Volcánicos (Qv2)

Estas rocas fueron formadas durante el Cuaternario Reciente y están conformadas por material de origen volcánico, conos volcánicos, rellenos de pómez, mesetas de ignimbritas y depósitos laháricos (Castillo, R. 1993). Los lahares sin diferenciar se encuentran en el piemonte de los volcanes Miravalles y Tenorio, mientras que los Edificios Volcánicos conforman los volcanes Orosí, Rincón de la Vieja, Santa María, Miravalles y Tenorio en la Cordillera de Guanacaste. Estos forman el límite noreste de la CRT por una longitud de 65 km. aproximadamente (Bolaños, 1998).

Depositos Fluviales, Aluviales y Costeros Recientes (Qal)

Estos depósitos del Cuaternario Reciente cubren las Formaciones de Bagaces y Liberia y conforman las llanuras aluviales de los ríos Tempisque, Cañas, Bebedero y Lajas, además del abanico coluvial de la ciudad de Cañas (Maldonado *et al.*, 1995; Bolaños *et al.*, 1998). Sus materiales incluyen gravas, arenas, limos arcillosos, cuarzos, clastos

de lutitas y areniscas, todos de origen volcánico (Bolaños *et al.*, 1998). La llanura de mayor importancia, es el Valle del Río Tempisque, una depresión con relleno aluvional, producto de depósitos del río y transgresiones marinas (Maldonado *et al.*, 1995). El origen de la depresión se debe posiblemente a un fallamiento en la fase post-orogénica del Complejo de Nicoya (Corrella, 1979). Esta formación, comúnmente conocida como la Depresión del Tempisque, se extiende más allá de la desembocadura del Golfo de Nicoya, en donde se considera parte sumergida de un antiguo y extendido Valle del Tempisque (Flores, 1982).

Zonas Pantanosas (Qa)

Según Bolaños et al. (1998), estas zonas se encuentran en las llanuras aluviales, en la parte baja del CRT; empiezan unos 20 km. antes de la desembocadura del Río Tempisque. Están formadas por arcillas y limos finos, conocidos localmente como “sonsocuites”

(Maldonado *et al.*, 1995). En el Cuadro 1 se presenta un resumen del porcentaje de cobertura de cada formación.

Cuadro 1. Cobertura de Formaciones

Formación	Cobertura (%)
Kvs	10.80
Ki	0.05
K	2.55
Tep	1.87
Tva	18.14
Qv	22.18
Qv1/Qv2	10.89
Qal	30.29
Qa	3.23
Total	100%

Fuente: CNIG

La Figura 4 muestra la morfocronología de las partes media y baja de la CRT, además de algunos rasgos fisiográficos importantes. La literatura disponible sobre las características geomorfológicas de la CRT y sus áreas vecinas es escasa y la información presentada por los diferentes autores no coincide en su totalidad. Por ejemplo, según Denigo (1962) la Provincia de Guanacaste



Figura 4. Morfocronología de la Cuenca Baja del Río Tempisque.

cuenta con tres divisiones geomorfológicas principales incluyendo (1) la Cordillera Volcánica de Guanacaste; (2) la Depresión del Tempisque; y (3) las Sierras Costaneras. Por otro lado, Bergoeing (1998), (1) se refiere a las Sierras Costaneras como la Península de Nicoya, (2) no incluye a la Cordillera Volcánica de Guanacaste en su descripción, e (3) incluye la Meseta de Ignimbritas como un componente fisiográfico aparte de la Depresión del Tempisque. Bolaños *et al.* (1998) dividen la CRT en ocho grupos de formas principales basados en el Mapa de Formaciones Geomorfológicas de Madrigal (1980 citado en Bolaños *et al.*, 1998). En general, la CRT está compuesta de (1) llanuras bajas con depresiones inundadas en las inmediaciones del Río Tempisque y las

partes bajas de la CRT; (2) llanuras bajas y planicies suavemente inclinadas con partes onduladas, en áreas sujetas a inundaciones estacionales en el Valle del Tempisque; (3) relieve ondulado accidentado con valles, cerros y lomas que incluyen los cerros calizos y las sierras costeras; (4) faldas de cordilleras con inclinación uniforme y dirección frecuente de los volcanes que marcan el límite noreste de la CRT; y (5) planicies y terrazas en partes onduladas de suave a fuerte en las mesetas volcánicas (ignimbritas) de Liberia, Santa Rosa y La Cruz (basado en Vargas, 1959; Dengo, 1962; Corella, 1979; Flores, 1982; Bergoeing, 1998). El rango de elevación del CRT va de 0 msnm a 2,002 msnm como se muestra en el Modelo de Elevación Digital en la Figura 5.



Fuente: CATIE y SIG OET.

Figura 5. Modelo de elevación digital para la Cuenca del Río Tempisque.

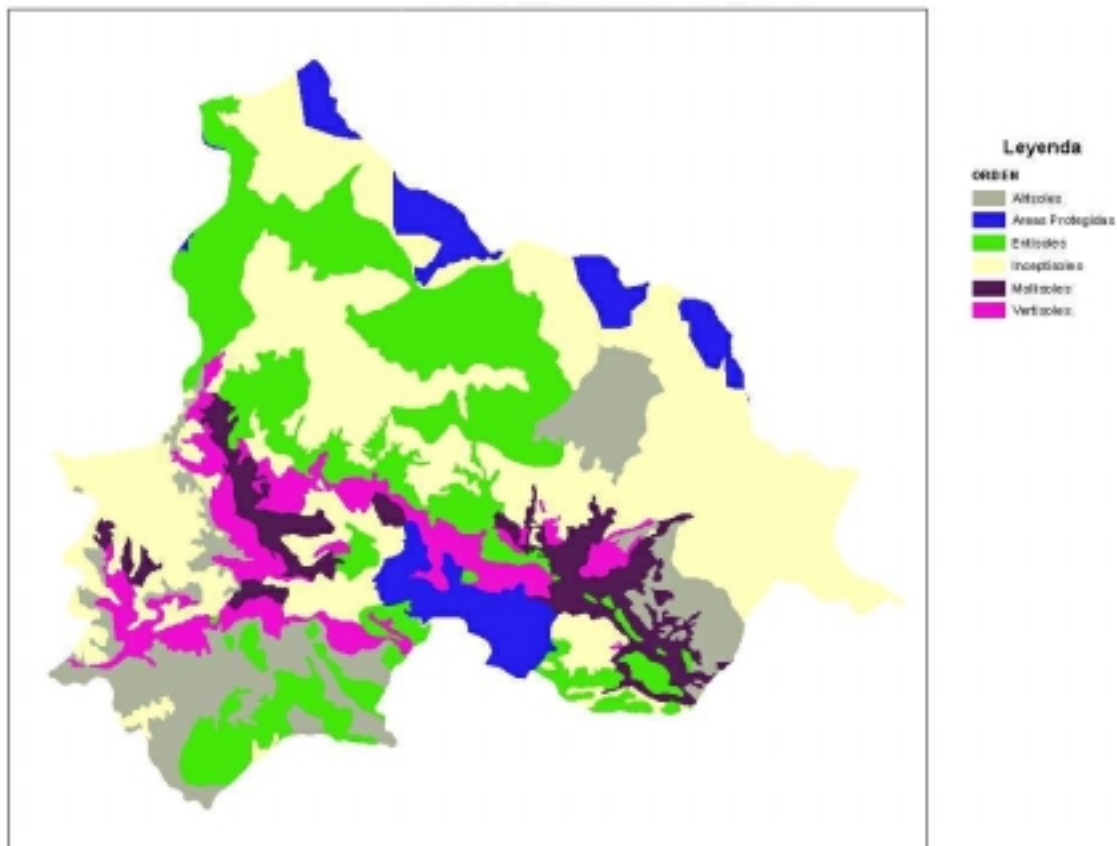
Suelos de la CRT

Dentro de los límites de la CRT se han identificado más de 20 subgrupos de suelos que forman parte de cinco órdenes taxonómicos, incluyendo alfisoles, entisoles, inceptisoles, mollisoles y vertisoles (Figura 6) (Castro y Villegas, 1987; Bravo *et al.*, 1991; IICA – CEPPI, 1993; Vaughan *et al.*, 1996). A continuación se describen sus características y distribución geográfica en la CRT. En general, la cuenca muestra un alta diversidad edafológica.

Los *alfisoles* son suelos húmedos minerales en relieve plano a ondulado,

alrededores de Santa Cruz en la margen derecha del Río Tempisque y al sur y norte de Cañas en la margen izquierda del río (Bolaños *et al.*, 1998). Son suelos productivos.

Los *entisoles* son suelos minerales escasamente desarrollados, poco profundos, que se encuentran en zonas típicamente escarpadas (Brady, 1990; IICA – CEPPI, 1993). Este orden está distribuido a través de toda la CRT y es el segundo suelo más común en términos de distribución. Según el IICA – CEPPI (1993) los entisoles son particularmente comunes en grandes extensiones dada la fuerte erosión eólica,



Fuente: MAG y SIG OET.

Figura 6. Clasificación general de suelos para la Cuenca del Río Tempisque.

profundos, que se encuentran principalmente sobre rocas básicas de materiales volcánicos recientes (Brady, 1990; IICA – CEPPI, 1993; Vaughan *et al.*, 1996). En la CRT se localizan en los

el sobreuso ocasionado por la ganadería y el tipo de material parental (tobas) en la CRT.

Los *inceptisoles* muestran un desarrollo de perfil más avanzado que

los entisoles, pero menos que otros órdenes (Brady, 1990). Típicamente, son suelos profundos con texturas variadas. Se encuentran distribuidos por todo el territorio de la CRT y ocupan la mayoría de su superficie (Bolaños *et al.*, 1998). Vaughan *et al.* (1996) y el IICA-CEPPI (1993) los han localizado en las ciudades de Cañas, Bagaces, Liberia, Nicoya y sus alrededores, además de las partes cercanas a los ríos de la CRT.

Los *mollisoles* se consideran suelos muy fértiles dado su alto contenido natural de nitrógeno y nutrientes esenciales para la producción agrícola. Son profundos, oscuros, de estructura granular y cuentan con un alto contenido de materia orgánica (Brady, 1990). En la CRT, se encuentran en los alrededores de Filadelfia, en la margen derecha del Río Tempisque, al norte del Parque Nacional Palo Verde y al sur de Cañas en la margen izquierda del Río (Bolaños *et al.*, 1998).

Los *vertisoles* son suelos minerales caracterizados por un alto contenido de arcillas pegajosas con una gran capacidad para expandir y encoger (Brady, 1990). Durante épocas de poca lluvia tienden a agrietarse y generalmente permanecen secos durante 90 días. En la CRT, se conocen comúnmente como “sonsocuites” y se localizan en los suelos aluviales alrededor del cauce inferior de los ríos Tempisque y Bebedero (Vargas, 1959; Vaughan *et al.*, 1996; Bolaños *et al.*, 1998).

Hidrología, Hidrogeología y el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque

Los ríos Tempisque y Bebedero (Figura 7) son los principales sistemas fluviales de la CRT; recogen casi todas las aguas de Guanacaste (Vargas, 1959).

Además, cada uno cuenta con una serie de afluentes que drenan sus respectivas subcuencas. Por ejemplo, a lo largo de su recorrido, el Río Tempisque capta las aguas de los ríos Tempisquito, Los

Ahogados, Colorado, Liberia, El Salto, Bolsón, Palmas y Cañas, mientras que el Río Bebedero recibe las aguas de los ríos Piedras, Tenorio, Cañas y Lajas (Vaughan *et al.*, 1996; Bolaños *et al.*, 1998). El Río Bebedero es considerado el afluente principal del Río Tempisque (Gutiérrez *et al.*, 1985; Vaughan *et al.*, 1996).

Todos estos ríos presentan variaciones de caudal considerables a causa de los marcados cambios de precipitación entre la época seca y lluviosa en la CRT y sus áreas vecinas. En promedio, los caudales máximos de los ríos en la subcuenca Tempisque son 104 veces más que los caudales medios y 172 veces más en los ríos de la subcuenca del Bebedero (Bolaños *et al.*, 1998). Durante la época lluviosa, muchos de los ríos se desbordan, ya que los cauces no son suficientes, mientras que durante la época seca, muchos se secan completamente (Vargas, 1959; Corella, 1979).

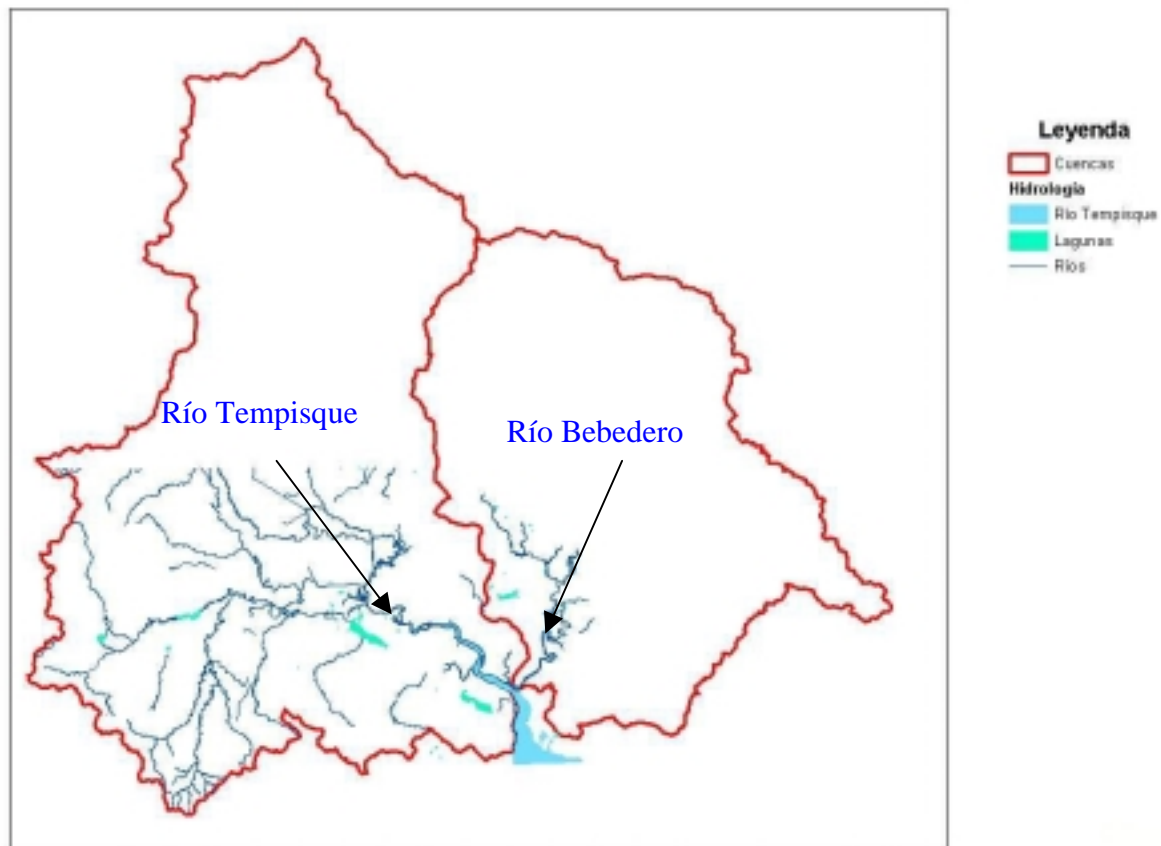
Según Bolaños *et al.*, (1998) los acuíferos principales de la CRT son el (1) acuífero volcánico de la Formación Bagaces y (2) el acuífero coluvio aluvial de la Margen Derecha del Río Tempisque (MDRT). El primero, con una capacidad de producción entre 5 y 25 l/s, abastece algunas de las ciudades principales en la CRT, incluyendo Liberia, Bagaces y Cañas. Lo sobreyace y recarga parcialmente el acuífero de Liberia y descarga al acuífero aluvial en las subcuencas bajas de los ríos Tempisquito, Ahogados, Colorado, Liberia, Quebrada Arena, El Salto, Piedras, Paso Ancho, San Jerónimo,

Tenorio y Cañas (Bolaños *et al.*, 1998). En estudios realizados en 34 pozos al sur de la ciudad de Cañas y al noreste del Parque Nacional Palo Verde, se encontró que las aguas subterráneas presentaban poco desarrollo hidrogeológico, mantenían las características de las aguas de recarga y no mostraban problemas de potabilidad con respecto a calcio, magnesio, cloruro, sulfato, sodio, bicarbonato, nitrito y carbonato (Obando, 1998; Rodríguez y Obando, 1999). Los investigadores determinaron que las aguas son de tipo bicarbonatado cálcico o magnésico y que el flujo subterráneo se dirige hacia el sudoeste.

Los acuíferos de la MDRT, considerados los principales de la CRT, son principalmente de tipo aluvial, formados por lentes de arcillas y gravas

que yacen sobre los cauces antiguos del Río Tempisque y sus afluentes (Gómez, 1996).

Según Bolaños *et al.* (1998), la productividad promedio de estos acuíferos es de 25l/s, aunque Gómez (1996) encontró que oscila en los 50 l/s. Ambos coinciden que los acuíferos tienen máximos potenciales de hasta 100l/s. Las aguas son utilizadas principalmente para riego y en menor grado para abastecer a las poblaciones de la zona. Al igual que el acuífero volcánico de la Formación de Bagaces, las aguas son de tipo bicarbonatado cálcico o magnésico y descargan en la cuenca baja del Río Tempisque a través de los pantanos y manglares cerca de la desembocadura (Gómez, 1996; Bolaños *et al.*, 1998).



Fuente: CNIG y SIG OET.

Figura 7. Red hídrica de la parte baja de la Cuenca del Río Tempisque

Además de los acuíferos de la formación volcánica de Bagaces y la MDRT, la CRT recibe un importante y considerable insumo de agua a través del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT) que se discute con mayor detalle en la parte final de esta sección.

Las aguas de la CRT se utilizan para abastecer las ciudades y los asentamientos humanos, la producción agrícola, la generación hidroeléctrica y para realizar actividades industriales (Bolaños *et al.*, 1998). Hasta 1998, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) había inventariado un total de 1,233 pozos para los diferentes usos mencionados y la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) tenía registradas 518 concesiones de agua dentro de la CRT. Sin embargo, Bolaños *et al.* (1998) reportan que hay muchos otros pozos que no han sido inventariados y sustraen agua ilícitamente puesto que no cuentan con concesiones ante la ARESEP.

La extracción de las aguas superficiales del Río Tempisque durante la época seca pueden agotar el recurso agua y hasta secar completamente su cauce. En estos períodos, las aguas que se observan dentro del cauce son producto del efecto de las mareas que pueden alcanzar hasta 40 km. río arriba, cerca de la parte baja del Canal del SENARA.

Las aguas superficiales de los ríos y quebradas de la CRT son susceptibles a contaminación de sedimentos en suspensión, aguas residuales urbanas, agroquímicos, fertilizantes y aguas utilizadas en actividades industriales, mineras y domésticas (Bolaños *et al.*, 1998; Calvo, 2000). Los acuíferos de la CRT también se ven amenazados por contaminación

de desechos urbanos, pero más aun por agroquímicos y otros insumos agrícolas. Esto se debe al impacto que ha experimentado el área a causa de la intensificación de cultivos y el consiguiente uso de agroquímicos y fertilizantes (Reynolds, 1996; Obando, 1998; Rodríguez y Obando, 1999). Sin embargo, en estudios realizados por Obando (1998), se encontró que las aguas subterráneas al suroeste de Cañas y al noreste del Parque Nacional Palo Verde, donde se llevan a cabo cultivos intensivos de arroz anegado, no presentaban concentraciones de fertilizantes superiores a la norma de potabilidad.

Es fundamental que se sigan realizando investigaciones de esta índole, además de que se establezca un programa de monitoreo de calidad de las aguas superficiales y subterráneas en toda la CRT. Esta información permitirá establecer las normas adecuadas para el uso y manejo de este importante recurso.

Proyecto de Riego Arenal-Tempisque

El PRAT, ubicado en la cuenca del Río Tempisque, se empezó a gestar desde los años cincuenta pero no cobró vida hasta finales de los setenta con el financiamiento y la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Arenal (Castillo, L. 1993). Los objetivos del Proyecto, el cual es administrado por el SENARA, incluyen (1) fomentar el desarrollo agropecuario de la región a través del uso racional del recurso agua; (2) incrementar los índices de productividad en las explotaciones agrícolas; (3) evitar la migración del campesino a las zonas urbanas; (4) eliminar riesgos de pérdidas de cosecha por sequía; (5) generar nuevas fuentes de empleo mediante una mayor utilización de mano de obra en la agricultura de regadío y el

establecimiento de nuevas agroindustrias; (6) utilización más intensiva del recurso suelo, pudiéndose obtener hasta dos cosechas anuales; y (7) aumentar el nivel de ingresos de los agricultores para mejorar así sus condiciones de vida (SEPSA, 1984; SENARA-IICA, 1991). El PRAT representa el proyecto de riego más ambicioso y de mayor extensión en Costa Rica. Hasta el momento, las aguas del Proyecto se han utilizado principalmente para abastecer arrozales anegados.

El PRAT trasvasa aguas del embalse Arenal, las cuales fluían originalmente por la vertiente del Caribe, a la vertiente del Pacífico a través de un complejo de tres plantas hidroeléctricas, Arenal, Corobicí y Sandillal (ARCOSA)(ICE, 1987). El Complejo Hidroeléctrico ARCOSA tiene una capacidad para aprovechar hasta 97.5 m³/s de agua, las cuales son críticas para abastecer las tierras agrícolas de la cuenca baja del Río Tempisque durante la época de estiaje (Castillo, L 1993).

El Proyecto se dividió en dos distritos de riego: Arenal y Zapandí. El Distrito Arenal, ubicado entre los ríos Abangares y Tempisque, tiene casi la totalidad de sus tierras bajo riego con aguas del Complejo Hidroeléctrico ARCOSA (Villalta, 1994). Este distrito tiene una extensión de 40,060 Ha y abarca parcialmente los cantones de

Abangares, Bagaces, Cañas y Liberia. Está dividido en seis subdistritos: (1) Tempisque, (2) Cabuyo, (3) Piedras, (4) Cañas, (5) Lajas y (6) Abangares (Barboza, 1992; Castillo, L. 1993; Salas, 1996; Chacón, 1999). El Distrito Zapandí, el cual no se ha habilitado, se ubica en la margen derecha del Río Tempisque y será regado, en parte con aguas del Complejo Hidroeléctrico ARCOSA, pero principalmente con aguas subterráneas y del Río Tempisque (Barboza, 1992; Villalta, 1994). El distrito tiene una extensión de 19,900 Ha y está dividido en dos subdistritos: (1) Zapandí Norte y (2) Zapandí Sur (Castillo, L. 1993; Salas, 1996; Chacón, 1999).

La ejecución del PRAT se dividió en tres etapas (Coto, 2000) (Cuadro 2). La primera se completó en 1988 e incluyó un Proyecto Piloto y la habilitación de 6371 Ha bajo riego en los subdistritos de Cañas y Lajas. La segunda etapa abastece 13,011 Ha en los subdistritos Piedras y Cabuyo y se completó en 1998. Durante la tercera etapa, SENARA pretende poner bajo riego 18,000 Ha en los subdistritos Tempisque, Lajas y Abangares (Murillo, W. SENARA, Comunicación personal, 2000). Esta etapa además proveerá aguas, en conjunto con otras fuentes de abastecimiento, a los subdistritos Zapandí Norte y Sur (Castillo, L. 1993; Coto, 2000).

Cuadro 2. Etapas del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT)

<i>Etapa</i>	<i>Area bajo Irrigación (ha)</i>	<i>Canales Primarios (km.)</i>	<i>Canales Secundarios (km.)</i>	<i>Caminos (km.)</i>
Etapa I (completado 1988)	6,371	8.5	117	113.5
Etapa II (completado 1998)	13,011	21.9	119	159.5
Etapa III (pendiente para 2000-2001)	≈18,000	N.A.	N.A.	N.A.
TOTAL	≈37,382	N.A.	N.A.	N.A.

Fuente: Barboza, 1992; Castillo, R. 1993; Salas, 1996; Coto, 2000.

Hasta el momento, las estructuras del PRAT consisten de: (1) la presa derivadora Ing. Miguel Pablo Dengo Benavides, (2) el Canal Oeste de 21.9 km. de largo y con un caudal de 55m³/s, (3) el Canal Sur de 8.5 km. con un caudal de 30m³/s, (4) 236 km. de canales secundarios (5) y 270 km. de caminos que corren paralelos a los canales primarios y secundarios. Además cuenta con una zona de amortiguamiento de 250 Ha, ubicada entre el Parque Nacional Palo Verde y la Hacienda Tamarindo, que incluye dos lagunas de sedimentación (Castillo, L 1993; Maldonado *et al.*, 1995; Salas, 1996; Coto, 2000; Pineda, N. 2000. Regente Ambiental del Distrito de Riego Arenal Tempisque – SENARA. Comunicación personal 09/11/2000).

En general, los impactos ambientales del PRAT no han sido bien documentados, ni sistematizados. Sin embargo, Gutiérrez *et al.* (1985) y Vaughan *et al.* (1996) elaboraron un análisis de los impactos potenciales del Proyecto sobre la vida silvestre, los suelos y la hidrología del área. Se determinó que se podría (1) contaminar los acuíferos y aguas superficiales por la infiltración, percolación y escorrentía de aguas utilizadas en los sembradíos, (2) eliminar la cobertura boscosa por la construcción de infraestructura, el desarrollo agrícola y el establecimiento de asentamientos humanos, (3) reducir o perder la fauna silvestre del área por intoxicaciones o reducción de hábitat, (4) aislar algunas especies, ya que los canales y sembradíos se convertirán en barreras relativas y absolutas para el movimiento de algunas especies residentes (5) aumentar las enfermedades sobre la fauna silvestre y humanos por intoxicaciones, (6) deteriorar los suelos por lixiviación y (7)

acelerar el deterioro del Golfo de Nicoya por fertilizantes y plaguicidas provenientes de PRAT. Según Gutiérrez *et al.* (1985), el IICA-CEPPI (1993), Obando (1998) y Rodríguez y Obando (1999), las áreas sujetas a riego podrían sufrir una serie de impactos adversos relacionados a los ciclos naturales de la pedogénesis incluyendo saturación, salinización, alcalinización, erosión eólica y por arroyada, dilución y transporte de sustancias nocivas en agroquímicos, y fertilización y eutroficación de aguas estancadas o de circulación lenta. En la evaluación de la primera etapa del PRAT realizada por el SENARA-IICA (1991), se definió que uno de los impactos ambientales principales se ha expresado en el uso de espacio, ya que el Proyecto delimitó las extensiones máximas de las áreas protegidas. Es decir, el PRAT redujo considerablemente las posibilidades de extender áreas bajo protección, ya que colinda en gran parte con el Parque Nacional Palo Verde y la Reserva Biológica Lomas Barbudal.

Es importante que se amplíen, sistematicen y sigan realizando estudios sobre los impactos que causa el PRAT en el ambiente, la flora y fauna de la CRT a través de sus estructuras, distribución geográfica, el uso de agroquímicos y otras actividades humanas (cacería, generación de desechos, quemadas) que realizan los habitantes de los asentamientos que dependen del Proyecto (Chalukian *et al.*, 1990; Hidalgo, 1993; Burger *et al.*, 1993; Vaughan *et al.*, 1996; García *et al.*, 1998).

Cabe mencionar, que el SENARA inició un programa de monitoreo de calidad de aguas en el 2000, el cual se pretende ampliar durante el 2001, para tomar muestras y analizar

el uso de seis plaguicidas en las tierras del Proyecto (Pineda, N. 2000. Regente Ambiental del Distrito de Riego Arenal Tempisque – SENARA. Comunicación personal 09/11/2000). Además, la OET, el Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional Autónoma (UNA) están explorando la posibilidad de colaborar con el fin de expandir los esfuerzos del SENARA y monitorear las aguas en otras áreas de la cuenca baja del Río Tempisque.

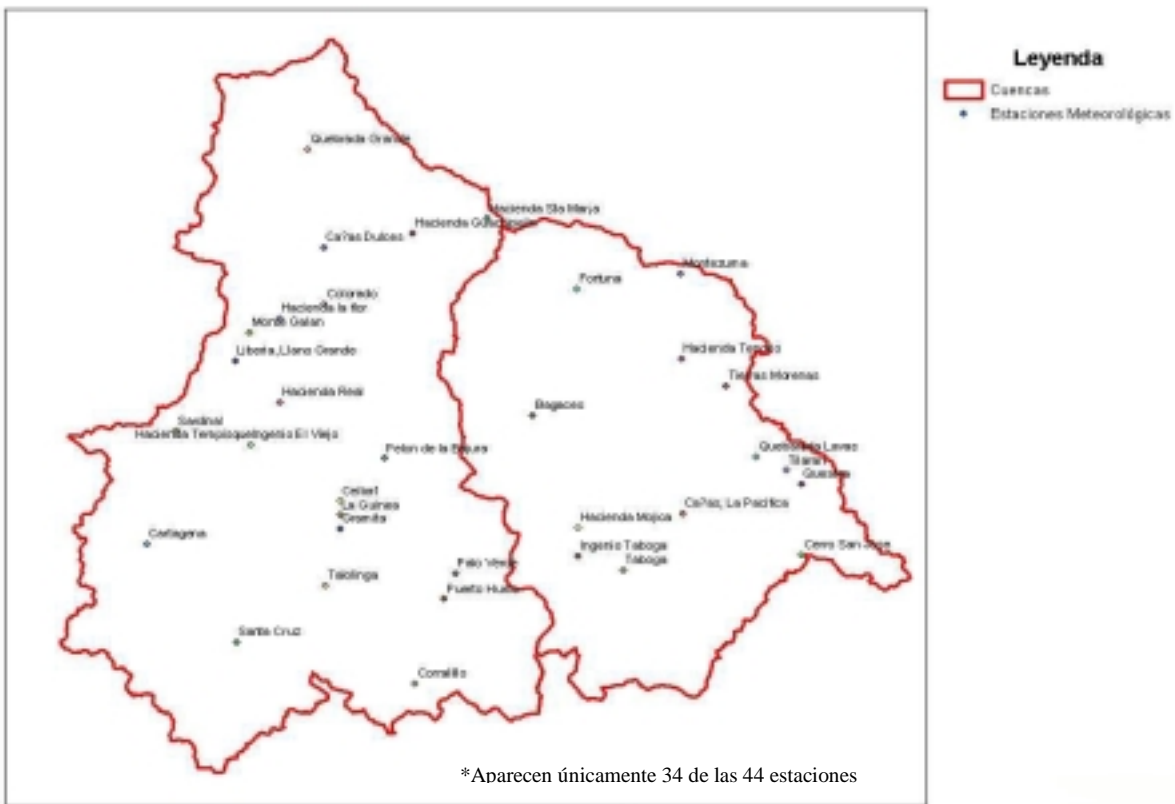
Clima de la CRT

La CRT y la región del Pacífico Norte de Costa Rica cuentan con un régimen climático tropical seco que se

caracteriza por ser cálido y contar con una distribución irregular de lluvias durante el año (Bravo *et al.*, 1991; SENARA – IICA, 1991; Maldonado *et al.*, 1995). Dentro de la cuenca existen 44 estaciones meteorológicas, las cuales en conjunto cubren el período desde 1921 hasta la fecha (Figura 8). A continuación se describen brevemente algunas de las características climatológicas de la CRT y sus áreas vecinas.

Temperatura

En la CRT existe poca variabilidad en cuanto a la temperatura media anual, por lo cual la región se clasifica como de clima tipo isotermal (Vargas, 1959; Corella, 1979; Vaughan *et al.*, 1996; Solórzano, 1996). Según datos obtenidos de 12 estaciones meteorológicas (Cuadro 3), las cuales cubren en conjunto el



Fuente: CCT, IMN y SIG OET.

Figura 8. Principales estaciones meteorológicas de la Cuenca del Río Tempisque.

período de 1954 hasta 1999, la temperatura promedio anual de la CRT es de 27.4°C, datos que coinciden estrechamente con informes de Castro y Villegas (1987) y Vaughan *et al.* (1996).

La Figura 9 muestra el promedio anual de temperatura para las diferentes áreas de la CRT. Las temperaturas más altas se evidencian en el suroeste y una sección de la cuenca media/baja, mientras que las temperaturas más bajas anuales se presentan en el límite noreste, este y sureste de la cuenca, donde limita con las cordilleras volcánicas que conforman la vertiente del Pacífico.

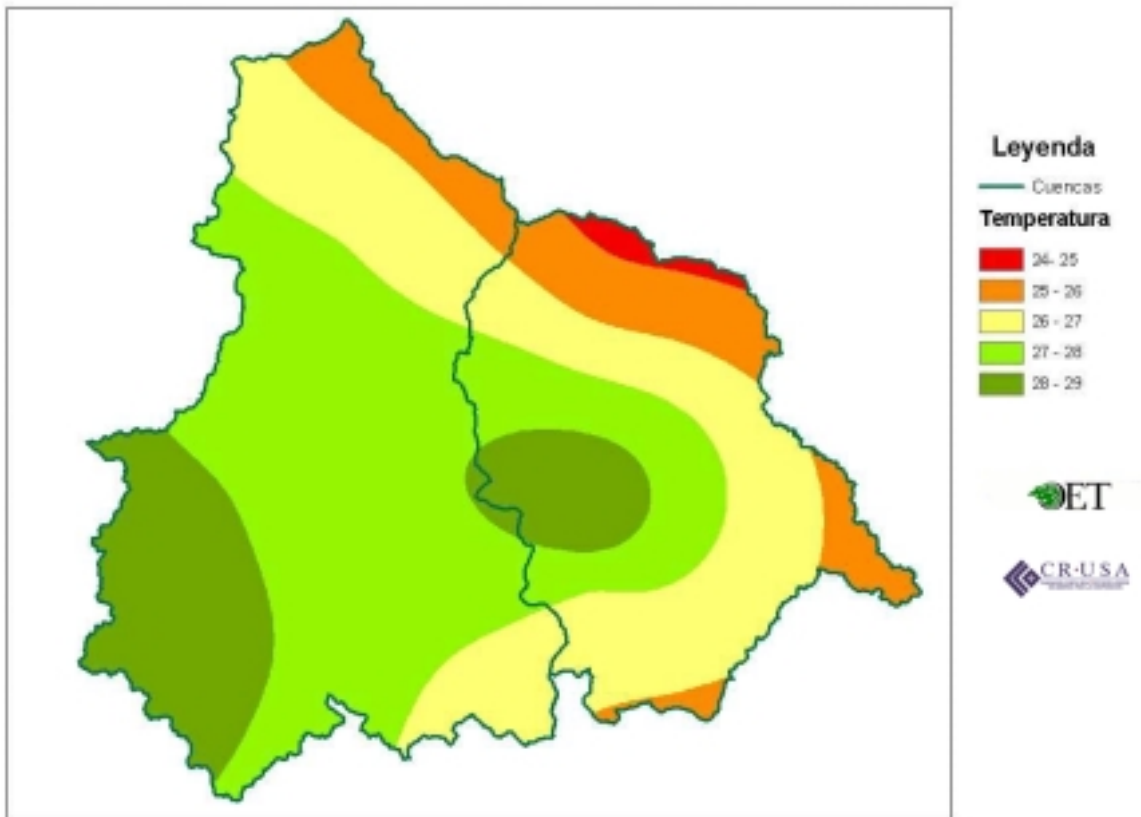
Las temperaturas máximas mensuales, que oscilan entre 27.1°C y 30.2°C, se reportan durante el mes de abril, exceptuando una estación (Cañas Dulces) en donde la temperatura máxima se registra durante marzo (Figura 10). Las temperaturas mínimas mensuales,

Tabla 3. Temperatura Promedio Anual

Estación	Temperatura Promedio Anual	Período (Años)
Nicoya	27.1	1961-1984
Libera, Llano Grande	27.5	1973-1999
La Guinea	27.6	1970-1999
Ingenio Taboga	27.4	1989-1999
Santa Cruz	28.1	1971-1994
Cañas, La Pacífica	27.3	1961-1978
Fortuna	25.5	1977-1992
Hacienda Tempisque	27.8	1954-1995
Hacienda Mojica	28.3	1993-1997
Bagaces	27.9	1974-1992
Cañas Dulces	27.0	1968-1985
Taboga	27.1	1971-1984
CRT	27.4	

Fuente: CCT, IMN y SIG OET

que oscilan entre 24.6°C y 27.0°C, varían entre setiembre, octubre, noviembre y diciembre para las 12 estaciones. Sin embargo, de éstas, seis registraron sus temperaturas mínimas mensuales durante el mes de octubre.



Fuente: SIG OET
 Figura 9. Promedio anual de temperatura para la Cuenca del Río Tempisque.

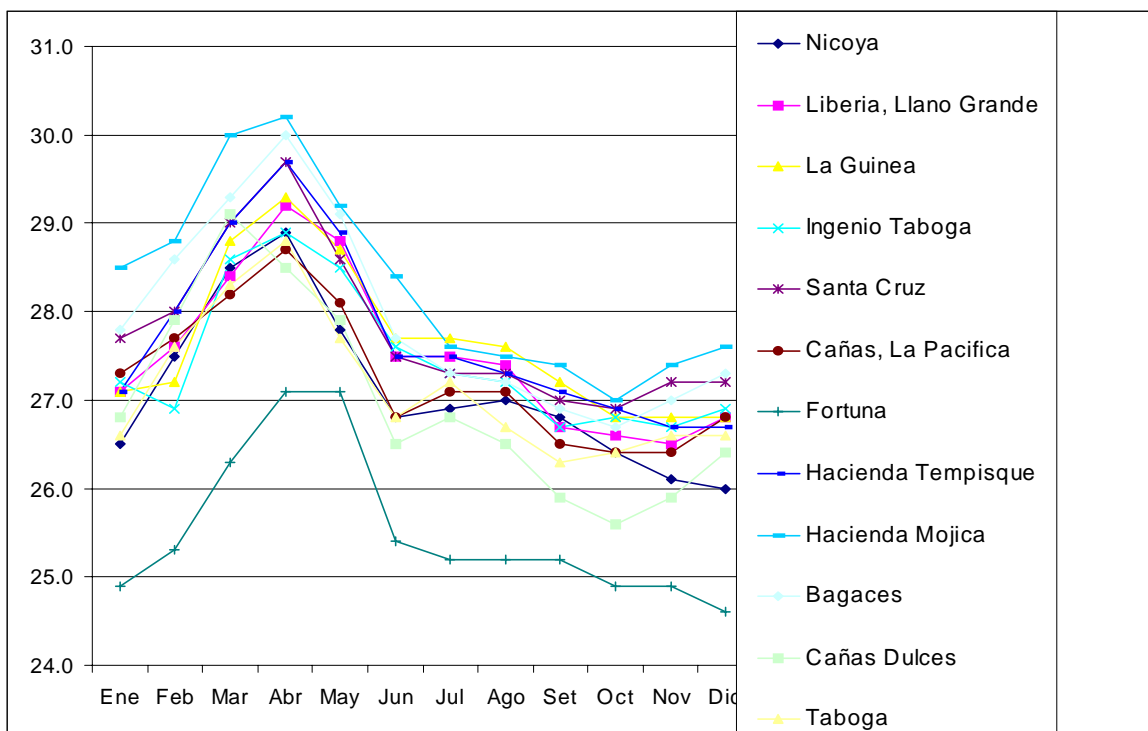


Figura 10. Temperatura promedio mensual para 12 estaciones en la Cuenca del Río Tempisque.

La temperatura media mensual experimenta un aumento desde enero y alcanza su máxima en abril. Luego se evidencia una disminución acelerada hasta julio y más gradual hasta octubre. De nuevo, la temperatura media aumenta levemente hasta enero (Figura 10).

Aunque las temperaturas medias mensuales varían poco, se observa una marcada oscilación entre la temperatura máxima y mínima diaria durante cualquier mes del año. En promedio, la oscilación es de 8.5°C (Obando, 1998; Rodríguez y Obando, 1999), aunque se han observado diferencias de hasta 12°C en un período de 24 horas (Vargas, 1959).

Precipitación, Vientos y Humedad Relativa

Utilizando datos de 39 estaciones pluviométricas (32 dentro de la CRT y 7 fuera de su extensión) (Cuadro 4), que

Cuadro 4. Estaciones Meteorológicas

Liberia, Llano Grande	Sardinal
La Guinea	Ingenio El Viejo
Ingenio Taboga	Taboga
Santa Cruz	Ceibal
Monte Galán	Corralillo
Cañas, La Pacifica	Gramita
Hacienda Tenorio	Hacienda Guachipelin
Fortuna	Cerro San José
Hacienda Tempisque	Quebrada Lavas
Colorado	Quesera
Cartagena	Tierras Morenas
Pelón de la Bajura	Tilarán
Hacienda Mojica	Quebrada Honda
Bagaces	Morote
Quebrada Grande	Santa Rosa
Puerto Humo	Las Juntas
Cañas Dulces	Monteverde
Hacienda Real	Sarmiento
Talolinga	Nicoya
Hacienda Santa María	

*Estaciones marcadas en gris se ubican fuera de la CRT

cubren en conjunto el período de 1921 hasta 1999, se determinó que la precipitación promedio anual de la CRT y sus áreas vecinas es de 1817 mm.

Como puede observarse en la Figura 11, típicamente, el 95% o más de la precipitación ocurre durante los meses de mayo a noviembre, la época lluviosa, mientras que el 5% restante ocurre de diciembre a abril, la época seca (SEPSA, 1984; Castro y Villegas, 1987; Maldonado *et al.*, 1995; Vaughan *et al.*, 1996; Bolaños *et al.*, 1998). Maldonado *et al.* (1995) encontraron, basados en el análisis de cinco estaciones pluviométricas dentro de la CRT, que el 50% de la precipitación ocurre durante los meses de agosto, setiembre y octubre. La humedad relativa durante la época seca oscila entre 60 y 65%, mientras que durante la época lluviosa oscila entre 80 y 90% (SEPSA, 1984; Solórzano, 1996).

Durante los meses de junio, julio y agosto se presenta un período de precipitación reducida conocido como el

Veranillo de San Juan o la Canícula (Figura 11). Este evento se debe a un aumento en la velocidad de los vientos alisios y a un desplazamiento temporal al sur de la Zona de Convergencia Intertropical (Castro y Villegas, 1987). El Veranillo de San Juan se extiende cada cinco ó siete años debido al fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y reduce la precipitación durante setiembre y octubre, usualmente los meses más lluviosos del año (Campos, 1992 citado en Obando, 1998).

Las Figuras 12, 13 y 14 muestran la (1) precipitación mensual en 39 estaciones en la CRT, (2) el promedio mensual de precipitación durante la época lluviosa (3) y el promedio mensual de precipitación durante la época seca, respectivamente. En general, la gran mayoría de la CRT recibe entre

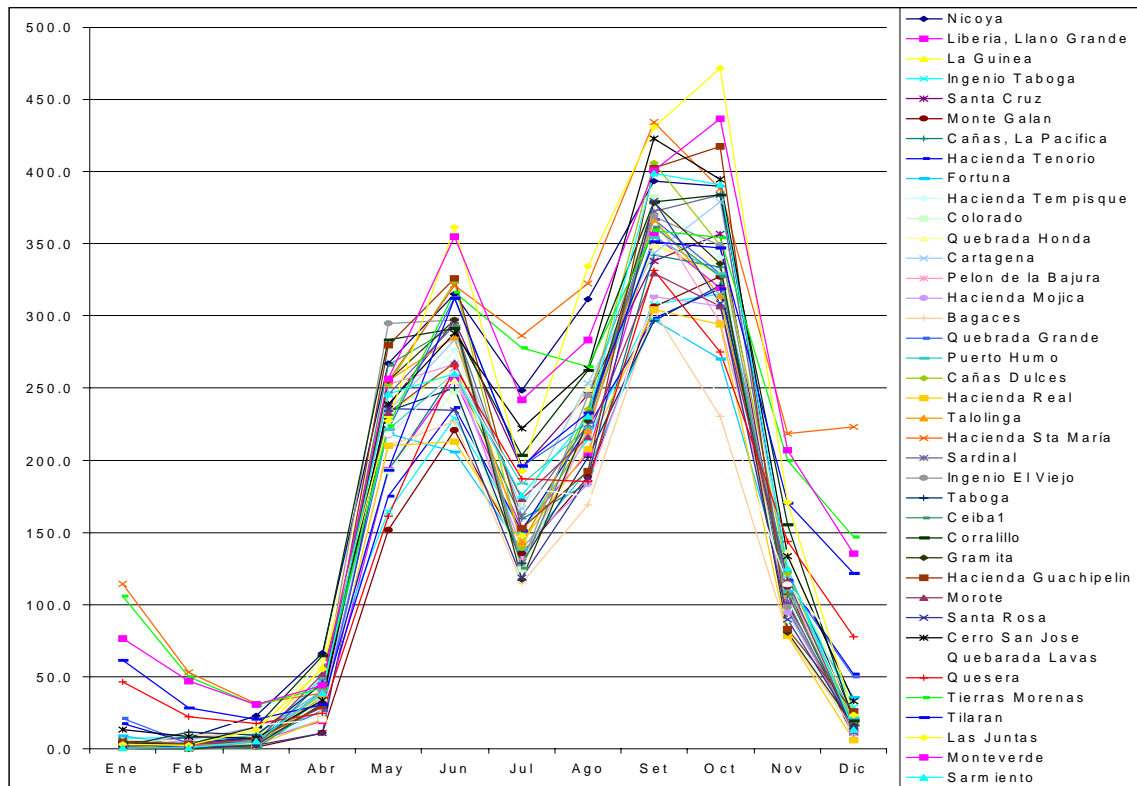
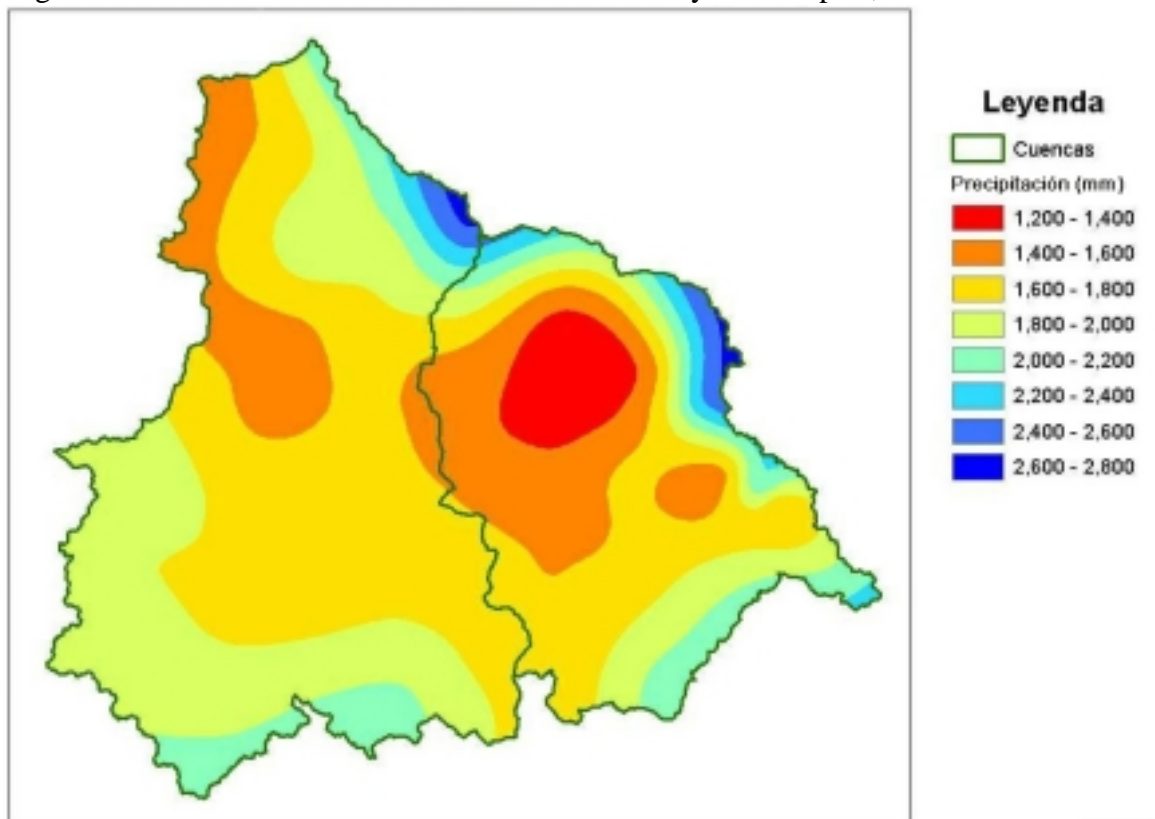


Figura 11. Precipitación mensual en 39 estaciones pluviométricas en la Cuenca del Río Tempisque.

0-30 mm de lluvia mensuales durante la época seca, mientras que durante la época lluviosa recibe entre 220-260 mm por mes. Las partes más secas se encuentran en las bases de la Cordillera de Guanacaste y en algunos sectores del extremo este/noreste de la CRT, mientras que las áreas que reciben la mayor cantidad de precipitación, se ubican en las partes altas de la Cordilleras de Tilarán y Guanacaste, donde las lluvias se dan por efecto orográfico.

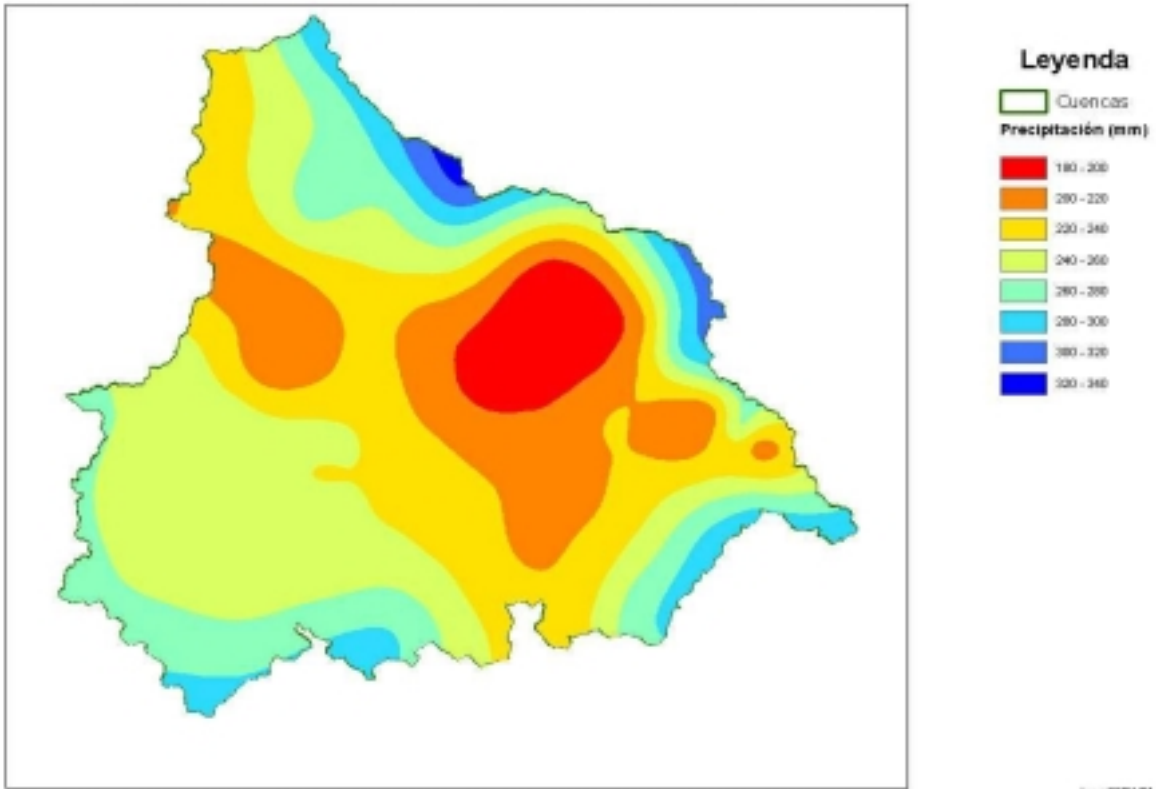
marcan el inicio de la época lluviosa (SEPSA, 1984; IICA – CEPPI, 1993; Solórzano, 1996). Estos arriban cargados de humedad, la cual descargan en la forma de precipitación en la región de Guanacaste y algunos años ocasionan inundaciones en la cuenca media y baja del Río Tempisque. Los vientos alisios, los cuales marcan el inicio de la época seca y el Veranillo de San Juan, provienen del noreste por la región del Caribe y descargan lluvias en las zonas norte y este del país, a barlovento de las



Fuente: SIG OET.
 Figura 12. Mapa de precipitación media anual (mm) para la Cuenca del Río Tempisque.

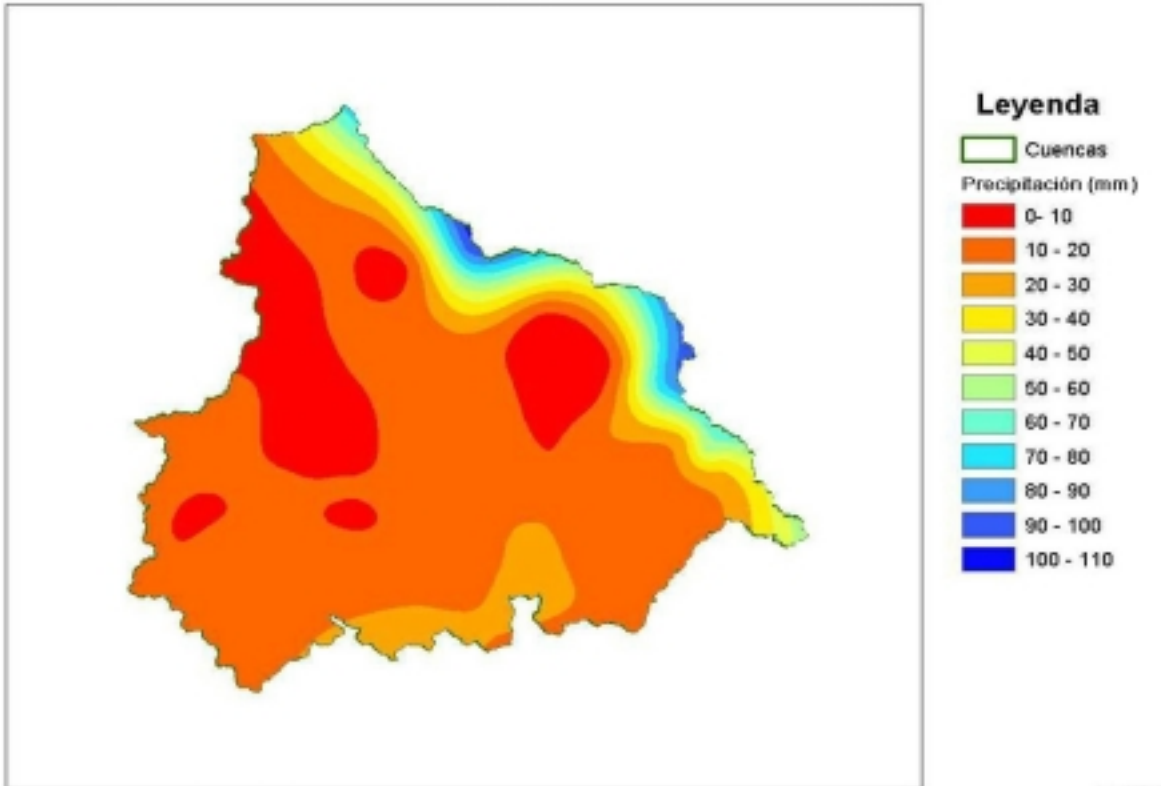
La marcada estacionalidad que se evidencia en la CRT está determinada por los vientos ecuatoriales y los vientos alisios (SEPSA, 1984; Maldonado *et al.*, 1995; Vaughan *et al.*, 1996). Los vientos ecuatoriales, provenientes del suroeste y este por la costa del océano Pacífico,

cordilleras volcánicas de Tilarán y Guanacaste. Al pasar por las serranías, bajan secos a sotavento por la vertiente del Pacífico y pueden ocasionar sequías. Según Barrantes y Martínez (1992 citados en Vaughan *et al.*, 1995), los vientos alisios pueden alcanzar velocidades de 46 a 58 km/h con ráfagas



lego 0901/01

Fuente: SIG OET.
 Figura 13. Precipitación mensual media (mm) en la época lluviosa para la Cuenca del Río Tempisque.



lego 0901/01

Fuente: SIG OET.
 Figura 14. Precipitación mensual media (mm) en la época seca para la Cuenca del Río Tempisque

de 95 km/h durante los meses de diciembre a marzo, mientras que de mayo a noviembre su velocidad oscila entre 30 y 46 km/h.

Sequías en la CRT

Según Bolaños *et al.* (1998), la evapotranspiración potencial (ETP) anual de la CRT es de 1,879 mm, aunque Vaughan *et al.*, (1996) determinaron que puede ser de hasta de 2,100 mm en la cuenca baja del Río Tempisque. Esto significa que la precipitación anual en la CRT es inferior a ETP, con un déficit de 62 y hasta 283 mm por año. Por esta razón, la cuenca y sus áreas vecinas se denominan Pacífico Seco y son sujetas a sequías durante años con déficits hídricos muy marcados (Castro y Villegas, 1987).

Según Corella (1979) y Solórzano (1996), las sequías en la CRT se deben al efecto de viento foehn (conocido como *chinook* en las Rocayosas en Norte América), producto de los vientos alisios provenientes del Caribe (Ahrens, 1994). Los vientos húmedos se enfrían según el gradiente adiabático a barlovento de las Cordilleras de Tilarán y Guanacaste, eventualmente se condensan y descargan la humedad en la forma de lluvias. Al pasar las cordilleras, bajan a sotavento, se calientan por medio del mismo proceso adiabático, y al no tener una fuente de humedad, se convierten en vientos muy secos que cubren la CRT como una manta de aire caliente.

En la CRT, se empezaron a registrar sequías desde 1922. Castro y Villegas (1987) y Solórzano (1996) encontraron que estos eventos se produjeron en 1925, 1957, 1958, 1963, 1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1982, 1983, 1985, 1986 y 1994. Las más

severas ocurrieron en 1972, 1973, 1974, 1975. Además, en 1956 y 1967 se mostraron descensos significativos en la precipitación anual en la región, posiblemente causando sequías, aunque no aparecen registrados en datos oficiales como años de sequía. En 1997, también se produjo una sequía por causa del evento ENOS, el más severo reportado en la historia reciente, el cual afectó actividades agropecuarias en la región de Guanacaste (García, 1997). Castro y Villegas (1987), encontraron que para el período de 1950 hasta 1984, se registraron 40 meses con sequía leve, 17 con sequía moderada y seis con sequía severa, de acuerdo con cálculos hechos a través de los resultados de los balances hídricos, precipitación y la ETP en las estaciones de Liberia y Guinea. Los meses de mayo, julio y agosto fueron los más afectados.

Inundaciones en la CRT

Históricamente, la CRT ha estado sujeta a inundaciones periódicas que ocurren durante la época lluviosa y causan considerables daños a cultivos, infraestructura y asentamientos humanos en las partes medias y bajas de la cuenca (Bolaños *et al.*, 1998). Estos episodios se deben, en parte, a problemas de drenaje, la topografía plana-concava de la región y la impermeabilidad de algunos suelos en la cuenca baja (Vargas, 1959). Sin embargo, los efectos adversos de las inundaciones se pueden atribuir principalmente a la mala planificación y el uso inadecuado de tierras, además de la expansión urbana en las llanuras de inundación (Bolaños *et al.*, 1998).

Generalmente, el Río Tempisque se desborda desde Paso de Tempisque a Filadelfia y aguas abajo, pero las inundaciones de mayor duración y que causan la gran mayoría de los daños se

atribuyen al Río Palmas, un afluente del Río Tempisque que está ubicado aproximadamente a un kilómetro de Filadelfia (Maldonado *et al.*, 1995).

Para controlar las inundaciones en la margen derecha del Río Tempisque se construyó en 1973 un dique de cuatro kilómetros de largo en el pueblo de Filadelfia. Sin embargo, el dique fue construido con materiales de baja calidad y sus bases se han ido socavando con el flujo del Río Tempisque. Además, la estructura se ha debilitado por las múltiples crecidas y la circulación de vehículos en la cresta. Hasta la fecha, las aguas del Río no han superado el dique, pero dado su mal estado, se están llevando a cabo una serie de obras para reforzarlo y extenderlo 200 m. (Dulude, 2000).

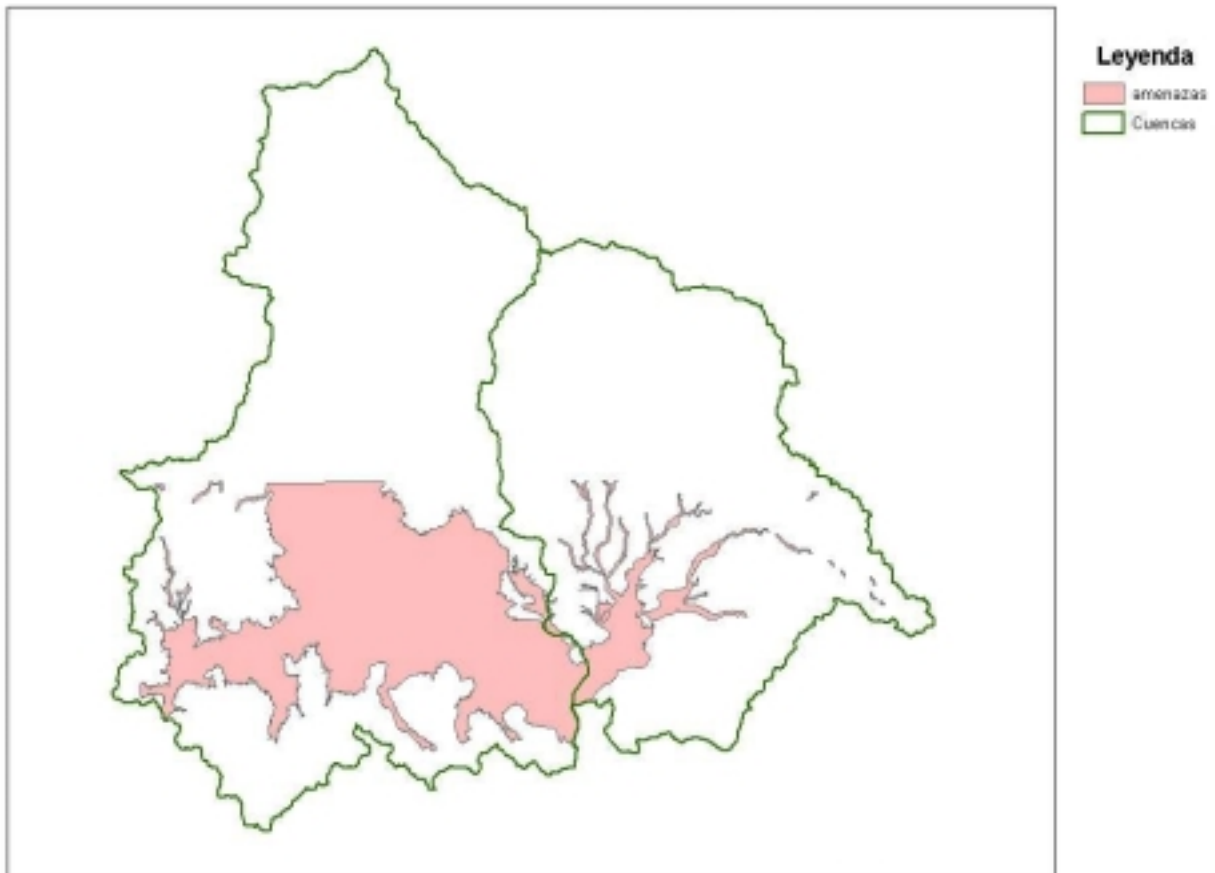
Además del Canal del SENARA, se han edificado varios diques en tierras privadas para proteger plantaciones de caña de azúcar en ambas márgenes del Río. También se inició un proyecto en el 2000 para dragar parte del Río Palmas y un canal de desbordamiento cercano, con el fin de remover sedimentos acumulados, permitir la descarga de aguas y así reducir las probabilidades de inundaciones (Dulude, 2000). En 1983, se construyó un canal artificial de cuatro km. conocido como el Canal del SENARA) cerca de los sitios El Jobo y Playitas, para redirigir, acelerar y evacuar las aguas del Río Tempisque durante la época lluviosa (Maldonado *et al.*, 1995). Aunque el canal ha cumplido con estos objetivos, inhabilitó una serie de meandros del Río que alimentaban humedales dentro del Parque Nacional Palo Verde. Ahora los meandros están siendo utilizados para cultivar caña de azúcar y los humedales se han degradado considerablemente.

Durante la última década, las inundaciones con mayores impactos adversos ocurrieron en 1995 y 1999. El último episodio, que se presentó durante el Huracán Floyd, en Setiembre de 1999, causó mas de US\$30 millones en daños a estructuras, dejó a cientos de personas sin vivienda y causó la muerte de diez (Dulude, 2000). Durante el Taller “Alternativas para el Control de Inundaciones y Conservación de Humedales – Río Tempisque” (2-6 de mayo del 2000), coordinado por la OET, con el auspicio del Centro H. John Heinz III para la Ciencia, la Economía y el Medio Ambiente y la Fundación Costa Rica – Estados Unidos de América para la Cooperación (CR-USA), se determinó que los impactos de las inundaciones en la CRT han ido aumentando. La Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (antes conocido como la Comisión Nacional de Emergencias) (CNE) (1996 citado en Bolaños *et al.*, 1998) identificó 81 zonas y barrios en peligro ante una inundación. En la Figura 15 se aprecian las áreas susceptibles a ser inundadas en la cuenca baja de Río Tempisque.

En general, el déficit o la presencia excesiva de aguas han sido motivo de conflictos en la CRT. Durante la época seca, particularmente en períodos de sequía, hay una fuerte competencia por el acceso a las fuentes de agua en la cuenca. Las grandes compañías con plantaciones de caña de azúcar y arroz tienen la capacidad de extraer altos volúmenes de aguas superficiales y, a menor escala, subterráneas (IICA – CEPPI, 1993), lo cual limita el acceso a comunidades y agricultores río abajo. Durante la época lluviosa y períodos de inundación, grandes extensiones de la cuenca media/baja han comenzado a recibir

cantidades de aguas superiores a los niveles normales, ya que algunas compañías y agricultores han construido diques a lo largo de los ríos y quebradas para proteger sus terrenos. Estos diques encauzan las aguas y disminuyen los tiempos de concentración de las avenidas, aumentan la descarga hacia áreas ya sujetas a inundaciones y afectan zonas que generalmente no reciben

diques” por Michael McClain de la Universidad Internacional de Florida (FIU), EE.UU (Dulude, 2000). Este tipo de medidas han demostrado que no cumplen el objetivo de proteger los intereses de las comunidades, los grandes agricultores y las áreas protegidas. Por lo tanto, es crítico que se exploren otros tipos de medidas no-estructurales bajo un enfoque de manejo



Fuente: CNE y SIG OET
Figura 15. Amenazas de inundación para la Cuenca del Río Tempisque.

impactos por el desbordamiento de algunos ríos y quebradas en la CRT. La creciente competencia por construir diques más altos y fuertes para proteger cultivos, sin consideración de los impactos que éstos producen en otros, ha sido denominada “la guerra de los

integrado de cuencas. La OET ya inició un diálogo con los múltiples sectores activos en la CRT con el fin de convertir la cuenca en un modelo de esta clase de iniciativas.

Zonas de Vida de la CRT

La CRT cuenta con siete zonas de vida y seis zonas de transición, según el sistema de clasificación de zonas de vida desarrollado por el Dr. Leslie Holdridge del Centro Científico Tropical (Figura 16) (Holdridge, 1987; Alpízar, *et al.*, 1998). Este sistema ha sido ampliamente utilizado como herramienta fundamental en aplicaciones de todo tipo, desde ecología hasta la conservación de la naturaleza (Maldonado, *et al.*, 1995). Es importante destacar que las zonas de vida sólo representan una cobertura potencial basada en las características biológicas y climáticas del área y no necesariamente la cobertura real.

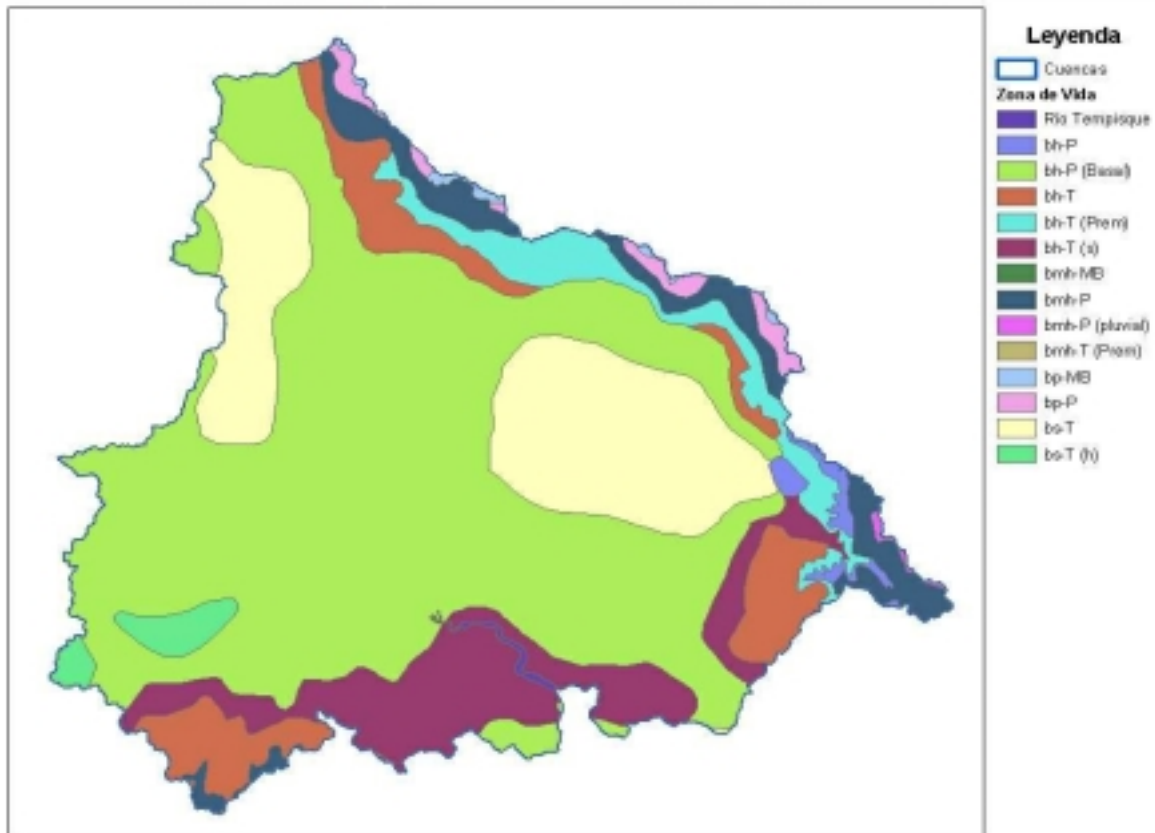
En el Cuadro 5 se esbozan las zonas de vida y de transición existentes en la CRT, además de sus respectivos

códigos, de acuerdo a estudios realizados por Alpízar *et al.* (1998).

Cuadro 5. Zonas de Vida en la CRT

Zona de Vida	Código
bosque húmedo Premontano	bh-P
bosque húmedo Premontano transición a Basal	bh-P (Basal)
bosque húmedo Tropical	bh-T
bosque húmedo Tropical transición a seco	bh-T (s)
bosque húmedo Tropical transición a Premontano	bh-T (Prem.)
bosque seco Tropical	bs-T
bosque seco Tropical transición a húmedo	bs-T (h)
bosque pluvial Premontano	bp-P
bosque pluvial Montano Bajo	bp-MB
bosque muy húmedo Premontano	bmh-P
bosque muy húmedo Premontano transición a pluvial	bmh-P (pluvial)
bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano	bmh-T (Prem.)
bosque muy húmedo Montano Bajo	bmh-MB

Fuente: Alpízar *et al.* (1998)



Fuente: CCT y SIG OET.

Figura 16. Zonas de Vida para la Cuenca del Río Tempisque (ver texto para explicación de la leyenda).

Imagen 06/01/01

Cabe mencionar que algunas de las zonas de vida que se encuentran dentro de la CRT poseen una asociación muy particular denominada “Asociación Atmosférica Seca”. Esto significa que cuentan con un período seco más largo de lo normal, lo cual afecta la vegetación natural y los usos de la tierra en la región (Alpizar, *et al.*, 1998). Las zonas de vida que poseen esta asociación incluyen el bosque húmedo tropical, bosque húmedo premontano y parte del bosque muy húmedo premontano.

El Cuadro 6 desglosa el área que ocupa cada una de las zonas de vida presentes en la CRT y a continuación se presenta una breve descripción de cada una de estas zonas. La información que se presenta está basada, casi en su totalidad, en los trabajos de Alpizar *et al.* (1998).

Cuadro 6. Cobertura de Zonas de Vida en la Cuenca del Río Tempisque.

Zona de Vida	km2	%
bh-P	48.11	0.9
bh-P (Basal)	2864.58	53.0
bh-T	419.56	7.8
bh-T (s)	544.13	10.1
bh-T (Prem.)	226.90	4.2
bs-T	871.26	16.1
bs-T (h)	79.33	1.5
bp-P	61.94	1.1
bp-MB	14.11	0.3
bmh-P	257.31	4.8
bmh-P (pluvial)	5.99	0.1
bmh-T (Prem.)	0.29	0.0
bmh-MB	0.08	0.0
Río Tempisque	11.04	0.2
Area total	5404.643	100.00

Fuente: CCT y SIG OET

Bosque húmedo premontano (bh-P)

Esta zona es la menos extensa dentro de la CRT y se localiza en el sector este, cerca de Tilarán. Sin embargo, su zona de transición a Basal, que se ubica en las zonas norte, oeste y

en la parte central de la cuenca, es la más extensa y ocupa más de la mitad de todo el territorio de la CRT. Según Alpizar, *et al.* (1998), los únicos parches de bosque natural remanentes de esta zona de vida se encuentran en los parques nacionales Santa Rosa y Palo Verde, ya que otras extensiones fuera de las áreas protegidas han sido arrasadas como consecuencia de actividades dañinas antrópicas. Esta zona se caracteriza por extensos períodos secos y por ende su potencial productivo agropecuario es muy bajo.

Bosque húmedo tropical (bh-T)

Esta zona de vida se localiza en cuatro sectores de la cuenca, a lo largo de la parte baja de la Cordillera de Guanacaste, al sur de Cañas, en el sector sur de la Cuenca y en la parte media y alta de la Cuenca del río Diríá (Alpizar, *et al.*, 1998). Cuenta con dos tipos de zona de transición, incluyendo transición a seco y a premontano. En conjunto, representan más del 22% de la CRT y es la segunda zona más extensa de la región. Aunque la vegetación natural ha sido muy alterada por el ser humano, todavía existen pequeños remanentes boscosos característicos de la zona. En general, su potencial productivo para uso agrícola se considera bueno, aún cuando presenta períodos secos largos de tres a cinco meses. Además de contar con la asociación atmosférica seca, cuenta con las asociaciones hídrica y la edáfica seca, constituidas por humedales y por cerros de materiales calcáreos, respectivamente.

Bosque seco tropical (bs-T)

Esta zona de vida se restringe principalmente a las áreas de Cañas y Bagaces, aunque Hartshorn (1983;1988) ha identificado pequeños parches en los Parques Nacionales Palo Verde y Santa

Rosa. Es importante señalar que la CRT cuenta con los únicos remanentes de esta zona de vida en Mesoamérica, exceptuando la Estación de Biología Chamela en México, ya que las extensiones originales han estado asociadas a una larga historia de pastoreo, quemadas frecuentes y devastación como consecuencia de la producción agrícola (Hartshorn, 1988). Su sobrevivencia dependerá, en gran parte, en su protección absoluta dentro de estas tres áreas.

Esta zona tiene la particularidad de que representa las áreas con menor precipitación de toda la cuenca y de todo el país. Además, cuenta con períodos secos extensos que oscilan entre los seis y seis meses y medio al año, en los cuales no se da crecimiento vegetacional o es muy lento.

Esta zona de vida presenta dos asociaciones, la edáfica fértil y la edáfica infértil. En lugares donde no hay opciones de riego, el potencial productivo es mínimo en comparación con otras zonas de vida más húmedas. Además, existen muy pocas opciones para el aprovechamiento forestal. Sin embargo, donde sí hay opciones de riego, los suelos tienen el potencial de convertirse en zonas muy productivas para el cultivo, por ejemplo, para granos y frutales. Debido a la particularidad del clima de esta zona, la mayor parte de los árboles son deciduos.

Bosque pluvial premontano (bp-P)

Esta zona de vida se ubica en las partes medias y altas de la Cordillera de Guanacaste. Posee una alta incidencia de lluvias lo que evita la existencia de períodos secos. Son áreas muy poco alteradas y muchas son parte de las áreas protegidas. Aunque poseen buenos suelos, las condiciones climáticas

limitan su potencial productivo, por lo cual se les restringe a la conservación de biodiversidad y para la producción de agua.

Bosque pluvial montano bajo (bp-MB)

Al igual que el bp-P, esta zona de vida se caracteriza por tener niveles muy altos de precipitación pluvial, posiblemente los más elevados de todos los bioclimas de la CRT. Se encuentran en las regiones más altas de la Cordillera de Guanacaste, pero en porcentajes de cobertura muy bajos. La vegetación natural se caracteriza por ser siempreverde, muy densa y con abundante presencia de epífitas. Son tierras que pertenecen a la categoría de parque nacional, ya que son de gran importancia desde el punto de vista hídrico y de su alta biodiversidad.

Bosque muy húmedo premontano (bmh-P)

Esta zona apenas cubre un pequeño porcentaje de la CRT y se localiza principalmente en las partes medias y altas de la Cordillera de Guanacaste. Aunque se han eliminado la mayor parte de sus ecosistemas naturales, todavía se pueden encontrar algunos remanentes en los Parques Nacionales Guanacaste, Rincón de la Vieja y Tenorio. Se caracteriza por poseer diversas asociaciones incluyendo la atmosférica seca en las partes bajas, la climática, la edáfica fértil por la influencia volcánica, y por último, la asociación atmosférica húmeda.

Debido a que es una zona afectada por altos niveles de precipitación pluvial, no es considerada apta para usos productivos. Sin embargo, se ha comprobado que posee un potencial asaz para mantener otro tipo de actividades tales como cultivos

permanentes, cultivos de hortalizas y la ganadería lechera.

Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)

Esta zona de vida se localiza en el área de transición al premontano en un espacio de territorio de apenas 0.3 km² en las faldas del Volcán Miravalles. Se le considera un área de gran exuberancia por poseer los bosques más altos y desarrollados de la región tropical y por contar con una alta biodiversidad.

Flora y Fauna de la CRT

La biota de la CRT y sus áreas vecinas es muy distinta a la del resto del país dado que la región de Guanacaste se asemeja y marca el límite sur de la pendiente del Pacífico árido que se extiende desde México hasta la desembocadura del Río Tempisque en el Golfo de Nicoya (Vaughan *et al.*, 1996). La vegetación es característica del bosque tropical seco y su avifauna, reptiles y anfibios tienen mayor afinidad con especies que se encuentran en las partes nortes de América Central. Aunque los mamíferos tienen distribuciones geográficas más amplias, algunas especies también tienen su límite sur en la región del Tempisque (Vaughan *et al.*, 1996).

Hasta la fecha, la mayoría de los inventarios de flora y fauna se han realizado en puntos muy específicos de la cuenca, particularmente los Parques Nacionales Palo Verde y Santa Rosa, y la Reserva Biológica Lomas Barbudal. Además, Alpízar *et al.* (1998), deducen que 90% de la investigaciones se han llevado a cabo dentro del bosque tropical seco y bosque húmedo premontano transición a basal, por lo que se ha dejado sin estudiar la biota de otras zonas de vida que abarcan la gran mayoría de la CRT. Por esta razón,

cuando se discute la flora y fauna de la región, usualmente se refiere a esas especies que se encuentran dentro de éstas dos zonas de vida y las áreas protegidas. Sin embargo, cabe mencionar que el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), una ONG que está realizando inventarios en la región de Guanacaste, ha extendido su área de investigación para inventariar especies en otras zonas de la CRT. Es muy importante que estos esfuerzos se lleven a cabo en todo el territorio de la cuenca, para contar con la información necesaria para determinar el estado, manejo y uso de especies silvestres.

En total, se han identificado 148 especies de árboles, 306 aves, 111 mamíferos (de las cuales la mayoría son murciélagos), 15 reptiles y 22 anfibios en las áreas protegidas de la CRT (Castro, 1993; Frankie *et al.*, 1994; Maldonado *et al.*, 1995; Vaughan *et al.*, 1996).

En un estudio realizado por Maldonado *et al.* (1995), se determinó que en 44.5% de la CRT existen nueve macro-tipos de vegetación de acuerdo al sistema de clasificación y mapas elaborados por Luis D. Gómez (1986 citado en Maldonado *et al.*, 1995). Estos incluyen: (1) bosque semideciduo-deciduo; (2) bosque deciduo de bajura; (3) bosque semi-deciduo de bajura; (4) bosque semideciduo; (5) bosque siempreverde estacional de bajura; (6) vegetación arbustiva, arbustiva con bosquetes aislados o parches de vegetación sabanoide; (7) bosque tropical ombrófilo aluvial; (8) pantano herbáceo de typha; y (9) manglares.

Las familias de vegetación más comunes incluyen las Fabaceae, Rubiaceae, Sapindaceae y Bignoniaceae (Maldonado *et al.*, 1995). En el Cuadro 7 se presentan algunas de las especies

típicas de la región y las que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción en Costa Rica (estas últimas aparecen en gris) (Mannix *et al.*, 1983; Boza, 1988; Maldonado *et al.*, 1995; Vaughan *et al.*, 1996; Alpízar *et al.*, 1998).

Cuadro 7. Especies Típicas de la Región

Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Cortez amarilla	<i>Tabebuia ochracea</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>
Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>
Zahino	<i>Caesalpinia eriostachys</i>
Roble	<i>Quercus oleoides</i>
Cornizuelo	<i>Acacia spp.</i>
Jaragua	<i>Hypharrhenia rufa</i>
Pará	<i>Panicum purpurascens</i>
Carao	<i>Cassia grandis</i>
Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>
Chilamate	<i>Ficus spp.</i>
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>
Pica-pica	<i>Stizolobium pruriens</i>
Viscoyol	<i>Bactris major</i>
Cardones	<i>Stenocereus aragonii</i>
Guayacán Real	<i>Guaiacum sanctum</i>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>
Cristóbal	<i>Platymiscium parviflorum</i>
Ron-ron	<i>Astronium graveolens</i>
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>
Tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i>

La cuenca baja del Río Tempisque también es conocida por su gran variedad y cantidad de aves terrestres y acuáticas. Los bosques son el hábitat del galán sin ventura (*Jabiru mycteria*), ave vadeadora con una población estimada de 45 individuos en Costa Rica, y la única población de lapas coloradas (*Ara macao*) en el Pacífico Seco (Boza, 1988; Castro, 1993; Vaughan *et al.*, 1996). Sin embargo, las aves acuáticas son las que más atraen a turistas y la razón por la cual se crearon el Parque Nacional Palo Verde y la Reserva Biológica Lomas Barbudal. Vaughan *et al.*, (1996) han reportado la presencia de hasta 25,000 piches

(*Dendrocygna autumnalis*), 15,000 cercetas aliazul (*Ana discors*), 200 espatulas rosada (*Ajaja ajaja*) y 4,000 cigüeñones (*Mycteria americana*) en ambas áreas protegidas. Además, frente al Parque se encuentra la Isla Pájaros (en el Río Tempisque), sitio de gran importancia para la anidación del ibis morito (*Casmerodius albus*), garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), ibis blanco (*Eudocimus albus*), la espátula rosada (*Ajaja ajaja*), el pato aguja (*Anhinga anhinga*) y el cigüeñón (*Mycteria americana*) (Boza, 1988; Maldonado *et al.*, 1995; Vaughan *et al.*, 1996).

Los mamíferos más abundantes en las áreas protegidas incluyen los monos congo y carablanca (*Allouatta palliata* y *Cebus capucinus*, respectivamente), pizotes (*Nasua nasua*), venados (*Odocoileus virginianus*), ardillas rojas (*Sciurus granatensis*), puerco espines (*Coendou mexicanus*) y coyotes (*Canis latrans*) (Boza, 1988). Los mamíferos que requieren de mayor protección por estar en vías de extinción o amenazados por pérdida de hábitat y otras actividades humanas (cacería y quemas) incluyen el león montés (*Puma concolor*), el manigordo (*Leopardus pardalis*), el caucel (*Leopardus wiedii*), el león breñero (*Herpailurus yagouarundi*), el jaguar (*Panthera onca*) y el mono colorado (*Ateles geoffroyi*) (Vaughan *et al.*, 1996).

En general, existe una fuerte carencia de información sobre el estado de anfibios y reptiles en la CRT. Sin embargo, se han reportado siete familias de anfibios y 14 de reptiles (Cuadro 8). Para un listado completo se puede consultar Vaughan *et al.* (1996) y Alpízar *et al.* (1998).

Cuadro 8. Familias de anfibios y reptiles reportados para la Cuenca del Río Tempisque.

Familias de Anfibios
Caeciliidae
Rhinophrynidae
Microhylidae
Leptodactylidae
Bufo
Hylidae
Ranidae
Familias de Reptiles
Chelydridae
Kinosternidae
Emydidae
Gekkonidae
Iguanidae
Teiidae
Scincidae
Leptotyphlopidae
Boidae
Anilidae
Colubridae
Micruridae
Crotalidae
Crocodylidae

Fuente: Vaughan *et al.* (1996)

Según Alpízar *et al.* (1998), la vida silvestre de la CRT ha sido la más afectada del país como resultado de la reducción de la cobertura boscosa, la cacería ilegal, la expansión de la frontera agrícola, la contaminación por el uso inapropiado de agroquímicos y pesticidas, las quemadas anuales, la construcción de estructuras para riego y la creciente urbanización de la cuenca. Los impactos de estas actividades se han notado principalmente dentro de las áreas protegidas y otras zonas importantes para la vida silvestre, como la Isla Pájaros (Chalukian *et al.*, 1990; Burger *et al.*, 1993; Hidalgo, 1993). Frankie *et al.* (1994) han registrado la pérdida y reducción de especies en la Reserva Biológica Lomas Barbudal, el Parque Nacional Palo Verde y el Corredor la Mula que une ambas áreas, incluyendo zopilotes rey, tucanes pico iris, lapas, monos araña, zorros, pisotes, mapaches, saínos, varios felinos e insectos polinizadores nativos de Guanacaste. Hidalgo (1993) informa de

los posibles impactos de plaguicidas organoclorados utilizados en las tierras agrícolas de la CRT, sobre la biología reproductiva de cigüeñones de la Isla Pájaros, incluyendo una reducción en el grosor de la cáscara de los huevos, así como la presencia de fisuras en la superficie externa de los mismos. Chalukian *et al.* (1990), Acuña (1989) y Márquez (1992) también han estudiado el impacto de quemadas y otras actividades agrícolas que se llevan a cabo en las inmediaciones de las áreas protegidas sobre la vida silvestre en general y las poblaciones de tortugas y aves rapaces en el Parque Nacional Palo Verde, específicamente. Todos estos investigadores coinciden que la flora y la fauna silvestre en la región han sido afectadas drásticamente y su sobrevivencia y bienestar a largo plazo requerirán de un manejo adecuado.

Vaughan *et al.* (1996) elaboraron proyectos de manejo para aves acuáticas y venados en el Parque Nacional Palo Verde y la Reserva Biológica Lomas Barbudal; sin embargo, es de suma importancia que también se desarrollen proyectos o planes de manejo para otras especies y que estos abarquen otras áreas de la CRT.

Capacidad de Uso de las Tierras de la CRT

La CRT se puede dividir en 29 diferentes zonas de usos potenciales de la tierra con fines agropecuarios, forestales o de protección según la metodología elaborada por Bolaños *et al.* (1991) (Figura 17). Este grupo de investigadores diseñó un sistema de clasificación que comprende tres niveles: (1) clases, (2) subclases y (3) unidades de manejo, según el grado de similitud, en términos de las limitaciones y riesgos de deterioro, que presentan distintas

et al. (1991). Estas tierras no tienen el potencial requerido para desarrollar cultivos anuales y su uso se restringe a vegetación permanente. Poseen limitaciones más severas, dentro de las que se incluyen la presencia de suelos moderadamente o poco profundos (presentes en 77.2% de estas áreas), suelos de textura muy fina o muy gruesa (65.1%) y suelos de fertilidad media a muy baja (54.9%). Además, las actividades agropecuarias se podrían limitar en estas áreas por problemas de erosión moderada a severa, causada en parte por la presencia de relieves moderados o fuertemente ondulados (86.7%), neblina moderada (22.3%) y drenajes moderadamente excesivos e inundaciones moderadas (22.3%).

Las tierras de clase VII y VIII, representan cerca del 39% del territorio total de la CRT. Estas tienen limitaciones tan severas que ninguna actividad agrícola, pecuaria o forestal es recomendable; sólo son adecuadas para el manejo o la protección de recursos. Los tipos de limitaciones más importantes incluyen la presencia de suelos poco profundos (presentes en el 91.1% de estas áreas), suelos de texturas muy finas a muy gruesas (4.5%), suelos fuertemente pedregosos (92%), una baja fertilidad de suelos (90%), la presencia de relieves escarpados (79%), erosión sufrida severa (79%) y la posibilidad de drenaje excesivo o inundaciones muy severas (1.25%).

Usos Principales de la Tierra en la CRT

La región de Guanacaste, incluyendo la CRT, ha experimentado cambios drásticos respecto al uso de la tierra desde la década de los cincuenta, cuando aún cerca del 50% de su

territorio contaba con ecosistemas naturales con poca o ninguna intervención humana (Maldonado *et al.*, 1995). A la fecha, la gran mayoría de su cobertura original de bosques y humedales ha sido remplazada por cultivos, pastos y zonas urbanas. Sin embargo, la extensión de áreas protegidas ha ido aumentando durante los últimos veinte años. De particular importancia son los numerosos humedales que se encuentran dentro de éstas áreas en las partes bajas de la CRT, ya que cuentan con una alta diversidad biológica y suministran numerosos beneficios a las comunidades.

Durante la década de los cincuenta, las políticas de diversificación agrícola y sustitución de importaciones promovidas por el Gobierno de Costa Rica, la construcción de vías de acceso entre el Valle Central y Guanacaste, la colaboración técnica del Ministerio de Agricultura e Industrias (ahora Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG), además del crédito agrícola y el acceso a un mercado seguro, conllevaron a la modernización del sector agropecuario en la región (Vargas, 1959). Se dinamizó la producción de arroz, algodón y sorgo y se desarrolló una fuerte industria ganadera, la cual condujo a la rápida y extensa deforestación de Guanacaste, incluyendo gran parte de la CRT (Vargas, 1959; Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000).

Este auge agropecuario se mantuvo hasta principios de la década de los ochenta, cuando la economía del país entró en un período de crisis por causa de severos problemas en los mercados internacionales. Durante el resto de esta y la década de los noventa, la producción agropecuaria se mantuvo contraída y se notó una marcada sustitución de áreas

dedicadas a la producción de cultivos tradicionales como el maíz y frijol, por cultivos de expansión como el arroz y la caña de azúcar (Castro y Villegas, 1987; SENARA – IICA, 1991; Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). La actividad ganadera también disminuyó considerablemente y desaparecieron actividades agrícolas como el algodón y sorgo (Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000).

Hoy en día, las únicas actividades agropecuarias que muestran dinamismo y que siguen creciendo son la caña de azúcar, el arroz y el melón, dadas las políticas de desarrollo que ha impulsado el Estado (Vaughan *et al.*, 1996; Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). Además, se mantiene una decreciente pero marcada industria ganadera.

Arroz

Prácticamente toda la agricultura de arroz se lleva a cabo dentro de los límites de la CRT, principalmente bajo dos modos de producción: (1) arroz bajo riego y (2) arroz anegado. También se siembra arroz seco sin riego; sin embargo, este corresponde a un porcentaje muy bajo de la producción total en la CRT y el país en general (Aguilar *et al.*, 1998).

Las extensiones más grandes de arroz se localizan en las márgenes del Río Tempisque y en el Distrito de Riego Arenal (Aguilar *et al.*, 1998). Durante el período de 1998-99, el área total sembrada en la región Chorotega (que abarca, pero no se limita a la CRT) correspondió al 45.3% del total nacional; esta zona es la principal productora de arroz en Costa Rica (Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000).

En promedio, se sembraron 25,532 Ha de arroz en la región durante la década de los noventa, principalmente para consumo nacional (Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). La gran mayoría de los cultivos se ha concentrado en los cantones de Bagaces, Cañas y Liberia y los productores más importantes son El Pelón de la Bajura y las Haciendas El Real, Piedras, Mojica y Tempisque, además de otros productores independientes (Aguilar *et al.*, 1998; Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000).

Caña de Azúcar

La caña de azúcar se empezó a cultivar en la región Chorotega desde el siglo XVI, cuando fue introducida por el conquistador español Pedrarias Davila, vía Nicaragua, procedente de Puerto Rico (Chaves, sin fecha citado en Aguilar *et al.*, 1998). Desde entonces se ha convertido en una de las principales actividades económicas de la región, la cual se caracteriza por utilizar alta tecnología mecanizada, dadas las condiciones planas favorables de la CRT (Castro y Villegas, 1987; IICA – CEPPI, 1993; Aguilar *et al.*, 1998; Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000).

La totalidad de la producción de caña de azúcar en la región Chorotega se desarrolla dentro de la CRT, principalmente en las márgenes de los ríos Tempisque y Bebedero (Aguilar *et al.*, 1998). La gran mayoría de los cultivos se concentra en las plantaciones de los tres grandes y modernos ingenios de la región: (1) Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA), (2) El Viejo y (3) Taboga, los cuales tienen en conjunto 19,977 Ha bajo producción en la CRT (Cuadro 9) (Vega H., Allen.

Cuadro 9. Mayores Empresas Azucareras

Empresa	Area bajo producción (Ha)
CATSA	5,685
Taboga	8,892
El Viejo	5,400
Total	19,977

Fuente: Vega, A. Corporación GuanAzucar

Corporación GuanAzucar. comunicación personal 30/01/2001). Estos ingenios procesan más del 50% de la caña nacional, cuyos productos principales incluyen azúcar blanco y crudo, mieles y alcohol (Aguilar *et al.*, 1998; Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). De las mieles se extrae el alcohol, el cual se utiliza en la producción de carburantes.

Melón

El melón representa la única actividad agrícola de diversificación en la CRT que se ha desarrollado con éxito durante la última década. Fue inicialmente producida en la margen sudeste del Río Bebedero por la empresa El Pelón de la Bajura, pero se ha extendido a otras áreas, principalmente cerca de Filadelfia. Varias empresas y haciendas, incluyendo Ganadera Industrial S.A y las Haciendas Tempisque y Monte Claro, dedican ahora parte de sus terrenos al cultivo de este producto (Aguilar *et al.*, 1998).

En 1999, 6,980 Ha se dedicaban a la producción de melón en la región Chorotega, abarcando el 71% de la producción nacional total (Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). Aunque los precios de mercado han mostrado cambios erráticos y algunos agricultores han reemplazado sus cultivos por la sandía, en general la producción sigue aumentando (Aguilar *et al.*, 1998)

Ganadería

Históricamente, la ganadería fungió como la base de la economía de Guanacaste. Sin embargo, las caídas considerables en los precios internacionales, los problemas de crédito interno, además de condiciones climatológicas poco favorables han causado una sentida contracción en la actividad a nivel regional y nacional (Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). Se estima que desde principios de los años ochenta a 1999 se redujo el hato vacuno de la provincia de 850,000 cabezas a 350,000 (CERUR, 1992 citado en Vaughan *et al.*, 1996; Castro, 1997 citado en Aguilar *et al.*, 1998; SEPSA, 1998 citado en Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). Por ende, muchos ganaderos se han visto forzados a diversificar su base productiva a través de actividades como el melón, la reforestación, la producción de quesos y la ganadería de leche (Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2000). Vaughan *et al.* (1996) también han reportado que algunos hasta han convertido sus haciendas en albergues turísticos como una alternativa a la ganadería.

Áreas Protegidas

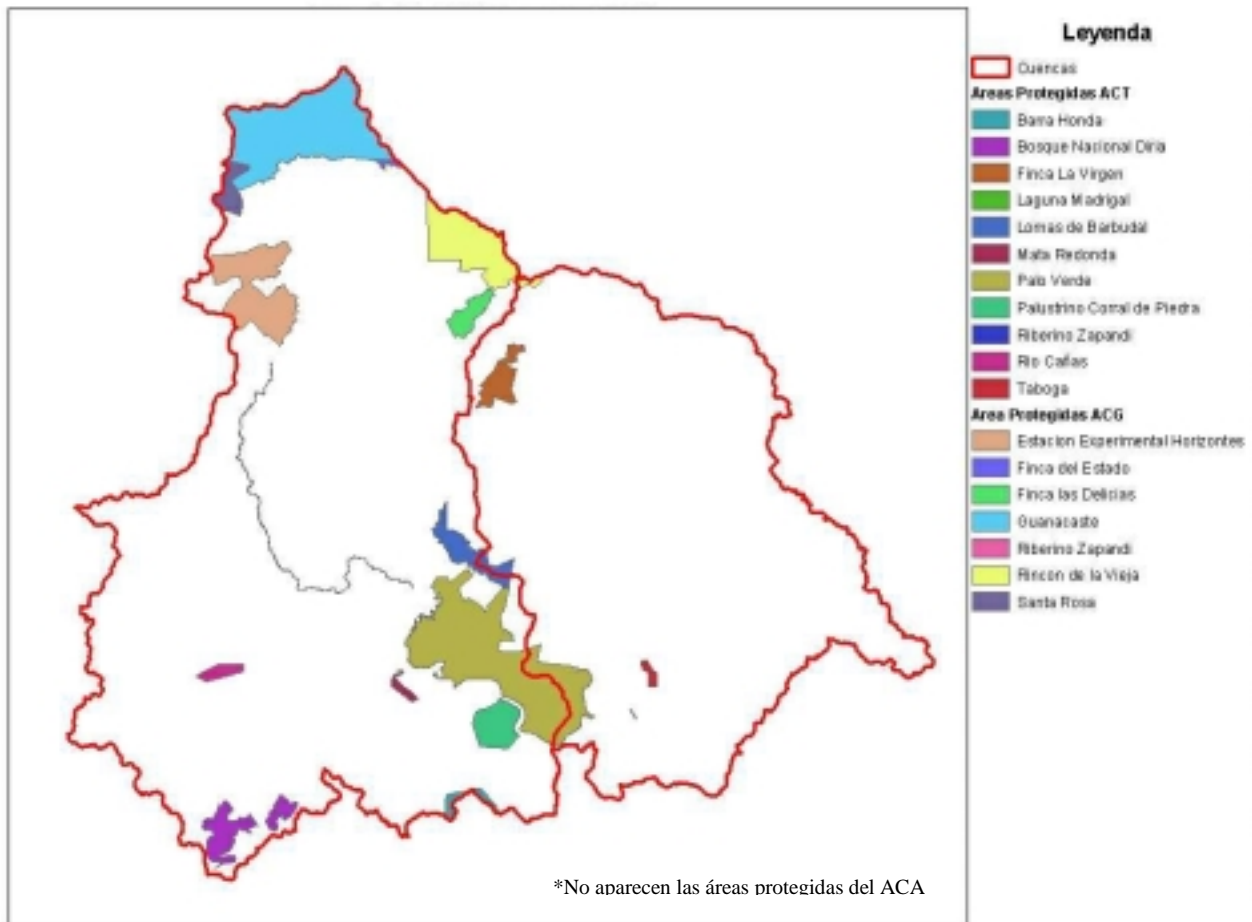
Dentro de la CRT se ubican 20 áreas silvestres protegidas bajo diferentes categorías de manejo y protección (Figura 18). Estas conforman parte de tres distintas áreas de conservación, según el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). La CRT tiene sus límites dentro de las áreas de conservación: (1) Guanacaste (ACG), que comprende la parte alta de la cuenca; (2) Tempisque (ACT), que

abarca la parte baja hasta la desembocadura del Río Tempisque; y (3) Arenal (ACA), que se encuentra en el límite este de la CRT (Alpizar *et al.*, 1998).

Las áreas protegidas representan unidades muy importantes para la conservación de cuencas hidrográficas y la protección de la biodiversidad y los ecosistemas naturales en la CRT. Sin embargo, muchas se ven amenazadas por la expansión agrícola que ha arrasado con grandes extensiones y ha llegado prácticamente hasta los bordes de las mismas.

Área de Conservación Guanacaste (ACG)
El ACG fue creada por decreto ejecutivo en 1991. El estatuto fue derogado en

1994 y se le cambió el nombre a Área de Conservación y Desarrollo Sostenible Guanacaste (Alpizar *et al.*, 1998). Según este último decreto, pasaron a formar parte de la ACG, los Parques Nacionales Santa Rosa, Rincón de la Vieja y Guanacaste, el Area Recreativa Bahía de Junquillal, la Estación Experimental Horizontes, los humedales estuarinos comprendidos entre bahía Salinas y punta Zapotal, además de una finca del Estado que no se menciona en el decreto. Todas estas áreas protegidas se encuentran parcialmente dentro de la cuenca, excepto el Área Recreativa Bahía de Junquillal. En el Cuadro 10 se desglosa la extensión que cubre cada área, exclusivamente dentro de la CRT.



Fuente: SINAC y SIG OET.

Figura 18. Áreas protegidas en la Cuenca del Río Tempisque.

Cuadro 10. Areas Protegidas del ACG en la CRT

<i>Nombre</i>	<i>Area total dentro de la CRT (km²)</i>
P.N. Santa Rosa	14.10
P.N. Guanacaste	141.85
P.N. Rincón de la Vieja	65.75
Finca del Estado	1.78
Estación Experimental Horizontes	69.86
Finca las Delicias	13.8
Humedal Riverino Zapandí	2.84
TOTAL	309.98

Fuente: MINAE y SIG OET

Área de Conservación Tempisque (ACT)

El ACT cuenta con 27 áreas silvestres protegidas. De éstas, sólo 11 tienen su extensión total o parcial dentro de la CRT. Entre ellas, cinco son humedales, mientras que las otras están conformadas por refugios nacionales de vida silvestre, reservas biológicas y forestales y parques nacionales. En el Cuadro 11 se desglosan todas las áreas protegidas que tienen todo o parte de su territorio dentro de los límites de la CRT.

Cuadro 11. Areas Protegidas del ACT en la CRT

<i>Nombre</i>	<i>Area total dentro de la CRT (km²)</i>
Humedal Riverino Zapandí	1.96
Reserva Biológica Lomas de Barbudal	26.48
Reserva Forestal Taboga	3.03
Humedal Laguna Madrigal	0.12
P.N. Palo Verde	184.50
Humedal Palustrino Corral de Piedra	24.64
Refugio de Vida Silvestre Mata Redonda	3.72
P.N. Barra Honda	7.03
Refugio Nacional de Vida Silvestre Bosque Dirriá	29.55
Humedal Río Cañas	6.56
Finca La Virgen	19.25
TOTAL	306.84

Fuente: MINAE y SIG OET

Área de Conservación Arenal (ACA)

Cuando el ACA fue decretada oficialmente como área de conservación en 1994, estaba compuesta por las áreas protegidas de Miravalles, Tenorio, Arenal, el embalse de Arenal, y Montes de Oro, entre otras. Actualmente comprende la zona de San Carlos, donde se administran 15 áreas silvestres. Sin embargo, sólo dos áreas protegidas del ACA se encuentran parcialmente dentro de la CRT: (1) la zona protectora Miravalles y (2) el P.N. y zona protectora Tenorio. El Cuadro 12 esboza la extensión de estas dos áreas dentro del límite de la CRT.

Cuadro 12. Areas Protegidas del ACA en la CRT

<i>Nombre</i>	<i>Area Total dentro de la CRT (km²)</i>
Zona Protectora Miravalles	53.20
P.N. Tenorio y Zona Protectora	60.00
TOTAL	113.20

Fuente: MINAE y SIG OET

En total, existen 730.02 km² de áreas silvestres bajo distinto regímenes de manejo y protección en la CRT, lo cual equivale a 13.5% del territorio total de la cuenca. Además de las áreas silvestres que administra el Estado dentro de la CRT, se conocen al menos nueve áreas protegidas privadas. Estas han surgido como una alternativa de conservación importante, que responden a la necesidad de proteger unidades naturales que el Estado no puede consolidar dado su alto costo (Alpizar *et al.*, 1998). La Red Costarricense de Reservas Naturales cuenta con tres de estas reservas privadas dentro de la CRT.

Humedales

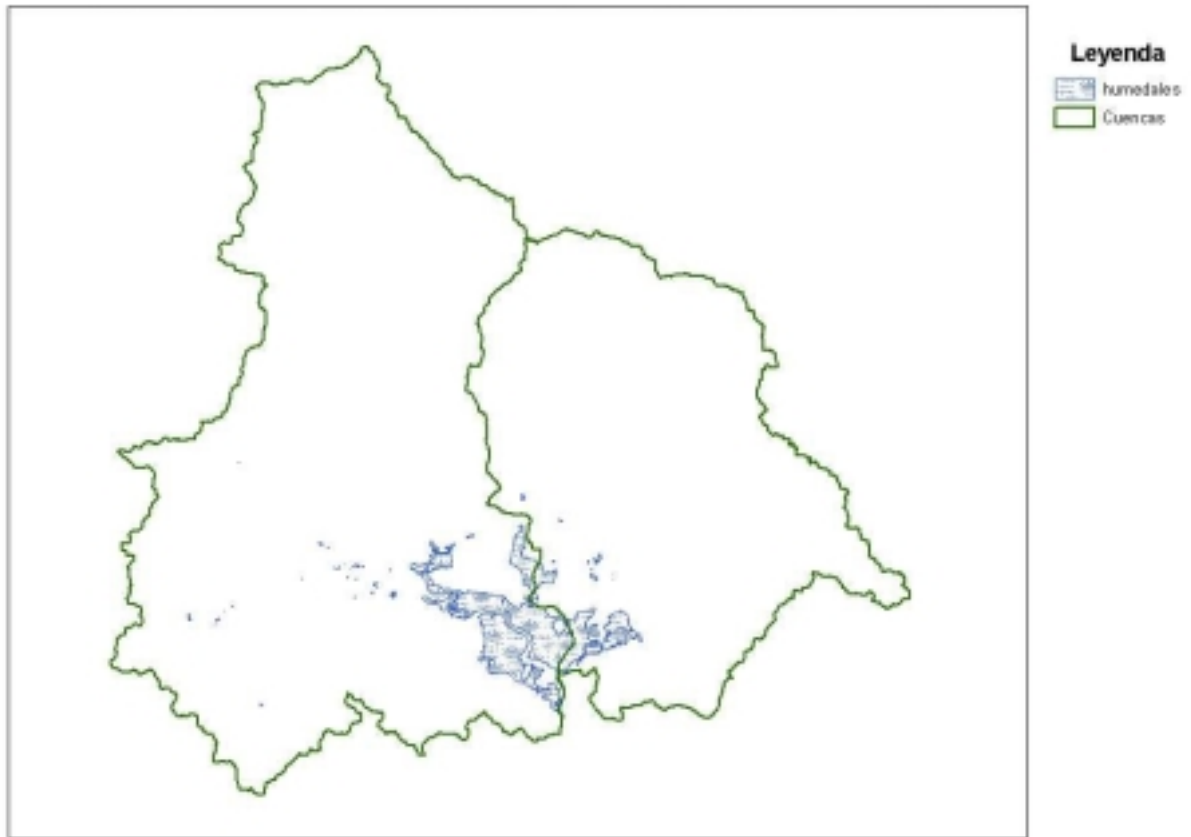
La CRT cuenta con aproximadamente 1,025 km² de humedales, equivalente a

un 19% del territorio total de Cuenca (Figura 19) (Aguilar *et al.*, 1998). Estos ecosistemas son fundamentales para la conservación de numerosas especies silvestres, el abastecimiento de agua, la realización de actividades económicas y hasta para mitigar los impactos de inundaciones (Bravo y Windevoxhel, 1997; Munoz *et al.*, 1999). Dada su importancia ecológica y los numerosos beneficios que brindan a la sociedad costarricense, han sido declarados de interés público, lo cual permite que el Estado imponga límites sobre sus usos y manejo.

Hay cuatro tipos de humedales en la Cuenca: (1) ribeños, (2) palustrinos, (3) lacustrinos y (4) estuarinos.

Humedales ribeños

Los humedales ribeños incluyen “los ambientes acuáticos contenidos en los drenajes que periódica, permanente o temporalmente mantienen agua en movimiento” (Bravo y Windevoxhel, 1997:13). Estos incluyen toda la red hídrica dentro la CRT, por ejemplo los ríos Tempisque, Bebedero, Tempisquito, San Josecito, Góngora, Los Ahogados, El Tizote, Liberia, Salto, Nimboyeros, Diriá y Santa Barbara, algunos de los cuales son considerados como los más importantes de la región (Aguilar *et al.*, 1998). Según Maldonado *et al.* (1995), en estos humedales se encuentran típicamente dos tipos de vegetación: (1) flotante, que está constituida principalmente por colonias



Fuente:UICN y SIG OET.

Figura 19. Humedales en la Cuenca del Río Tempisque.

de *Pistia stratiotes* y *Nymphae spp.* que se forman en las orillas de los ríos y (2) de márgenes de ríos, que está compuesta por bosques de galería, vegetación arbustiva y emergente en las riberas desprovistas de cobertura forestal.

Humedales palustrinos

Los humedales palustrinos son de tipo no mareal, típicamente no exceden dos metros de profundidad y los valores de salinidad se mantienen debajo de 0.5 partes por mil (Bravo y Windevoxhel, 1997). Estos humedales son los más extensos de la CRT, cubren 974.88 km², equivalente al 18% del territorio de la Cuenca (Aguilar *et al.*, 1998). Se extienden desde la desembocadura del Río Tempisque hasta la microcuenca del Río Cañas en la Península de Nicoya, incluyen la planicie de inundación de los ríos Cañas y Bebedero, el sector oeste del río Lajas, las áreas pantanosas de los ríos Palmas y Liberia y el límite inferior de las cordilleras volcánicas del noreste de la CRT (Aguilar *et al.*, 1998). Algunos de los humedales palustrinos más importantes incluyen la lagunas Corral de Piedra, Sonzapote y Lava Maíz, los pantanos de Mata Redonda y Río Charco y las márgenes del Río Bolsón (Aguilar *et al.*, 1998). Según Maldonado *et al.* (1995), la vegetación dominante son gramíneas, aunque también es frecuente la presencia de especies acuáticas de las familias Araceae, Pontederiaceae, Typhaceae y Malvaceae.

Humedales lacustrinos

Los humedales lacustrinos son hábitats acuáticos que cuentan con una depresión topográfica o están represados naturalmente, por lo que forman lagos o lagunas. (Bravo y Windevoxhel, 1997). La salinidad del agua puede ser mareal y

la vegetación está conformada por plantas emergentes, flotantes, musgos y líquenes. Se estima que cubren aproximadamente 60 km² de la cuenca baja del Río Tempisque (Bravo *et al.*, 1996b), pero también se encuentran algunos en el macizo volcánico Rincón de la Vieja y en las bases del Complejo Volcánico Miravalles (Aguilar *et al.*, 1998). Estos humedales se caracterizan por su alta concentración de flora y fauna. La Laguna La Poza, por ejemplo, es un micro humedal de tres Ha que atrae gran cantidad de aves y reptiles y está rodeado por un parche boscoso representante de los bosque naturales originales de la región (Maldonado *et al.*, 1995; Bravo *et al.*, 1996b).

Humedales estuarinos

Los humedales estuarinos son hábitats de aguas profundas y tierras expuestas a la influencia de mareas que cuentan con aguas salubres, por la mezcla de aguas oceánicas, y dulces (Bravo y Windevoxhel, 1997). Se encuentran en la desembocadura del Río Tempisque cerca de Puerto Moreno y se extienden hasta Puerto Ballena, cerca de la desembocadura del Río Bolsón (Aguilar *et al.*, 1998). Incluyen Sitio el Coyolar y los esteros Tieso Largo, Corral de Piedra, San Pablo, Chirca y Chamorro. Cubren aproximadamente 32 km², equivalente al 2.6% de la cuenca baja del Río Tempisque (Bravo *et al.*, 1996b). La fauna representativa son los moluscos (Cruz y Jiménez, 1994) y la vegetación típica está representada por bosque de mangle incluyendo las siguientes especies: mangle caballero (*Rhizophora mangle*), (*Pelliciera rhizophorae*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle mariquita (*Languncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), y

manzanillo de playa (*Hippomane mancinella*) (Maldonado *et al.*, 1995).

Todos los tipos de humedales de la CRT han sido influenciados, desde hace varias décadas, por considerables transformaciones e impactos debido a la ganadería extensiva, la expansión agrícola, el uso indebido de agroquímicos, la modificación de los cauces naturales de los ríos, el drenaje excesivo de tierras e incendios forestales causados por las poblaciones de la CRT (Maldonado *et al.*, 1995; Bravo *et al.*, 1996a; Bravo *et al.*, 1996b). Más recientemente, se ha cuestionado los posibles impactos que podría ocasionar la construcción de un puente sobre el Río Tempisque que pretende unir a Guapinol de Cañas con Coyolar de Nicoya. Este puente se está edificando muy cerca de los humedales de la desembocadura del Río Tempisque y Bebedero, los cuales podrían ser afectados durante el proceso de construcción (Maldonado *et al.*, 1995; Murillo, N. 2001).

Aunque, Bravo *et al.* (1996b) reportan que la flora y fauna de algunos humedales en la cuenca baja del Río Tempisque están siendo restaurados y protegidos, tanto gracias a la cobertura de parques nacionales como de esfuerzos de grupos comunales e incluso de los grandes hacendados, la gran mayoría de estos ecosistemas se encuentran en propiedades privadas, lo cual dificulta el control por parte del gobierno. Es crítico que se realicen monitoreos a largo plazo de estas áreas para determinar su estado y establecer los mecanismos normativos y prácticos más adecuados para proteger su rica biodiversidad y garantizar que sigan suministrando beneficios ecológicos, económicos y sociales a las comunidades de la CRT.

Humedales del Parque Nacional Palo Verde

Dada la gran concentración de aves acuáticas en los humedales y los remanentes de bosque seco tropical en los cerros calizos de Palo Verde, el Gobierno de Costa Rica declaró el área como el Refugio de Vida Silvestre Palo Verde en 1977. Fue convertida en Reserva Biológica en 1978 y en el Refugio de Vida Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero en 1979. En 1980, un sector conocido como La Catalina se declaró Parque Nacional Palo Verde, el cual se fusionó en 1990 con el Refugio de Vida Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero, para crear un solo Parque Nacional Palo Verde. Ahora forma parte del Área de Conservación Tempisque (ACT) y cuenta con una extensión total de 19,800 Ha (198 km²).

Antes de ser declarada área protegida, Palo Verde fue una hacienda ganadera llamada Comelco, que le pertenecía a una familia de apellido Stewart. Se cree que el uso intensivo de las lagunas por parte del ganado mantenía un espejo de agua fundamental para atraer la abundante avifauna de la región; aunque los espejos de agua también eran producto de la considerable degradación de los bosques (McCoy y Rodríguez, 1994; Oficina de la Convención sobre los Humedales, 1998). Cuando en 1980 se prohibió el ingreso de ganado a las lagunas, se notó el acelerado crecimiento de la vegetación acuática, principalmente *Typha domingensis*, *Paspallum sp.* y *Paspalidium sp.*, y otras especies como el palo verde (*Parkinsonia aculeata*) y la mimosa (*Mimosa pigra*) (Oficina de la Convención sobre los Humedales, 1998). Aunque no ha sido comprobado que esta invasión se deba a la eliminación del ganado, conllevó la pérdida de los

espejos de agua y la reducción significativa de la presencia de aves acuáticas. En vista de ello, 1991 se volvió a autorizar el uso de ganado para controlar el crecimiento de la vegetación en las lagunas. Sin embargo, en 1994 empezaron a surgir una serie de conflictos entre los investigadores que favorecen el uso de ganado dentro del parque y aquellos que lo consideran diamétricamente opuesto al espíritu y los objetivos de la conservación de los parques nacionales. A pesar del conflicto, que aún no se ha resuelto, todavía se mantienen aproximadamente 3000 cabezas de ganado dentro del Parque Nacional Palo Verde, de los cuales 800 forrajean en los pantanos de Palo Verde, Piedra Blanca, Varillal y Poza Verde (Oficina de la Convención sobre los Humedales, 1998). Además, el gobierno de Costa Rica emitió un Decreto Ejecutivo en 1998 que permite el manejo de los humedales dentro del Parque y las medidas que sean necesarias para mantener la biodiversidad, aún si esto implica el uso de ganado.

En 1991, el Parque fue incluido en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de acuerdo a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), ratificada por el Gobierno de Costa Rica en diciembre de ese mismo año. En 1993, Palo Verde fue añadido al Registro Montreux, una categoría que se le asigna a áreas que requieren de manejo o protección especial dados cambios rápidos en sus características ecológicas. El Parque Nacional Palo Verde fue incluido en la lista debido a los cambios notables en las características hidrológicas de los humedales a partir de la interrupción de las actividades ganaderas en la propiedad y a los repetidos incendios forestales que afectan la flora y fauna del

Parque (Oficina de la Convención sobre los Humedales, 1998; Ramsar Convention on Wetlands, 1999; 2000).

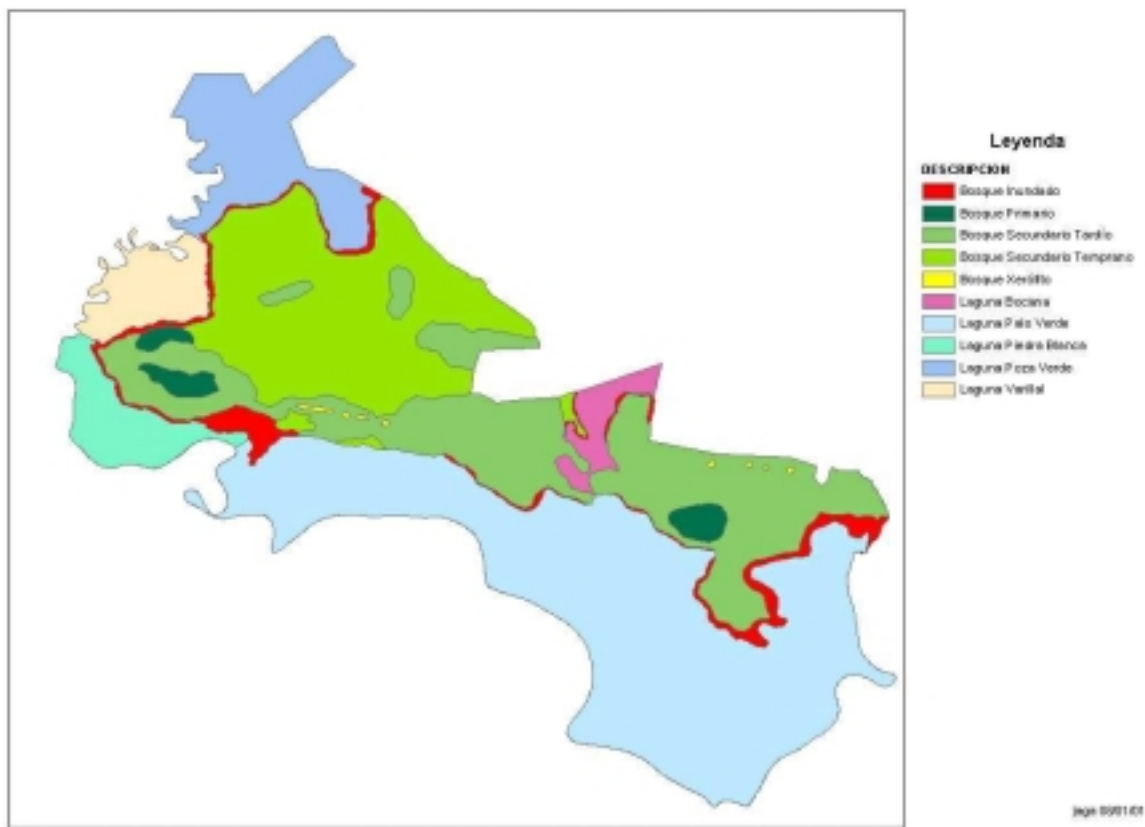
El Parque cuenta con 13 humedales (Cuadro 13), distribuidos en un área total de 10,289.07 Ha, si se excluyen los ríos Tempisque y Bebedero, equivalente a aproximadamente 52% del territorio total del Parque (Oficina de la Convención sobre los Humedales (RAMSAR), 1998).

Cuadro 13. Humedales en el Parque Nacional Palo Verde.
Laguna Poza Verde
Laguna Varillal
Laguna Piedra Blanca
Pantano Palo Verde
Estero Chamorro
Estero La Chirca
Estero La Penca
Laguna Nicaragua
Laguna La Bocana
Quebrada La Mula
Quebrada Barbudal
Río Tempisque
Río Bebedero

Fuente: Oficina de la Convención sobre los Humedales (RAMSAR)

Además de los humedales, el Parque cuenta con bosque primario, bosque secundario tardío, bosque secundario temprano y bosque xerófilo (Figura 20).

Solamente dentro de los humedales del Parque Nacional Palo Verde, que incluyen mangles, bosques anegados y pantanos, se han encontrado 80 especies de árboles, arbustos y vegetación herbácea acuática y terrestre de tipo emergente, flotante, sumergida, rastrera y escandente (Bravo *et al.*, 1991; Hernández y Gómez, 1993). Además, los humedales sirven de hábitat para más de 60 especies de aves migratorias y residentes, numerosos reptiles y anfibios (Scott y Carbonell, 1986; McCoy y Rodríguez, 1994; Vaughan *et al.*, 1995).



Fuente: SIG OET
 Figura 20. Uso del suelo en el Parque Nacional Palo Verde.

Conclusiones

La intención de este capítulo fue describir brevemente los aspectos biofísicos y productivos de la CRT con base en los numerosos estudios que han realizado investigadores y profesionales interesados en la cuenca. De ninguna manera representa un análisis exhaustivo de la literatura disponible, ya que ésta incluye miles de artículos, libros e informes, los cuales en su mayoría se encuentran dispersos y son difíciles de localizar.

En general, notamos que la CRT cuenta con características que se prestan para variados usos de la tierra, lo cual ha contribuido a la creación de una compleja matriz de tierras agrícolas y ganaderas, áreas protegidas, asentamientos humanos y humedales. Hasta la fecha, todas estas diferentes actividades y distintas coberturas han

mostrado cierto grado de incompatibilidad, lo cual ha resultado en un desequilibrio de beneficios y costos para ciertos grupos, especies y ecosistemas. Aunque revertir esta situación representa una labor titánica que requerirá de los esfuerzos de numerosos sectores, es indispensable que se comience a trabajar, particularmente dentro de un modelo de manejo integrado de cuencas. Este modelo nos presenta una excelente oportunidad para empezar a compatibilizar diversas actividades con una visión hacia un desarrollo social y ambientalmente responsable y justo.

Este capítulo es un punto de partida para la consideración de proyectos de investigación, programas y planes de desarrollo y sus respectivas estrategias, basadas en la mejor información disponible sobre la CRT.

Referencias Bibliográficas

- Acuña, R.A.** (1989) *El Impacto de las Quemadas y la Sequía sobre las Poblaciones de las Tortugas de Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica.* Organización para Estudios Tropicales, San José. 37.
- Aguilar, G., Arias, D., Burgos, J.C., Cervantes, S. y J. Echeverría** (1998) *Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque. Socioeconomía.* Volumen IV. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 123 pgs. + anexos.
- Ahrens, C.D.** (1994) *Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate, and the Environment.* Fifth Edition. West Publishing Company, Minneapolis. 592 pgs.
- Alpizar, E., Bolaños, R., Bravo, J., Canessa, G. y J. Echeverría** (1998) *Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque. Zonas de Vida, Biodiversidad, Áreas Protegidas y Humedales.* Volumen II. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 65 pgs. + anexos.
- Barboza, G.** (1992) *Términos de Referencia para Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de Manejo del Parque Nacional Palo Verde : II Etapa Proyecto de Riego Arenal-Tempisque y sus posibles efectos sobre el Parque Nacional Palo Verde.* Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, Servicio de Parques Nacionales. 36 pgs.
- Bergoing, J.P.** (1998) *Geomorfología de Costa Rica.* Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica. 409 + anexos.
- Bolaños, R., Cubero, D., Mojica, F., Sancho, F., Vargas, R., Vásquez, A. y V. Watson** (1991) *Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica.* Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Desarrollo Agropecuario, San José, Costa Rica. 60 pgs.
- Bolaños, R., Echeverría, J. y M. Losilla** (1998) *Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque: Aspectos Biofísicos. Volumen I.* Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 103 + anexos.
- Brady, N.C.** (1990) *The Nature and Properties of Soils.* 10th edition. MacMillan Publishing Company, New York. 621 pgs.
- Bravo, J., Flores, T. e I. Mora** (1991) "Mapeo de los Humedales de Palo Verde, Costa Rica." *Ciencias Ambientales*, vol. 8. 23-31.
- Bravo, J., Romero, M. y A. J. Sánchez** (1996a) "Aspectos Generales de los Humedales en Costa Rica." En J. Reynolds Vargas, ed. *Utilización y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos.* Editorial Fundación UNA, Heredia. Pg. 145-51.
- Bravo, J., Romero, M. y A. J. Sánchez** (1996b) "Inventario y Evaluación de los Humedales de la Cuenca Baja del Río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica." En J. Reynolds Vargas, ed. *Utilización y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos.* Editorial Fundación UNA, Heredia. 237.
- Bravo, J. y N. Windevoxhel** (1997) *Manual para la Identificación y Clasificación de Humedales en Costa Rica.* 1a edición. UICN/ORMA, MINAE, Embajada Real de los Países Bajos, San José, Costa Rica. 37 pgs.
- Burger, J., Rodgers, J.A. y M. Gochfeld** (1993) "Heavy metal and selenium levels in endangered wood storks *Mycteria americana* from nesting colonies in Florida and Costa Rica." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* v. 24, no. 4. 417-420
- Calvo, J.** (2000) "Influencia de las Actividades de la Cuenca en la Calidad del Agua del Río Tempisque." Presentación durante el Taller *El Agua en el Río Tempisque: Calidad, Flujos y Conservación.* OET - Palo Verde (7-10 de noviembre).
- Castillo, L.** (1993) "Proyecto de Riego Arenal – Tempisque." En IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, Volumen I: Sesiones de Actualización y Perspectivas "La Agricultura de hoy, para la Costa Rica del mañana." Colegio de Ingenieros Agrónomos, San José.
- Castillo, R.** (1993) *Geología de Costa Rica: una Sinopsis.* Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 309 pgs.
- Castro, G.** (1993) Palo Verde: Un Reto de Manejo. Boletín Fundación Neotropical, vol. 1. 8-11.
- Castro, V. y C. Villegas** (1987) "Sequías y uso agropecuario del suelo en el sector medio de la Cuenca del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica, 1950-1985." Tesis de Licenciatura, Escuela de Historia y Geografía, Universidad de Costa Rica, San José.
- Chacón, F.** (1999) *Esquema General del Distrito de Riego Arenal.* Mapa. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.
- Chalukian, S.C., Deza, M.E., Fallas, J., Guido, M., Márquez, C.A., Monge, J., Rodríguez, M.F., Ruíz, G.A., Velasco, E. y R. Vides** (1990) *Bases para la Evaluación de los Efectos de la Alteración del Hábitat sobre la Vida Silvestre en Palo Verde, Costa Rica.* Programa Regional en

Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional Autónoma, Heredia. 40 pgs. + apéndice.

-Corella, Hannia (1979) "Algunas Consideraciones Geográficas en torno al Uso del Suelo en la I Etapa del Proyecto de Riego, Río Tempisque, Costa Rica." Tesis de Licenciatura, Escuela de Historia y Geografía, Universidad de Costa Rica, San José.

-Costa Rica (1998) Decreto Ejecutivo No. 27345 – MINAE. La Gaceta No. 199, miércoles 14 de octubre de 1998.

-Coto, M. (2000) "Irrigación: Situación Actual, Ampliación de Área y Acciones Ambientales." Presentación durante el Taller *El Agua en el Río Tempisque: Calidad, Flujos y Conservación*. OET - Palo Verde (7-10 de noviembre).

-Cruz, R.A y J. Jiménez (1994) Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central. Editorial Fundación UNA, Heredia, Costa Rica. 182 pgs.

-Dengo, G. (1962) Estudio Geológico de la Región de Guanacaste. Ministerio de Obras Públicas e Instituto Geográfico de Costa Rica, San José, Costa Rica. 122 pgs.

-Dulude, J. (2000) "Dike Wars" Loom as Wetlands Wane." *Tico Times*, vol. 6 (19). San José, Costa Rica. May 12, 2000.

-Echeverría, A., Echeverría, J. y A. Mata (1998) *Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque. Antecedentes del Estudio y Resumen Ejecutivo*. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 39 pgs.

-Flores, E. (1982) Geografía de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José. 473.

-Frankie, G., Solano, V. y M. McCoy (1994) *Una Evaluación Técnica del Corredor la Mula entre la Reserva Biológica Lomas Barbudal y el Parque Nacional Palo Verde*. 16 pgs.

-García, E. (1997) "El Niño - Oscilación del sur (ENOS) y sus principales efectos en el sector agropecuario." Conferencia magistral. IV Congreso Costarricense de Entomología. San José. CR. 17-21 de noviembre. pgs. 2-4.

-García, J., Echeverría, J. y A. Mata (1998) *Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque. Contaminación Ambiental: Agroquímicos*. Volumen III. Segunda Parte. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 32 + anexos.

-Gómez, A. (1996) "Condiciones Hidrogeológicas en Costa Rica." En J. Reynolds Vargas, ed. Utilización y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos. Editorial Fundación UNA, Heredia. Pg. 117-125

-Gutiérrez, C., Lücke, O. y R. Solórzano (1995) *Integración de la Conservación con el Desarrollo en el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque*. Centro Agronómico Tropical de Enseñanza (CATIE), Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), Turrialba, Costa Rica. 55 pgs.

-Hartshorn, G. (1983) "Wildlands conservation in Central America." En Sutton, S.L., Whitmore, T.C. y A.C. Chadwick, eds. Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Special Publication Number 2 of the British Ecological Society; Blackwell Scientific Publications, Oxford. 423-445.

-Hartshorn, G. (1988) "Tropical and subtropical vegetation in Meso-America." En Barbour, M.G. y W.D. Billings, eds. North American Terrestrial Vegetation. Cambridge University Press, Cambridge. 365-390.

-Hernández, D. y J. Gómez (1993) La Flora Acuática del Humedal de Palo Verde. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia. 131 pg.

-Hidalgo, C. (1993) "Residuos de plaguicidas organoclorados en huevo de *Mycteria americana*." Resúmenes, Congreso de Ornitología de Costa Rica, 20-22 de mayo, San José, Costa Rica. pg. 22.

-Holdridge, L. (1987) Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 216 pgs.

-ICE (1987) *Plantas Hidroeléctricas del ICE*. Oficina de Publicaciones – ICE. 32 pgs.

-IICA – CEPPI (1993) *Actualización del Plan Maestro del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque*. Volumen I. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Centro de Programas y Proyectos de Inversión. 186 + anexos.

-Lizano, O.G. (1998) "Dinámica de las aguas en la parte interna del Golfo de Nicoya ante altas descargas del Río Tempisque." *Revista de Biología Tropical*, vol. 46. Supl. 6: 11-20.

-Maldonado, T., Bravo, J., Castro, G., Jiménez, Q., Saborío, O. y L. Paniagua (1995) Evaluación Ecológica Rápida Región del Tempisque Guanacaste, Costa Rica. Centro de Estudios Ambientales y Políticas, Fundación Neotrópica. 104 pgs. (más anexos).

-Mannix, J., Molina, C. y A. Vásquez (1983) Estudio de Suelos y Clasificación de Tierras con Fines de Riego del Valle del Tempisque. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Riego y Drenaje, Sección de Suelos. San José, Costa Rica. 221 pgs.

- Márquez**, C. (1992) “Composición de la Comunidad de las Aves Rapaces Diurnas del Parque Nacional Palo Verde – Costa Rica. Tesis de Maestría, Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe, Heredia. 135.
- McCoy**, M.B. y J.M. **Rodríguez** (1994) “Cattail (*Typha dominguensis*) eradication methods in the restoration of a tropical, seasonal, freshwater marsh.” En W.J. Mitsch (ed.) Global Wetlands: Old World and New. Elsevier Science Publisher, Amsterdam, Netherlands. 469-482.
- Munoz**, E., **Cepeda**, F., **Perl**, M., **Herrera**, S., **Tremblay**, C., **Marín**, S. y L. **Vilnitzky** (1999) *Humedales. Prioridades para la Conservación en Centroamérica*. WWF – Centroamérica, Turrialba, Costa Rica. 15 pgs.
- Murillo**, N. (2001) “Emerge puente sobre el Tempisque.” *El Financiero* No. 297, p. 22. 29 de enero del 2001.
- Obando**, V.M. (1998) “Estudio de la Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Baja Margen Izquierda del Río Tempisque.” Tesis de Licenciatura, Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, San José.
- Oficina de la Convención sobre Humedales (RAMSAR)** (1998) Procedimiento de Orientación para la Gestión. Parque Nacional Palo Verde. Informe Final. Convención sobre los Humedales (RAMSAR), Gland, Suiza.
- Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible** (2000) Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: sexto informe 1999. 1a. edición. San José, Costa Rica. 414 pgs.
- Ramsar Convention on Wetlands** (1999) National Report of Costa Rica for Ramsar COP7. Ramsar Country Profiles: Costa Rica. www.ramsar.org/profiles_costarica.htm. March 22, 2000.
- Ramsar Convention on Wetlands** (2000) The Annotated Ramsar List: Costa Rica. www.ramsar.org/profiles_costarica.htm. January 5, 2001.
- Reynolds** Vargas, J. (1996) “Las Aguas Subterráneas de Costa Rica: Un Recurso en Peligro.” J. Reynolds Vargas, ed. Utilización y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos. Editorial Fundación UNA, Heredia. Pg. 157-165.
- Rodríguez**, A. y V.M. **Obando** (1999) Estudio de la Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Baja Margen Izquierda del Río Tempisque. Memoria, Jornadas de Investigación, Universidad de Costa Rica, San José. 69-70.
- Salas**, S. (1996) “La Actividad del Riego en Costa Rica: La Gestión del SENARA.” En J. Reynolds Vargas, ed. Utilización y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos. Editorial Fundación UNA, Heredia. Pg. 133-143.
- Scott**, D.A. y M. **Carbonell** (1986) Inventario de Humedales de la Región Neotropical. IWRB Slimbridge y IUCN Cambridge, Gloucester. 714 pgs.
- SENARA-IICA** (1991) *Evaluación del Proyecto de Riego Arenal –Tempisque I Etapa*. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento y Oficina del IICA en Costa Rica. 80pgs.
- SEPSA** (1984) Análisis de las Posibilidades de Producción en el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Desarrollo Agropecuario y de Recursos Naturales Renovables Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento y Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. 62 pgs.
- Solórzano**, Mario (1996) “Análisis de Sequías en la Cuenca del Río Tempisque.” Informe del Proyecto Final de Graduación para Grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica, San José.
- Vargas**, Oscar (1959) “Estudio Preliminar de Suelos. Proyecto de Riego del Río Tempisque.” Boletín Técnico No. 30. Ministerio de Agricultura e Industrias, San José. 48 pgs.
- Vaughan**, C., **McCoy**, M., **Fallas**, J., **Cháves**, H., **Barboza**, G., **Wong**, G., **Carbonell**, M., **Rau**, J. y M. **Carranza** (1996) “Plan de Manejo y Desarrollo del Parque Nacional Palo Verde y Reserva Biológica Lomas Barbudal.” Universidad Nacional, Heredia. 218 pgs.
- Villalta**, Olga (1994) “El Proyecto de Riego Arenal-Tempisque y los Cambios en sus Propuestas Originales.” *Ciencias Sociales*, vol. 66: 29-35

El Proyecto de Riego Arenal Tempisque

Marvin Coto

El Servicio Nacional de Riego y Avenamiento - SENARA es la agencia estatal que está a cargo de los proyectos de riego y drenaje, el control de inundaciones con fines agrícolas y la explotación de las aguas subterráneas a nivel nacional. La misión de SENARA se ha venido reestructurando a lo largo de los años a tal punto que hoy día contribuimos al establecimiento, la operación, el mantenimiento y el desarrollo de sistemas de riego, drenaje y control de inundaciones. Este tipo de desarrollo no se puede ver sólo en términos de infraestructura, sino que tenemos que verlo como un fomento al desarrollo y a la actividad de los productores dentro de este contexto.

El Distrito de Riego Arenal – Tempisque fue concebido en los años 1975–1978. El distrito toma el agua del embalse Arenal, el cual inicialmente vertía sus aguas hacia el Caribe. A través de un proyecto hidroeléctrico, se construyó el embalse y se trasvasaron aguas a la vertiente del Pacífico. Esta agua pasa por tres caídas donde se produce energía hidroeléctrica: la casa de máquinas de Arenal, la de Corobicí y la de Sandillal. Después de pasar por esas tres generaciones, utilizamos esa agua para el proyecto de riego. La presa de derivación está ubicada en las cercanías de la ciudad de Cañas y de esa presa parten dos canales: el canal del Sur, y el canal del Oeste que es el que

cubre las áreas donde está el Parque Nacional Palo Verde.

En 1978 se elaboró un plan maestro que determinó que el área total que se podía regar con aguas de la presa Arenal era cerca de 62 mil hectáreas y estimaba que íbamos a tener en la presa un caudal promedio anual de alrededor de 70 m³ por segundo, con una media en la época seca de 85 m³ y 50 m³ por segundo en la época húmeda.

La situación actual es diferente. El proyecto ha cambiado radicalmente, pues la media que tenemos registrada en este momento es de 45- 46 m³ por segundo. En la época seca hay una disminución sustancial puesto que la media es de 60 – 65 m³; mientras que en la época lluviosa, la media es de 30 – 35 m³ por segundo.

La media en el verano (60 – 65 m³/s) no nos permite regar las 62 mil hectáreas que proyectábamos hace 20 años, sino únicamente unas 40-44 mil hectáreas. Eso nos ha obligado a cambiar el esquema hidráulico del distrito y pensar en nuevas alternativas que discutiremos más adelante.

¿Qué es lo que tenemos construido o qué es lo que tenemos operando en este momento? Una primera etapa fue el Canal del Sur que se construyó en 1986 – 1987 y con el cual se habilitaron 6 mil hectáreas bajo riego, lo cual benefició a 168 productores. Ese canal se construyó para un caudal de 30 m³/s, tiene 8.5 km. y su longitud total, según el planeamiento inicial, es de 35 km. La primera etapa de 30 m³ /s se diseñó en función de las 60 mil hectáreas a irrigar, por lo que la obra de cabecera y los canales que se construyeron obedecen al plan maestro concebido originalmente para el distrito.

El financiamiento para estas construcciones provino del BID (20.6

millones de dólares). La segunda etapa del distrito es la construcción del Canal del Oeste. En este momento, 632 productores se abastecen de ese Canal y se habilitaron alrededor de 11.600 Has, con otro financiamiento del BID por 40 millones de dólares.

En total, actualmente tenemos alrededor de 20 mil hectáreas bajo riego, 234 km. de canales, 89 km. de drenajes y 230 km. de caminos. Con el proyecto se benefician alrededor de 800 productores. ¿Qué tanto se benefician los pequeños productores con el distrito de riego? Una de las condiciones para el financiamiento del BID en la segunda etapa fue que al menos el 50% del área que se iba a regar estuviera en manos de pequeños productores. El Estado hizo una gran inversión en la adquisición de tierras y en la distribución de áreas entre 7 – 10 Has a pequeños productores. Prácticamente, la mitad de toda el área bajo riego que tenemos actualmente está en manos de pequeños productores.

¿Hacia donde vamos? ¿Qué se espera en cuanto a expansión, incremento de infraestructura y habilitación de nuevas áreas con riego?. El primer paso que estamos dando es la continuación del Canal Oeste. El Canal Oeste, tramo 2 se ubica entre el Río Piedras y el Río Cabuyo, con una longitud de 17 km. La continuación de este canal es el tramo más crítico desde el punto de vista del manejo ambiental porque estará construyéndose entre Lomas de Barbudal y el Parque Palo Verde y allí cobra mucha importancia el tema de los corredores ecológicos para el tránsito de la fauna entre estas dos áreas protegidas.

Para este tramo de canal, el financiamiento externo es muy limitado y la política de este gobierno ha sido de poco endeudamiento externo. Se han generado nuevas iniciativas a nivel gubernamental de inversión privada, que van a financiar este tramo del Canal Oeste. El Pelón de la Bajura, CATSA y el Viejo son tres empresas muy



Foto: Canal de riego del Oeste, Proyecto de Riego Arenal – Tempisque. J. Jiménez.2000.

interesadas en la construcción de ese canal, para abastecer con agua de riego de la presa Arenal sus áreas de producción. Estas tres empresas van a hacer una inversión de alrededor de 3 millones y medio de dólares para la construcción de este canal. Como obra pública, será propiedad del Estado y construido mediante un decreto ejecutivo.

En la época de verano, el Río Tempisque se seca porque todas las aguas se utilizan para producción. Las tres empresas mencionadas anteriormente, bombean del Río Tempisque alrededor de 7 m³ por segundo. A raíz de este proyecto, se van a liberar alrededor de 7 m³ por segundo, que en este momento tienen concesionados estas empresas. ¿Para qué? Para nuevos usos. ¿Cómo cuáles? Un caudal ecológico que hay que definir; y riego en la margen derecha del río Tempisque.

Otro componente importante que estamos manejando es el diseño y la eventual construcción de unos embalses de y almacenamiento en las partes iniciales tanto del Canal Oeste como del Canal del Sur. Para ello, estamos utilizando algunos puntos bajos a lo largo del canal que nos permitan, con unos pequeños cierres de alcantarillas, almacenar agua y utilizarla durante los periodos de bajo caudal.

Por último, otro proyecto futuro es la construcción del tramo tercero del Canal Oeste (a realizar tal vez en 10 años). Este proyecto sería la continuación del Canal Oeste desde el Río Cabuyo hacia el Río Tempisque y la margen izquierda del Río Liberia. Con este tramo, habilitaríamos unas 2000 hectáreas únicamente pues ya no tenemos más posibilidades, por falta de agua.

Pregunta:

¿Cuál es la ventaja que reciben las compañías por pagar el canal y utilizar otra fuente de agua, si ya las áreas de cultivo están bajo riego?.

Respuesta:

La ventaja para las compañías es seguridad en el suministro de agua. El Río Tempisque está sobre-explotado. Por ejemplo, una empresa como el Pelón de la Bajura que es, dentro del cauce del Río, la que se encuentra más abajo, tiene una concesión de alrededor de 2,5 a 3 m³ por segundo; pero hay momentos en el año en que no pueden sacarle agua al Río porque no la tiene. Adicionalmente, no podemos dejar de tomar en cuenta los costos. Ellos hacen un bombeo del Río Tempisque, mientras que por el canal el agua les llega por gravedad; ese costo de bombeo en términos de energía es muy alto por año debido a la cantidad de agua que se bombea. La posibilidad de agua por gravedad les da seguridad y disminuye los costos por bombeo.

Pregunta:

¿Qué controles tienen en la eficiencia del uso de agua en esas empresas?

Respuesta:

Ellos tienen sistemas de riego muy eficientes; normalmente no tienen excedentes y si los tienen, son muy pocos porque lo que hacen normalmente es pasarlos de un área a otra. Cada litro por segundo que ellos boten es prácticamente una hectárea que dejan de sembrar, por lo que tienen sistemas de bombeo hacia otras áreas para darle así una máxima utilización al agua. Por ejemplo, el Pelón de la Bajura riega alrededor de 600 Has de melón y todo es por goteo, por lo que no tiene excedente.

El cultivo del arroz, por otra parte, tiene un sistema muy eficiente de manejo del agua.

Pregunta

¿Cuáles creen ustedes que son los riesgos ambientales de estos proyectos y qué están haciendo para considerar el aspecto ambiental en los proyectos?

Respuesta:

Dadas las condiciones críticas que tenemos en esa zona, no podemos hoy pensar ni tener la actitud que teníamos hace 20 años, cuando hicimos la rectificación del Río Tempisque. En ese entonces, nos criticaron terriblemente porque no hicimos la sección completa y sólo pudimos hacer la mitad - ese era el interés en ese momento. Nuestro pensamiento ha cambiado, hemos evolucionado en estos 20 años y tenemos un concepto diferente de lo que es esto; pero tenemos que verlo bajo un esquema de apertura. No podemos favorecer a los productores de el arroz y dejar por fuera los intereses del Parque, ni es posible tampoco que sólo tomemos en cuenta las preocupaciones del Parque y afirmemos que las áreas productivas no deben existir porque contaminan el Parque. Debe haber una coexistencia entre las partes porque estamos inmersos dentro del mismo ecosistema y tenemos que subsistir, tenemos que encontrar la forma en que ambas partes coexistan y se mantengan a lo largo del tiempo de la mejor manera posible.

¿ Hay una comisión ambiental en el distrito - en la que participan varias instituciones del Estado , representantes de los agricultores y de las empresas privadas - que pretende que se vaya dando ese enfoque ambiental y ese

manejo ambiental en el distrito. ¿A qué nos lleva eso? A cosas como el Corredor Ecológico de Canal Oeste; hay además un corredor ecológico en Barbudal y otro en la Quebrada de la Mula, que son parte de las condiciones que deben darse en toda obra de infraestructura que se vaya a construir.

Eso implica un costo adicional porque hay que cambiar diseños y hacer puentes para que la fauna se movilice. Estamos dispuestos a incluir estas adaptaciones, es más, lo estamos haciendo. Ya tenemos definidas algunas obras; estamos todavía discutiendo algunas otras porque no contamos con el total conocimiento, inclusive la total decisión por parte de la parte ambiental de cómo deben ser esas obras. Nosotros las diseñamos, nosotros las construimos pero necesitamos que nos digan cómo las hacemos, cuáles son los criterios de diseño bajo las cuales debemos hacerlo y en ese punto tenemos algunos problemas que tenemos que ir solucionando sobre la marcha. En lo que respecta al sector de Tamarindo, como parte de ese manejo de la Comisión Ambiental y una posición dispuesta a llegar a arreglos y un manejo adecuado, en esta zona se dejaron 300 Has como zona de amortiguamiento. Esto implicó otro problema porque en 250 de esas hectáreas ya había agricultores asignados y hubo que reubicarlos. Tenemos dos años de tener esas áreas de amortiguamiento y hemos discutido la posibilidad de hacer una área de amortiguamiento en el sector de Bagazí; sin embargo no sabemos qué hacer con ellas. Me comentaba el Ingeniero Sanabria que ya se terminaron de hacer dos lagunas en esta área de amortiguamiento, ¿bajo qué criterios? Una ingeniera sanitaria del AyA tomó

unas muestras y nos diseñó la laguna. Pero, ¿es ese el concepto?

Pregunta:

Usted habla de la participación y su responsabilidad en cuanto a las prácticas culturales, pero hay otras instituciones del gobierno, el Ministerio de Agricultura que también tienen responsabilidad en eso?

Respuesta:

Cuando yo hablo de que es nuestra responsabilidad, me estoy refiriendo al sector estatal. Cuando digo que las prácticas culturales y el manejo de agroquímicos son responsabilidad nuestra, estoy hablando del sector agropecuario en general: MAG – CNP. Conseguir investigación también es una parte importante en todo esto. Si queremos manejar prácticas culturales y mejorarlas, tenemos que empezar por tener investigación en este tema, al igual que acerca del manejo de las áreas de amortiguamiento, los efectos agroquímicos y otros más que tienen que darse, después de realizar una investigación dirigida.

¿Qué es una investigación dirigida? Pongámonos de acuerdo, cuáles son los problemas conjuntos que tenemos y busquemos, definamos la lista de prioridades de investigación que requerimos. Necesitamos determinar qué es lo que realmente está pasando y cuál es el diseño que debemos tener para esas áreas de amortiguamiento. Hagamos investigación con algunas pruebas en el campo, tenemos 250 – 300 Has definidas para eso, montemos una investigación al respecto. Definamos una investigación sobre cuál es el efecto de los agroquímicos que entran a la bocana o que podrían entrar a la bocana, pero hagamos una investigación dirigida de

común acuerdo entre las partes que nos lleve a establecer ciertas limitaciones a la propiedad. Me estoy refiriendo a que de esa investigación se genere que hay cierto tipo de prácticas que los agricultores no van a poder hacer o no deberían hacer.

En Costa Rica, la Constitución Política establece que la propiedad es inviolable y salvo por un interés público o bien por algunas otras situaciones muy específicas, la propiedad se puede limitar. Si la propiedad hay que limitarla en términos de manejo que impliquen una disminución en la producción, podemos buscarle algunas medidas de compensación al agricultor. Pero toda esta situación obedece al resultado de una investigación y no de meras suposiciones de que algo está pasando, porque eso no es sostenible.

Otro punto interesante dentro del diseño del Canal Oeste es que estamos considerando un caudal de 500 litros por segundo para abastecer el Parque Nacional Palo Verde con agua fresca para mantener los humedales, o los abrevaderos. Hemos hecho algunas propuestas de diseño, pero podemos hacer un diseño definitivo para los sitios de interés para el Parque. El asunto es, terminado el diseño y definido el presupuesto, de dónde sale el financiamiento; nosotros lo consideramos de oficio dentro del diseño del Canal, pero lo que estamos haciendo podría ser de gran interés para el Parque. Y, por supuesto, todo esto va unido a un plan de capacitación de agricultores, técnicos y público en general .

Pregunta:

¿Con relación al agua del Tempisque que está siendo utilizada para el riego, todas las concesiones ya están distribuidas o existe todavía la

posibilidad de dar concesiones para extraer más agua del mismo río?

Respuesta:

No manejo exactamente la información, pero puedo decir que se ha sobre-concesionado en el sentido que hay agricultores o usuarios que tienen concesión y que no tienen posibilidad de sacar agua, porque no hay. Pero también se da una situación muy crítica en el Río Tempisque: el robo del agua (gente que extrae agua sin permiso). Este es un punto crítico en esta discusión. Si sólo extrajeran agua los que tienen concesión, probablemente sí alcanzaría, pero el problema más serio es la extracción ilegal.

Pregunta :

Yo quiero dar seguimiento al punto del agua en el río. En mi experiencia alrededor del mundo he visto que el daño más importante es sacarle agua al río. Ahora tenemos mucha agua viniendo del Arenal y a mí me parece que una de las cosas más sostenibles que podrían hacer ustedes es devolverle el agua al Tempisque, para que pueda actuar como un río de nuevo. ¿Lo han considerado?

Respuesta:

Precisamente, cuando hablábamos de la construcción del Canal Oeste y que se iban a abastecer esas tres grandes áreas de producción, estamos ante una muy buena posibilidad, no de devolverle el agua al Río Tempisque, sino de dejar de extraerle agua al Río. Estas tres grandes empresas le extraen alrededor de 7 m^3 por segundo; entonces, sea que se la demos o que se la dejemos de extraer, es una buena oportunidad para el Río. Podríamos pecar de ingenuos y decir que le vamos a dejar los 7 m^3 al caudal

ecológico mínimo, pero la verdad es que hay que dejar un caudal que se estime ecológico, que sea apropiado para el manejo del río y otra parte tendrá que utilizarse en la explotación del área productiva de esta zona, donde hay un gran interés en el desarrollo del proyecto del riego y una gran presión por el desarrollo de esta zona; dentro del contexto socio económico.

Comentario:

Estamos ante una crisis de información y de investigación que para mí es impresionante. ¡Cómo se mueven millones de millones de dólares en préstamos y en donaciones a ONGs, etc. para lo que yo llamo las relaciones públicas, o retórica de la conservación, porque prácticamente, no hay inversiones en investigación! Nos reunimos a hablar de supuestos y de lo desconocido para seguir en lo mismo, porque no hay mecanismos para poder tomar decisiones con una base científica y a mí me parece que si hay algo que puede salir de este seminario es precisamente la necesidad de investigar lo básico.

En este momento, ni siquiera conocemos las interacciones de los ciclos de las mareas con, por ejemplo, el efecto de lo que se hizo hace 18 años, con la corta de ese canal y de cómo se sobrepone el ciclo de las mareas con el efecto del viaje que antes tenía el Río por 12 km^2 . sobre 4 km . ahora. Hay cosas sumamente básicas que ni siquiera tenemos.

El último punto que quería señalar es que todavía la situación es más crítica porque sobre el marco de la globalización en que se encuentran las instituciones del Estado, estas ya no ceden la información básica, sino que la venden. Entonces, prácticamente que si

uno va a tener estudiantes que hagan investigación, tiene que comprar la información porque esta ya no es pública, a pesar de que fue generada con fondos públicos.

Pregunta:

Tengo un comentario y una pregunta. Una cosa que sucedió con Mitch en Honduras fue que una vez que el agua excedió la capacidad de contención de los muros o bordes y se llenaron las que eran las tierras de inundación en los bananales, el retorno de esa agua al cauce original tomó entre 3 y 4 veces más tiempo, precisamente porque estaban los diques. He preguntado varias veces si hay algún estudio de ingeniería hidráulica al alcance de todos que nos indique que cuando los diques se llenan, el agua va a tardar en salir el mismo tiempo que duró para llenar los diques.

Ayer oíamos en Ortega a una gente que dijo que presienten que los diques tienen que ver con el que el agua dure tanto en salir. Con las zonas de inundación, con ese *buffer* que existe allí, según mi humilde conocimiento de la hidráulica, esos campos de inundación hacen que el agua suba menos, que la inundación sea menos alta y que haya menos ahogados, pero además hace que el agua retorne a su cauce más rápidamente, entonces habría cosechas que no estarían sumergidas por 3 semanas, sino por solamente 3 o 4 días.

Hace tres años, fui a hacer un estudio a Taboga y no pude medir, pero era impresionante la cantidad de agua que sacaban y me dijeron que solamente era 0.4 m³ por segundo; yo calculé que por lo menos estaban extrayendo tres veces más. ¿Cómo se cuantifica? ¿Quién va y fiscaliza lo que están sacando? Ya no dijéramos la gente que se está

robando el agua, sino los mismos concesionarios. ¿Cómo se está teniendo control de eso?

Respuesta

Ese es precisamente lo que yo hablo de investigación dirigida y traté de enumerar los puntos en los cuales tenemos una terrible necesidad de investigación para tomar decisiones. Definitivamente eso es parte de lo que pretendemos, que se evidencien las deficiencias que tenemos para la toma de decisiones. ¿Cómo buscar recursos? ¿Cómo direccionar las cosas?

Con respecto a quién mide si toma más o menos o si roba o no roba, eso es competencia del Departamento de Agua del MINAE, a nivel nacional.

Pregunta

Tal vez mis amigos ticos puedan resolver las preguntas a este gringo que está confundido. Hemos pasado mucho tiempo llorando y hablando sobre los datos que no tenemos: no conocemos el flujo del Río por ejemplo, sin embargo, nuestra discusión acá indica que el Río está siendo sobreutilizado, la gente está sacando cantidades excesivas de agua y esto me sugiere que sí sabemos algo sobre el flujo del Río, sí o no?

Respuesta

Voy a hacer uso de la palabra indebidamente. En este momento, funcionan varias estaciones principales, por ejemplo en la Cuenca del Tempisque están, Coyolar, El Salto y Guardia (esta última tiene casi 50 años de registro continuo de caudales). En la cuenca del Río Bebedero están: Corobicí, Líbano, Rancho Rey, Tilarán y Punta de Palo; de todas ellas la que tenía menos tiempo en 1992 era Punta de Palo, o sea, habría que sumarle todavía unos 8 años más, lo cual

nos lleva a un mínimo de información de 25 años.

En la Cuenca del Río Grande de Tárcoles hay al menos siete estaciones de medición continua de caudal y esas sí son estaciones bien viejas. Por ejemplo, San Miguel o Alumbre, tienen cerca de 50 años de registro continuo de caudal. Con respecto a información meteorológica, en este momento podría enumerar cerca de 27 estaciones sólo en la Cuenca del Río Tempisque, de las cuales tres son estaciones tipo A, es decir que miden todos los parámetros climáticos, desde viento y velocidad del viento, hasta radiación solar y temperaturas, etc. Es decir, información hidrometeorológica sí hay en la Cuenca y es muy buena. El nivel de calidad de esta información es muy bueno, creo que eso por un lado contesta la pregunta.

La Cuenca del Tempisque, la parte de las planicies de inundación tiene el problema de que el Tempisque como río en su dinámica fluvial creó diques naturales. Hay zonas en la planicie de inundación que están por debajo del nivel de fondo del cauce, eso implica que hagamos o no los diques, allí hay volúmenes muertos que no vamos a eliminar a menos que sea por evapotranspiración o bombeo y eso complica el asunto.

Pregunta

Tengo un comentario y una pregunta. El comentario tiene que ver con tres temas: la predicción, la planificación o la toma de decisiones y la implementación a través de las instituciones.

La predicción: muchas veces tratamos de proyectar el futuro con base en el pasado, con los datos del uso del agua, de la expansión de las poblaciones o de los campos cultivables.

Usualmente, descubrimos que estamos equivocados al proyectar de esa forma, en relación con lo que han sido las áreas irrigadas, por ejemplo.

Lo que hacemos cuando predecimos es esencialmente preguntarnos “¿Qué sucederá?”. A mí me parece que es más importante preguntarnos qué nos gustaría que pasara, así que la planificación no siempre es igual.

La segunda preocupación tiene que ver con la planificación y hablamos de que hay tres niveles de planificación: lo que debiera suceder, lo que podría suceder y lo que va a suceder. Esas son tres preguntas diferentes de planificación y de nuevo nos estamos enfocando acá sobre lo que pasará.

Me gustaría que usted me comentara la relación de la Comisión Ambiental y su agencia. Su oficina parece estar respondiendo la pregunta de qué es lo que va a suceder, ¿cree usted que existe un rol para la Comisión Ambiental y que esta debería responder qué es lo que debería pasar?

Respuesta:

La pregunta es muy difícil porque la Comisión Ambiental reúne a varias instituciones, incluyendo al Parque, al MINAE y al SENARA, y la idea es que allí se discutan aspectos relacionados con el manejo y con todo lo que significa el concepto ambiental, no sólo dentro de esta área crítica, sino dentro de todo el distrito.

Nosotros como institución tenemos la responsabilidad de velar por el desarrollo del distrito, sin embargo no todo está en nuestras manos. Estamos involucrados con el incremento de áreas de riego, con la construcción de nuevos canales, con la capacitación de los agricultores para utilizar la tecnología de

riego, a quienes ayudamos un poco, les distribuimos el agua. Pero, por ejemplo, la comercialización está a cargo de otra institución; la selección de los agricultores para dotarlos de pequeñas áreas a través de la reforma agraria del Estado es responsabilidad de otra institución; quien debe velar por la asistencia técnica para producción, es otra institución; la capacitación a los agricultores, está en manos de otra institución, y podemos seguir mencionando diferentes situaciones. Cuando hablamos de ambiente, es otra institución, inclusive dentro de la misma institución hay varios componentes que a veces no se ponen de acuerdo.

Mencioné algunos aspectos que nos competen directamente como institución y sobre los cuales podemos tomar decisiones y de hecho estamos tomando decisiones. Pero no podemos asumir qué harán otras instituciones y cómo lo manejarán. La Comisión es una instancia de discusión y de análisis donde se dan algunas soluciones generales y de ahí en adelante va depender de cada uno de los responsables cómo las lleva a cabo; nosotros en lo que nos compete, tenemos la obligación y estamos en la decisión y en la disposición de asumirlas y tomar decisiones en ese sentido.

Pregunta

¿Hay algunos programas para enseñarle a los pequeños agricultores a utilizar de forma eficiente el agua?

Respuesta:

Sí, dentro de los programas que manejamos en el distrito, tenemos algunos programas de capacitación para lograr una adaptación de los productores o no productores a lo que es el riego. Sin embargo, lo que hacemos es coordinar con el INA, otra institución, para que

diseñe programas de capacitación dentro del distrito. Generalmente esos programas de capacitación cubren un porcentaje no muy amplio de los agricultores porque muchos de ellos no están en la disposición económica de sacar mucho tiempo para esto. Lo que hemos tratado de ofrecer es una metodología de enseñar haciendo. Se les dan algunas charlas muy generales y luego algunos ingenieros participan con ellos durante el proceso de aprendizaje. No estamos colocando 30 ó 40 productores en un área demostrativa para que adquieran conocimientos acerca del riego y realicen las prácticas en un plazo definido, sino que, conforme las disponibilidades de recursos y de técnicos, se va coordinando el trabajo con ellos.

Comentario

Dentro de un plazo de dos años se va a construir el canal para las tres empresas privadas, el cual va a liberar alrededor de unos 7 m³ de agua por segundo. Esto da una idea del volumen que va a retornar nuevamente al Río Tempisque. En la realidad, esto ya lo hemos conversado con el Departamento de Aguas en algunas ocasiones y el retorno no será tan real, ya que los posibles usuarios de esas aguas van a hacer sus solicitudes por metro cúbico. Nosotros estamos en una competencia desleal porque no conocemos cuánto es el caudal que necesitamos desde el punto de vista ecológico, la otra gente sí puede justificar cuánto necesita, pero nosotros no tenemos esos estudios, los cuales deberíamos de tener en un plazo de dos años. Es una de las prioridades que debemos considerar en el marco de la complejidad de la Cuenca del Río Tempisque, que nos demostró el Dr. Mata hace un rato, donde tenemos que

involucrar el Golfo de Nicoya, pues es un estudio de peso que creo debería de retomarse en algún momento y ser una de las conclusiones de este taller.

Pregunta

Usted nos dio una visión excelente de lo que sería la administración de agua en el Río Tempisque, ha identificado muchas preocupaciones relacionadas con el agua. ¿Las leyes en Costa Rica permiten el desarrollo de una asignación de agua y cuál entidad del gobierno sería la responsable de implementar esa asignación de agua para las áreas de conservación? ¿Cuál es su perspectiva sobre la realidad de que eso suceda?

Respuesta

La legislación costarricense establece que todas las aguas son del Estado y que la concesión de esas aguas corresponde al Departamento de Aguas del MINAE. La legislación define quién debe dar las concesiones y, bajo las mismas circunstancias, una concesión de agua para el Parque, estaría a cargo del mismo MINAE.

Comentario

Estrictamente hablando dentro de lo que es la ley de aguas, no hay una previsión para agua ambiental. Si se quisiera solicitar, el Parque, en términos ambientales no tiene jurisprudencia ni tampoco está establecido dentro del reglamento de la ley. Lo único que existe en este momento es una disposición del tribunal de dejar un caudal ecológico que también demuestra un cierto nivel de madurez al que se ha llegado porque legalmente no tiene asidero. Es importante dejarlo claro porque si se quisiera pedir una concesión en esos

términos, cualquiera la puede objetar y la gana tremendamente fácil.

Comentario

Al MINAE le corresponde la definición de los caudales a concesionar y de los límites de las concesiones.

Comentario

Para nosotros es muy importante que de acá salga la conclusión de hacer un buen estudio de impacto ambiental de la Cuenca. Estas empresas que entre más aguas tengan, más van a ampliar su producción, empresas como la Cañera, están en estos momentos comprando más fincas y eso va a ser un problema social, porque comunidades como Ortega, Bolsón, Corralillo, aledañas a todas esas empresas, van a desaparecer. Un estudio de impacto ambiental permitiría definir las fronteras agrícolas y los límites a la producción.

Comentario

A estas empresas grandes se les está asignando un volumen máximo de agua y eso directamente limita sus áreas de producción.

Desarrollo Regional Integral de la Cuenca Media del Río Tempisque

William Murillo

A la luz de las grandes pérdidas ocasionadas por las sequías que se dan en Guanacaste y la recurrencia del fenómeno del Niño en nuestro país, en SENARA nos dimos a la tarea de formular un proyecto que reuniera varias necesidades institucionales y sectoriales para el desarrollo regional integral de la cuenca media del Río Tempisque.

Durante algunos años dependimos en gran medida de los recursos hídricos de la laguna Arenal para el desarrollo en esta zona. Fue con estos recursos con los que se desarrolló la primera etapa del proyecto de riego Arenal -Tempisque en el distrito Cañas con 7 mil hectáreas bajo riego y la segunda etapa con 12 mil hectáreas en los distritos Piedras y Cabuyo.

Recientemente hemos planteado un proyecto que hemos denominado “*Desarrollo Regional Integral de la Cuenca Media del Río Tempisque*”. Este proyecto pretende atender situaciones generadas en la región por la precipitación y las inundaciones del Río Tempisque durante el invierno, así como atender los problemas generados por las sequías del verano. Esbozamos un proyecto cuyo propósito tiene dos aristas; la primera es desarrollar una infraestructura hidráulica para consolidar la producción bajo riego en las márgenes derecha e izquierda del Río Tempisque, en los distritos Tempisque, Zapandí norte y sur. El otro componente, no menos importante, es la creación de

obras de control de inundación e infraestructura de drenaje que permitan un desarrollo rural armónico con la producción y que mitigue y controle las aguas de los principales ríos de la zona: el Tempisque y el Palmas.

El proyecto, con metas de 3-5 años, tratará de disminuir al máximo los efectos negativos que las inundaciones periódicas de los ríos Tempisque y Palmas ocasionan a la población civil y a la producción de la cuenca media del Río Tempisque. Otras metas son contribuir al desarrollo agrícola sostenible, mejorar la competitividad y asegurar condiciones de equidad para los beneficiarios dentro de un marco general de desarrollo rural, basado en una infraestructura de control de inundaciones, drenaje y riego. Estamos considerando que no solamente vamos a construir infraestructura, sino que esa infraestructura va a mejorar la calidad de vida de los habitantes, teniendo muy presente el tema de la sostenibilidad.

Queremos promover un plan de producción agrícola bajo riego que incluya rubros no tradicionales de alta capacidad productiva con fines de exportación y de transformación agro-industrial. Se requiere de una nueva forma de pensar acerca de las posibilidades de esa agricultura, no limitarse solamente a arroz o caña, sino estudiar otras opciones potenciales que le permitan a los productores mejorar substancialmente su calidad de vida y su ingreso. La promoción de la capacitación de los recursos humanos es un elemento estratégico y fundamental para asegurar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Otra meta es fortalecer la participación de la mujer en las instancias de toma de decisiones, mejorar las condiciones de trabajo en los

niveles de producción y productividad en las actividades agropecuarias que realizan y ofrecerles alternativas de empleo. Uno de los grandes problemas de esta región es la carencia de espacios para la participación y el trabajo de la mujer.

El proyecto también pretende armonizar el desarrollo agrícola con la conservación del medio ambiente, en concordancia con las políticas de manejo de los recursos naturales renovables y la producción y sostenibilidad de los mismos.

Desde el punto de vista social, el componente riego del proyecto beneficiará alrededor de unos 800 pequeños, medianos y algunos grandes productores. Con ello se favorecerá también a unas cinco mil personas que conforman el núcleo familiar básico, principalmente en los cantones de Liberia, Santa Cruz y Carrillo.

El componente sobre control de inundaciones y drenaje del proyecto tiene una población meta de unos 16-20 mil habitantes asentados en alrededor de tres mil viviendas. Para ello, nos hemos dado cuenta que es necesario plantear un estudio que permita discernir las mejores alternativas para el proyecto.

Una primera propuesta tiene que ver con la construcción de presas en los ríos Sardinal y Brasilito, así como la presa la Cueva en el Río Tempisque, con lo cual se podría contrarrestar las inundaciones. Una segunda propuesta es la relacionada con la mejora de algunos cortes en el Río Tempisque, lo que se ha denominado en algún momento el canal SENARA.

Estas propuestas retoman soluciones que se plantearon en una oportunidad y que no son más que un esbozo. No están sustentadas en estudios de factibilidad que permitan discernir si

estas alternativas son las mejores para esta cuenca.

Es importante que el sector científico y las instituciones gubernamentales nos reunamos para buscar soluciones a esos compromisos acerca de los cuales se ven obligados a decidir los políticos. Los técnicos del gobierno queremos recoger lo mejor del pensamiento, las experiencias, el bagaje de investigación del sector científico, para plantearle a los políticos alternativas. Es responsabilidad nuestra retomar este proyecto y discernir si estas alternativas son las mejores o las únicas para el manejo de la inundación, del drenaje y del riego en la cuenca media.

¿Qué justifica este estudio y por qué la importancia que damos a hacer un estudio previo a cualquier decisión sobre esta Cuenca? Hay estudios recientes realizados por SENARA que han concluido que las aguas recolectadas por el Proyecto Arenal-Tempisque nos van a permitir regar únicamente alrededor de 44 mil Has, lo cual todavía nos deja cerca de 20 mil Has que requieren una alternativa de riego.

Sin duda otra justificación importante es que en la provincia de Guanacaste en general y en el área en estudio en particular, se ha inhibido el crecimiento económico y el bienestar social de la región. Es en este contexto en el que el recurso hídrico se presenta como un limitante en la producción cuando hay sequía y esto ha provocado reducción o pérdida de las cosechas.

Por otro lado, esta zona tiene un gran potencial para el desarrollo ligado a la disponibilidad de agua para la producción. Entre las fortalezas del área se puede citar la calidad y la extensión del territorio agrícola, la vocación agro-productiva de los habitantes, la estructura vial, el desarrollo

institucional, la experiencia en riego y la potencialidad de la zona para desarrollar cultivos no tradicionales para la exportación.

Otro elemento que justifica ese estudio es la severa problemática de las inundaciones en la zona provocadas recurrentemente por los ríos Palmas y



Foto: Preparación de sitios para cultivos bajo riego, Proyecto Arenal –Tempisque. J. Jiménez 2000.

Con ese estudio se pretende también disminuir los cultivos tradicionales e introducir otros con características agronómicas y de manejo completamente diferentes. El empleo de las técnicas de agricultura bajo riego requiere crear un nuevo mecanismo de organización, comercialización y mercadeo, que sirvan para incentivar al agricultor al cambio y así lograr un desempeño eficiente orientado hacia una agricultura sostenible, que enfatice la integración de los componentes productivos y optimice su uso conjunto.

Tempisque, las cuales también atentan contra la sostenibilidad de importantes inversiones en infraestructura de producción, calidad de vida, seguridad y salud pública del 60% de la población del cantón de Carrillo, principalmente.

Pretendemos un estudio de factibilidad que permita viabilizar técnica y económicamente la habilitación de infraestructura hidro-agrícola en alrededor de 20 mil Has, así como proteger contra inundaciones alrededor de 30 mil Has, en la cuenca media del Río Tempisque, e incorporar a los productores en la competitividad agrícola y el desarrollo sostenible en el medio rural. El estudio de factibilidad que estamos por iniciar pretende, entre otras cosas, realizar una evaluación ex-ante del proyecto y analizar las

diferentes alternativas para el riego: construir represas en el Río Brasilito, en el Río Sardinal o en el mismo Río Tempisque, utilizar aguas subterráneas del acuífero de Zapandí, liberar agua de concesiones existentes una vez que demos agua del Arenal a algunos productores; o aumentar el sitio de la presa en el Río Piedras e inyectarle agua al Río Tempisque.

Parte de este estudio es analizar las diferentes alternativas y buscar qué grado de factibilidad tiene cada una de ellas para determinar si podemos llegar a esas 20 mil hectáreas bajo riego con los recursos hídricos que hay aquí en la Cuenca Media.

Indudablemente, dentro del estudio se encuentra inmerso el tema del control de las inundaciones, un asunto inherente a lo que sucede en la Cuenca Media. No podrá haber un proyecto de desarrollo rural integrado si el tema del control de inundaciones no es incorporado. Tendrá que analizarse los componentes de producción, mercado, fuente de financiamiento, capacitación de los productores y las organizaciones a involucrar.

La meta es que para finales del año 2003 tengamos un estudio del Proyecto Desarrollo Regional Integral de la Cuenca Media del Río Tempisque, que nos permita tomar decisiones con respecto a algunas acciones de desarrollo integrado dentro de la Cuenca.

Es de gran relevancia incorporar aspectos científicos que induzcan a los técnicos a definir un proyecto que aproveche integralmente los recursos naturales de la Cuenca, de una manera ambiental y socialmente sostenible. De esta manera, los líderes políticos tendrán una herramienta para la toma de decisiones y el desarrollo integral de la

Cuenca y podrán establecer jerarquías o prioridades de ejecución.

Evidentemente, la definición del proyecto trasciende el ámbito de acción del SENARA, por lo que la participación y el compromiso de otros sectores - entre ellos la comunidad científica, instituciones públicas, gobiernos locales, poblaciones afectadas o beneficiadas, etc. - será de singular relevancia para la ejecución del proyecto.

Pregunta:

Agradezco mucho los esfuerzos de planificación que está persiguiendo su agencia. Un paso definitivo hacia adelante que he visto es el énfasis en la participación pública. Una de las experiencias que hemos tenido en Canadá es que cuando el público es invitado a participar en preguntas relacionadas con lo que sucederá - si quieren una represa o no, dónde quieren ubicarla, - a menudo el público se pregunta ¿Por qué queremos una represa de por sí? Y esto refuerza la necesidad de tener una mayor visión en la Cuenca. En Canadá hemos tenido dificultades tratando estas situaciones y es posible que ustedes también las tengan.

Con relación a sus comentarios acerca de los enfoques estructurales, sus ideas de construir algo para proteger de las inundaciones y para brindar irrigación, etc., yo me pregunto si se dará un énfasis en este estudio a los enfoques no estructurales, ya sea planificación de la utilización de la tierra o aumento en la eficiencia del uso del agua, o formas de eliminar el arroz rojo y así aumentar la producción. El segundo punto es que quisiera saber si ustedes pueden identificar la relación entre este proyecto y el actual proyecto de riego.

Respuesta:

Con respecto a la primera pregunta, debo confesar que quizás el proyecto hace un mayor énfasis en temas estructurales, que en alguna medida el nivel político desea o tiene en perspectiva tratar de resolver en la zona. El SENARA, y en general el sector agropecuario, tiene que enfrentar una serie de problemas no estructurales que en alguna medida inciden en el éxito de los desarrollos que hemos planteado hasta la fecha.

Actualmente, nosotros tenemos problemas con una serie de aspectos como el tema eficiencia, el asunto de la organización, el manejo del tema ambiental, y el problema de la definición de la tarifa.

Creo que lo importante del proyecto que estamos planteando es que en alguna medida va a recoger 17 años de experiencia institucional. Es un proyecto que va a estar enriquecido con una gran experiencia personal, profesional, institucional, sectorial y con una conciencia pública de que hoy día los recursos naturales y los recursos económicos, son más limitados y tenemos que utilizarlos de mejor forma.

Con respecto al segundo tema, yo veo una vinculación entre este proyecto y el proyecto de riego, ya que con el nuevo proyecto venimos a satisfacer y a complementar una acción planificada a través del plan estratégico del Distrito de Riego, elaborado en el año 78 – 80.

Pregunta:

Mi pregunta es si hay sitios candidatos que están estudiando para la ubicación de las presas, para averiguar por ejemplo cuáles son las capacidades para capturar y mantener agua sin inundar cantidades grandes de tierra agrícola detrás de las presas, porque me

parece que la zona media de la cuenca es muy plana y probablemente no hay sitios muy buenos para las presas.

Respuesta:

El proyecto del embalse la Cueva, por ejemplo, es un proyecto que tiene un pequeño estudio de factibilidad económica; de más de 20 años. En el caso de la presa para el Río Brasilito y el Río Sardinal, hoy día hay asentamientos humanos. Hace 25 ó 30 años, cuando se hizo el proyecto Arenal, en este país se erradicaron los asentamientos humanos en Tronadora y en Arenal, pero a inicios del siglo XXI, eso no es un aspecto fácil de manejar. Hay una serie de elementos importantes que nos pueden permitir, a través de ese estudio, valorar si realmente las presas y los sitios que están establecidos son una solución viable económica, técnica y ambientalmente para resolver algunas de las problemáticas planteadas en la Cuenca Media y Baja del Río Tempisque.

Pregunta:

Mi comentario viene de mi experiencia de tratar con el gobierno japonés en ríos de Japón. Primero, si usted va a Japón se va a dar cuenta que la mayoría de sus ríos son extremadamente administrados, con muchísimas estructuras y controles. Una de las cosas que hemos aprendido de nuestra experiencia en los Estados Unidos es que para que un río se mantenga sostenible ecológicamente, debe tener una naturaleza dinámica en sus flujos y el control estructural extremo no permite que eso suceda.

Es importante además tomar en cuenta las preocupaciones económicas de las sociedades y culturas locales en cuanto a pérdida de pesca y producción

natural. Mi pregunta, y algo que no vi en su presentación que fue muy buena por cierto, es si ustedes van a evaluar como parte de su enfoque de estudio las otras oportunidades o alternativas dentro de la Cuenca, tanto río arriba como los controles estructurales propuestos para analizar algunas alternativas que no incluyan la construcción de estructuras.

Respuesta:

Tuvimos la oportunidad de estar en Japón durante tres meses y efectivamente vimos mucho de esos manejos rígidos de algunos ríos.

Tenemos un amigo que dice que las consultorías llegan adonde quieran que lleguen sus contrapartes. Hace 10 ó 14 años, tuvimos la oportunidad de desarrollar un proyecto en la región Atlántica con cooperación japonesa. Doce años después, cuando vemos los estudios, nos damos cuenta de que quizás la cooperación fue excelente, pero las contrapartes fuimos pésimas por algunas razones; una de ellas es quizás inexperiencia, a veces se cree que cuando se trata de una cooperación hay que aceptar cualquier cosa.

Creo que eso no sucede hoy. Me parece que a nivel de institución, actualmente tenemos profesionales con experiencia. Sabemos que si bien es cierto la cooperación es una ayuda de un país hacia otro, no necesariamente tenemos que aceptar por buena cualquier cosa; entonces en ese sentido, yo veo una gran oportunidad en esta cooperación. Conocemos mucho de lo que han hecho con ríos en Japón; no necesariamente queremos eso acá, pero sí entendemos que lo que podamos plantear necesariamente tendrá que considerar lo que sucede en la parte alta de la Cuenca y sobre todo su impacto en la parte baja de la misma. Esta es una

constante que no estamos perdiendo de vista dentro de este proyecto. Para nosotros es fundamental todo lo que podamos decidir, somos en este momento una institución esponja. Estamos dispuestos a aceptar y recibir mucha información porque eso nos va a permitir discernir muchas cosas que enriquezcan un proyecto que venga a solucionar una problemática y no a ser un problema.

Pregunta

Hablamos de la destrucción de miles de hectáreas de humedales, prácticamente la destrucción del Río Tempisque y se cree que con llevar el canal a esa zona se va a solucionar parte del problema. Mi pregunta va en relación a una experiencia que estamos viviendo y que va a suceder posiblemente con el Tempisque, en vista de que las empresas, específicamente El Viejo, se han adueñado prácticamente del Río Santa Barbara y del Río Samponia, que contribuyen grandemente en el aporte de agua al Río Charco. A estos ríos les eliminan el caudal ya en el mes de febrero, y siguen succionando agua del nivel freático, ¿tienen permiso, tienen concesiones, cuánta es la capacidad que tiene esta empresa para succionar esa agua, SENARA tiene estudios con respecto a eso? Sabemos que todos esos ríos aportaban también al humedal Mata Redonda, grandes cantidades de agua. Estamos conscientes también de que eran los principales sitios de reproducción de peces, ahora no lo son. Nuestra preocupación va en el sentido de que entre menos cantidad haya de agua dulce hacia el Golfo, mayor será la salinidad en agua que nosotros consumimos; nosotros no bebemos agua traída de España porque no tenemos las condiciones para hacer

eso, entonces nuestra preocupación es al salinizarse nuestras aguas, ¿qué vamos hacer?

Respuesta

Como lo planteé, hay un elemento que nosotros estamos involucrando en este proyecto que es el análisis de aspectos legales administrativos con respecto al manejo del proyecto, las responsabilidades y de cómo resolver una problemática que es causada por muchos factores: una ley de aguas muy antigua, instituciones que tenemos diferentes funciones que al final se diluyen, una acción a veces desmedida poco calculada, a veces avalada por la inactividad de las instituciones de la empresa privada, en fin, son estos los elementos que estamos tratando de que este proyecto de desarrollo venga a resolver.

Una de las grandes posibilidades que tenemos y que no hemos aprovechado tan bien como pudiéramos es que el concepto de distrito de riego le permite a SENARA, tener un mayor efecto regulativo con respecto a acciones como las que están sucediendo en este humedal.

Comentario

Hace cinco días que se está construyendo en Mata Redonda un dique, que posiblemente va a ejercer más presión de agua sobre las comunidades, en especial, Filadelfia, Ortega, Wilson, Corralillos. Es necesario tomar en cuenta todo ese tipo de construcciones. Aquí están las fotografías. Esto se está haciendo en la Finca La Aurora, es un dique de una magnitud increíble; en las fotografías ustedes van a ver miles de peces muriéndose.

El Manejo de las Planicies del Bajo Tempisque

Jorge A. Jiménez

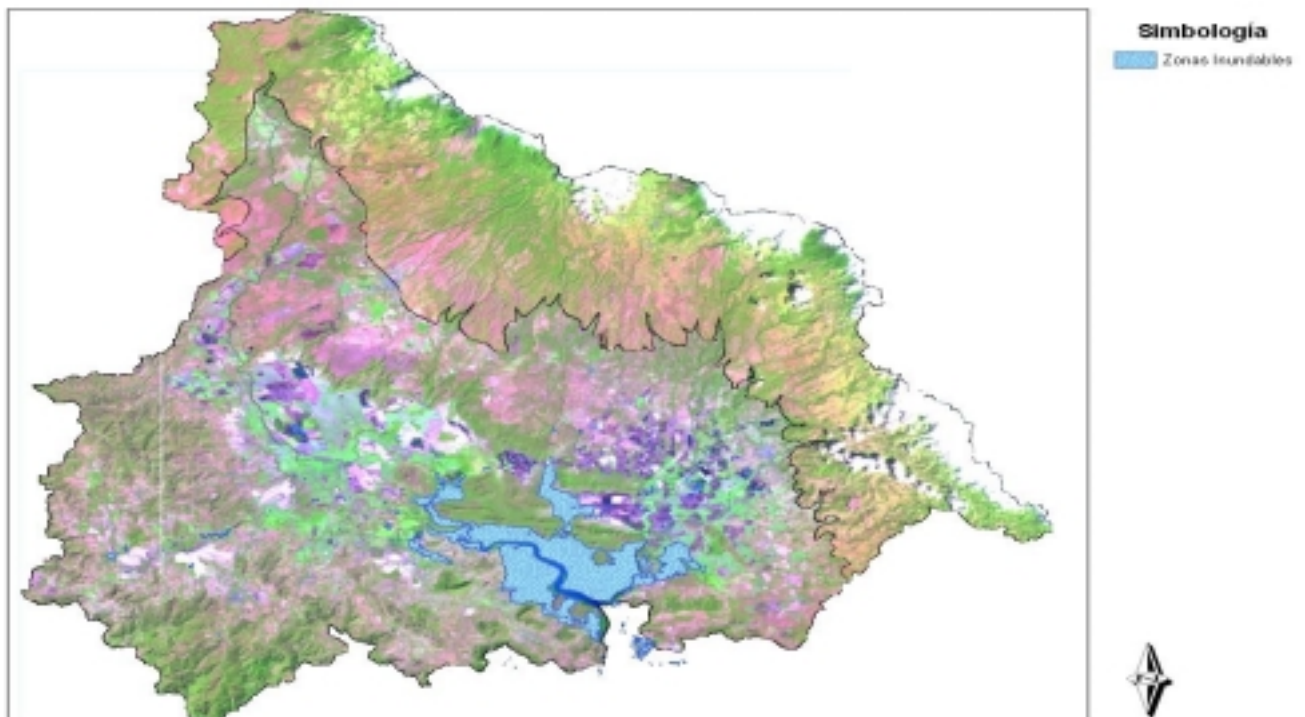
La parte baja de la cuenca del Río Tempisque está dominada por más de 100,000 Has propensas a la inundación. Estas planicies inundables forman una transición entre las tierras elevadas de la cuenca y el canal del Río Tempisque. Debido a la naturaleza altamente dinámica del río, los límites de estas planicies están cambiando constantemente.

Las Inundaciones

Estas planicies tienden a inundarse entre agosto y octubre, cuando ocurren las mayores descargas de precipitación en la región.

Las altas precipitaciones son el resultado de impredecibles e incontrolables fuerzas meteorológicas, gobernadas por patrones de circulación atmosférica a gran escala que trascienden las áreas afectadas. Cuando el clima se desvía del patrón climático promedio, ocurren las inundaciones. En esta situación, el agua abandona el cauce del río y se desborda sobre las planicies adyacentes. Estas se han formado a lo largo del tiempo, como consecuencia de innumerables inundaciones y deposiciones de sedimentos; son una prueba de la regularidad con la que ocurren las inundaciones.

A pesar de ser un fenómeno recurrente, las inundaciones son poco predecibles, aunque se estima que los ríos tienden a salirse de su cauce en promedio cada año y medio. En el Bajo Tempisque, las inundaciones periódicas mantienen algunos ecosistemas inundables de gran valor ecológico que dominan estas planicies. El ecosistema



Zonas Inundables en la Cuenca Baja de los ríos Tempisque y Bebedero

dominante, los humedales herbáceos, alberga cientos de especies de aves acuáticas, peces y reptiles restringidos a zonas anegadas y pantanosas. Algunos de estos humedales han sido declarados de importancia internacional y están bajo categorías de protección estatal.

Además de crear hábitats especiales, las inundaciones que afectan estas planicies traen sedimentos y nutrientes que generan suelos muy fértiles de interés agrícola.

Aunque el uso tradicional más difundido en el siglo pasado fue la ganadería extensiva, en las últimas décadas operaciones agrícolas de gran extensión se han venido desarrollando en estas zonas, aprovechando la alta fertilidad de los suelos. Caña, melón y arroz han tomado auge en la región. Centros urbanos, especialmente en el Cantón de Carrillo, se han desarrollado dentro de estas zonas bajas inundables en asocio a las actividades agrícolas.

El desarrollo de actividades productivas y centros urbanos en zonas propensas a la inundación ha aumentado la magnitud de los daños económicos asociados con las inundaciones. Durante las inundaciones de octubre de 1999, el cantón de Carrillo reportó pérdidas económicas considerables. De las 3000 Has de arroz cultivado en este cantón 2000 Has fueron afectadas severamente y 250 perdidas completamente. De las 14,000 Has de caña, 10,000 fueron fuertemente afectadas y 200 totalmente destruidas. Los daños a caminos vecinales y puentes también fueron importantes. Como resultado de estas pérdidas, cerca de 2000 personas quedaron sin trabajo.

El fenómeno de las inundaciones en estas planicies crea complejas paradojas. Desde el punto de vista ecológico las inundaciones son deseables

y necesarias para mantener ecosistemas de alto valor; desde el punto de vista económico, las inundaciones son dañinas pues destruyen los cultivos y la infraestructura productiva. Por un lado, las inundaciones son responsables del valor económico de las planicies al aportar sedimentos y nutrientes en forma constante. Al mismo tiempo, son la causa de destrucción de los cultivos y la infraestructura que se desarrollan precisamente para aprovechar la fertilidad de estos suelos.

No se ha logrado encontrar en la región una forma de combinar el manejo simultáneo de estas planicies inundables para fines productivos y para fines ecológicos. La atención que generan las inundaciones se relaciona exclusivamente con el daño económico que producen. Es por lo tanto tradicional que el tema del manejo de las planicies de inundación obtenga una alta prioridad en el sector político, únicamente cuando las inundaciones generan pérdidas económicas. La influencia de estos fenómenos en la diversidad biológica de los sistemas ribeños es mayormente ignorada.

La mezcla de hábitats (pantanos, bancos de arena, lagunas, pozas, etc.) resultantes de las recurrentes inundaciones, promueve la diversidad de organismos y hábitats asociados al río. Aunque la biodiversidad tiene un valor (nadie niega esto), pocos pueden asignarle un valor económico preciso. Los valores económicos parecen impulsar el proceso de manejo de las planicies. No será hasta que se desarrolle un sistema de valoración económica que tenga la precisión usada en los sistemas productivos, que los aspectos ecológicos dejarán de sufrir.

El Manejo Integrado de la Planicie

El manejo de las planicies del Tempisque se ha limitado a la protección de la inversión productiva y los centros urbanos. Esto se ha hecho a través de la construcción de diques, la rectificación del cauce del Tempisque y el dragado de algunos de los tributarios más importantes como el Río Palma. La construcción de diques conlleva el establecimiento de un círculo vicioso. Estas obras crean un falso sentimiento de protección que promueve el desarrollo de infraestructura y una mayor inversión económica detrás de los diques. Cuando las inundaciones desbordan los diques, se provoca un mayor daño económico. Más diques y dragados son entonces considerados necesarios.

Fondos públicos son además utilizados para evacuar y luego compensar a los individuos que sufren por estas inundaciones. De esta forma, entre más se invierte en estructuras para el control de inundaciones, los daños económicos van aumentando con cada inundación.

La mayor parte de la experiencia generada desde el siglo pasado en el manejo de las planicies en otras regiones, se concentró en el desarrollo de medidas estructurales. Las medidas más utilizadas fueron la construcción de embalses para almacenar agua durante períodos de altas precipitaciones (para liberarla lentamente después) y la instalación de diques para evitar el desborde del agua en los cauces.



Foto: Inundaciones en el Tempisque durante el Huracán Mitch. Periódico La Nación 1999.

En las últimas décadas, sin embargo, se ha reconocido la necesidad de utilizar soluciones no-estructurales como herramientas de manejo de estas planicies. En otros países, muchas de las medidas estructurales construidas han sido abandonadas: se ha eliminado embalses, removido diques y rehabilitado los antiguos canales de río.

La experiencia en otros países muestra que los programas de control de inundaciones se han visto forzados a evolucionar hacia programas de manejo integral de las planicies inundables. Los ríos y sus planicies están tan estrechamente ligados que sólo pueden ser entendidos y manejados si se consideran parte integral de un solo ecosistema.

La expansión de actividades agrícolas en las planicies del Tempisque está aumentando el valor de las propiedades e infraestructura en riesgo. Aún así, sólo se han tomado medidas desarticuladas para el manejo de estas planicies y para evitar el riesgo de inundaciones y pérdidas económicas.

El manejo de la información relacionada con la cuenca es también parcial y fragmentado. El establecimiento de un mecanismo de difusión de la información (socioeconómica, ecológica, física) que puede ser útil para el manejo de la cuenca es una de las más altas prioridades en la región.

El manejo de estas planicies puede orientarse a un solo objetivo: prevenir los daños a la actividad económica, vida y estructuras productivas. Pero también puede tener un objetivo ambiental: preservar la diversidad de hábitats y especies típicos de estas planicies.

Entre estos dos objetivos se origina un aparente conflicto: en un caso

las inundaciones no son sólo deseables, sino necesarias; para el otro objetivo las inundaciones deben ser prevenidas forzosamente. A pesar del aparente conflicto, los beneficios de la coexistencia de estos dos objetivos son varios: los humedales en las planicies de inundación funcionan como válvulas de escape que permiten que el agua se desborde y se reduzca la energía del caudal durante episodios de gran descarga de lluvias. Por otro lado, las inundaciones de hecho proveen algunos beneficios económicos a las actividades productivas; la fertilización de estas planicies con cada inundación redundante en una mayor productividad en las operaciones agrícolas. Al pasar por planicies, las inundaciones mejoran la calidad del agua, lo cual beneficia a pesquerías aguas abajo.

En realidad debemos tender hacia un manejo que reconozca las necesidades y requisitos de cada sector, de forma que los recursos asociados a las planicies de inundación puedan ser compartidos tanto por los sistemas productivos como por los sistemas naturales.

La zonificación espacial de la planicie de inundación es indudablemente una de las medidas no-estructurales más urgentes para lograr esta coexistencia de usos. Esta zonificación depende en primera instancia de los límites que se asignen a la planicie. La delimitación depende a su vez del grado de riesgo que se quiera tomar. A menor área asignada a la planicie de inundación, mayor será el riesgo de que esta área se llegue a inundar.

El riesgo de inundación está fuertemente asociado a la probabilidad de que los flujos excedan el cauce del río. En algunos países, las llanuras de

inundación están definidas por la línea de probabilidad de 500 años. En otras palabras, están delimitadas por aquellos sitios donde es posible que ocurra una inundación dentro de un lapso de 500 años (no necesariamente cada 500 años). El nivel de riesgo puede ser arbitrariamente decidido por la línea de 200 años o 100 años. A mayor probabilidad de inundación, el riesgo asumido es mayor. Ya que ésta es una decisión subjetiva, tanto las agencias estatales como los particulares son en última instancia quienes deberían decidir el grado de riesgo al que se quieran exponer.

Además de la zonificación, otra medida no-estructural utilizada es el pago estatal de una compensación económica por no desarrollar actividades agrícolas o infraestructura dentro de áreas de alto riesgo. Otras medidas incluyen el desarrollo de normas de construcción en zonas de alto riesgo que reduzcan los daños a la infraestructura; los programas de compra de tierra para ser dedicadas a conservación son un complemento a estas medidas estructurales.

En el caso específico del Bajo Tempisque, la ausencia de normativa específica es evidente. Procesos fundamentales, como la zonificación de las planicies, no han sido desarrollados. El papel de los gobiernos locales, necesariamente de gran relevancia en este tipo de esfuerzos, es mínimo en la zona. Los planes reguladores que permitirían solventar algunos de los problemas de las inundaciones carecen de claras directrices y normativas. Son las agencias nacionales las que en forma reactiva y ocasional implementan programas de manejo de las emergencias ocasionadas por las inundaciones. En última instancia, la responsabilidad del

manejo debería involucrar a los gobiernos locales y las comunidades directamente relacionadas con estos ambientes. En este aspecto, mucho falta por hacerse en la región.

En forma paralela, debemos mejorar el conocimiento que tenemos sobre la hidrología del Bajo Tempisque. Entender los procesos que influyen en las inundaciones de esta región depende del establecimiento de un programa extensivo de monitoreo hidrológico. La mayor parte de las estaciones de registro de caudales disponibles actualmente están ubicadas únicamente en sitios con potencial hidroeléctrico en la parte media y alta de la Cuenca. Las características hidrológicas que nos interesan se concentran en la parte baja de la Cuenca y son generalmente más numerosas que las tradicionalmente registradas por los limnómetros. Estas incluyen descargas picos, velocidades del agua, duración de la inundación, tiempo de desplazamiento y tasa de aumento entre crestas de inundación, sedimentación y degradación de los canales, hidráulica de los canales, etc. A partir de una red más extensa de puntos de muestreo, podríamos efectuar modelaje hidrológico que nos ayude a entender el comportamiento de las inundaciones en la zona.

La mayor parte del daño asociado a los desbordes del Río Tempisque, están en realidad asociadas a la pérdida de infiltración de los suelos de la planicie adyacente durante grandes períodos de precipitación. El agua, al acumularse, daña operaciones productivas, especialmente campos cultivados. La separación de la causa de los daños provenientes exclusivamente del desborde del río versus la saturación de suelos es difícil de cuantificar y no existen datos confiables para el caso del

Tempisque. Aunque la naturaleza de los daños es diversa y los métodos para resolver el problema son diferentes, es tradicional mezclar estos dos tipos de daños. Entender dónde y cuándo se producen los daños es una necesidad inicial para poder mitigar estos daños.

El manejo de las planicies del Bajo Tempisque es una urgente necesidad, si queremos proteger hábitats de gran importancia ecológica y reducir pérdidas millonarias en infraestructura productiva. La generación y el manejo de la información, la regulación del uso de la tierra y el involucramiento de gobiernos y comunidades locales son acciones urgentes a realizar.

La Integridad Física de Ríos Bajo Manejo

William L. Graf

Introducción

El propósito de este trabajo es detallar una serie de conceptos básicos sobre el comportamiento físico de los ríos que son de importancia para planificadores, investigadores y usuarios de los mismos. Basado en la experiencia de los Estados Unidos en el uso de sus ríos, creo que estos conceptos generales pueden ser útiles en otros países que se enfrentan al dilema de objetivos múltiples para sus ríos, dentro de los que se incluyen protección en caso de inundaciones, suministro de agua, navegación, generación hidroeléctrica, protección de ecosistemas y mantenimiento de especies nativas.

Los siguientes párrafos describen los antecedentes de la experiencia en los Estados Unidos con el control tecnológico y la calidad ambiental de los ríos; se provee una definición del concepto de integridad física para su uso en manejo e investigación, se describen los principios fundamentales de la integridad física y se identifican importantes tendencias con respecto a la integridad física de los ríos. Este es una versión resumida del trabajo presentado en marzo de 1999 (Graf, 2001).

Antecedentes

Las condiciones existentes de los ríos en los Estados Unidos son producto de dos siglos de intensivo desarrollo

tecnológico de sus paisajes y el agua. Aparentemente, este desarrollo tecnológico intensivo dañó las características físicas, químicas y biológicas de los ríos y sus paisajes asociados, a través de la fragmentación de lo que era antes un sistema integrado (Reisner, 1986).

En el este de los E.E.U.U. la creación de numerosas redes de canales y represas para almacenar agua evolucionaron junto con la construcción de molinos para impulsar la revolución industrial. Para 1840, las represas crearon un sistema de ríos extensivamente segmentado, con barreras donde antes no habían existido. En la cuenca del Río Mississippi, por ejemplo, la fragmentación se originó a partir de represas y compuertas de navegación que se convirtieron en el rasgo distintivo del sistema fluvial a mediados de los 1900. En las Montañas Rocallosas y en California, las represas para el almacenamiento de agua y el desvío de aguas para minería y agricultura segmentaron los ríos a partir de mediados de los 1800.

El Siglo XX presenció una carrera en la construcción de represas para irrigación, control de inundaciones, navegación y generación eléctrica. Durante el período de 1935 a 1970, las mayores represas del país completaron la segmentación de los principales ríos, con más del 25% de las represas construidas en la década de los sesenta. A partir de 1980, son muy pocas las represas que se han construido; la era de la construcción de represas parece haber acabado. Estas estructuras se han convertido en partes críticas de la infraestructura nacional, puesto que proveen una variedad de beneficios. Sin embargo, en los últimos 20 años, los efectos indeseables de las

represas se han hecho cada vez más obvios (Collier *et al.*, 1997).

En otras partes del mundo, la segmentación de los ríos continúa su ritmo. Datos del hemisferio norte muestran que casi el 80% de los ríos en esta mitad del mundo están significativamente divididos por represas (Dynesius and Nilsson, 1994), mientras que estudios más detallados en los E.E.U.U. muestran que en este país, los embalses de las represas existentes son capaces de almacenar una cantidad de agua equivalente a la escorrentía promedio anual de todo el país (Graf, 1999).



Foto: Presa Miguel Pablo Dengo. Río Corobicí. M. Godoy 2000.

Integridad Física

En los E.E.U.U., el Acta del Agua de 1977 exige que la nación restaure y mantenga la integridad física de sus cursos de agua. Mientras la integridad química (medida por la concentración de elementos y compuestos tóxicos) y la integridad biológica (relacionada con la biodiversidad y la productividad primaria) son obvias, la integridad física requiere de una explicación adicional. *Integridad física* de los ríos se refiere al conjunto de procesos activos fluviales y morfológicos por medio de los cuales el canal, las planicies de inundación, los sedimentos y en general la configuración espacial mantienen un equilibrio dinámico, con ajustes que no exceden los límites de cambio definidos por los valores sociales. Los ríos poseen integridad física cuando sus procesos y formas mantienen conexiones activas con cada uno en el régimen hidrológico actual.

Los rasgos primordiales del concepto de integridad física incluyen el énfasis en procesos y formas activas, así como en el reconocimiento de un equilibrio cambiante o dinámico en lugar del establecimiento de una condición estática y completamente predecible.

Un río con integridad física es un sistema activo, que funciona para transportar, almacenar y remover agua, sedimentos y nutrientes. Los cambios en los paisajes fluviales y en los hábitats riparios ocurren bajo circunstancias completamente normales y los cambios continúan a una magnitud reducida cuando los ríos están sujetos a control tecnológico. Los objetivos de la mayoría de los esfuerzos ingenieriles es producir un sistema estable, estático y predecible. Los valores sociales y económicos

determinan cuanta inestabilidad es aceptable en un sistema parcialmente controlado, usualmente tratando de establecer un equilibrio entre los beneficios del control de inundaciones, el suministro de agua, la generación hidroeléctrica y la navegación con los costos de perder las funciones naturales de los ríos.

Conceptos Fundamentales

El uso y la aplicación del principio de integridad física descansan en varios conceptos o enfoques que son parte de una “ciencia de ríos” (Gordon *et al.*, 1992), un manejo (Petts y Calow, 1996), y una política (Ingram, 1990) adecuadas. Estos principios están basados en prácticas científicas y experiencias con ríos estadounidenses.

Funcionalidad:

La morfología asociada con el río, especialmente las planicies de inundación, deben estar relacionadas con el río, a través de inundaciones periódicas que agregan agua, sedimentos y nutrientes de los cuales dependen los ecosistemas naturales de estas planicies.

Parámetros de Indicadores Físicos

Los parámetros de indicadores proveen herramientas de monitoreo de la integridad física de los ríos. Los parámetros menos complicados y más útiles son descarga de agua, ancho del canal, sinuosidad, patrones del canal y tamaño de las partículas en el lecho del canal. Los cambios en estos parámetros indican cambios en la integridad física.



Foto: Zonas potenciales de inundación en el Río Tempisque. M. Godoy 2000.

Dominio del Cambio:

El entendimiento y manejo de la integridad física del río debe enfatizar y tratar el por qué los ríos cambian en vez de esperar que estos tiendan hacia alguna configuración estable de largo plazo. El manejo del paisaje debe dejar espacio para el cambio natural del río y aún en ríos regulados el cambio es común.

Naturalidad:

Las políticas de manejo y restauración deben definir una meta razonable para la naturalidad deseable en el sistema, reconociendo que las intervenciones humanas son tan impactantes que no es posible restablecer completamente las condiciones naturales. En su lugar, la decisión acertada es definir las combinaciones aceptables de condiciones naturales y artificiales.

Enfoques Probabilísticos:

A escalas muy pequeñas, de unos pocos metros o tal vez un kilómetro, es posible modelar y entender un río a través de modelos matemáticos determinísticos; pero a escalas de más de un kilómetro, los procesos son tan complejos y nuestro conocimiento sobre los procesos del río es tan limitado que los métodos Probabilísticos o estadísticos son más apropiados y probablemente darán conclusiones más útiles.

Principios de Cuenca:

La unidad geográfica más importante para la investigación y el manejo de un río es la cuenca, pues la cuenca controla el comportamiento del río a través de la cobertura y el uso del suelo, así como de la escorrentía de agua y sedimentos. Los principios de Manejo

de Cuenca y de ecosistemas deben de ser aplicados conjuntamente.

Representatividad Geográfica:

Cualquier investigación utilizada para entender los procesos del río y cualquier sistema de manejo diseñado para acomodar los sistemas sociales y naturales debe ser representativo de todas las regiones involucradas. Los modelos y principios desarrollados en regiones lluviosas, por ejemplo, es probable que no sean aplicables a regiones semi-áridas, sin una modificación sustancial.

El Futuro Cercano

Probablemente, tres fuerzas dominarán el manejo y la investigación de los ríos estadounidenses en los próximos años. Primero, el esfuerzo para proteger especies amenazadas está estrechamente ligado a los ríos porque estos proveen los ecosistemas acuáticos y riparios que son críticos para más de la mitad de las especies animales amenazadas en el país. Segundo, el control y manejo de las planicies de inundación irá en aumento pues el desarrollo de actividades económicas en las planicies pone en peligro las vidas y propiedades, a pesar de la inversión en represas y diques. Tercero, más de 400 represas han sido removidas de los ríos del país y el continuo debate sobre cuáles remover es probable que involucre investigadores y decisores políticos.

La experiencia estadounidense con la integridad física de los ríos demuestra que la construcción de obras de ingeniería, especialmente represas, tienen costos imprevistos y duraderos en la calidad ambiental. El manejo de los ríos de forma que su integridad física se

preserve hasta donde sea posible es la clave para asegurar que los ríos se mantengan como elementos productivos de la economía nacional, continúen siendo parte de una rica herencia cultural y sean componentes de un ambiente, cuasi-natural de alta calidad. Costa Rica y los Estados Unidos son dos de los pocos países con suficientes recursos naturales, económicos, culturales y sociales para equilibrar estos objetivos y dejar un gran legado en ríos saludables para las futuras generaciones.

Referencias Bibliográficas

- Collier, M., Webb, R., Schmidt, J. 1997. *Dams and Rivers: Primer on the Downstream Effects of Dams*. U.S. Geological Survey Circular 1126. Denver, U.S. Geological Survey.
- Dynesius, M., y Nilsson, C. 1994. Fragmentation and flow regulation of rivers systems in the northern third of the world. *Science* 266:753-762.
- Gordon, N. D., McMahon, T. A., y Finlayson, B. L. 1992. *Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. New York, John Wiley & Sons.
- Graf, W. L. 1999. Dam nation: A geographic census of large American dams and their hydrologic impacts. *Water Resources Research*, 35:1305-1311.
- Graf, W. L. 2001. *Damage control: Restoring the physical integrity of America's rivers*. *Annals of the Association of American Geographers*, in press for January, 2001.
- Ingram, H., 1990. *Water Politics: Continuity and Change*. Albuquerque: Univ of New Mex. Pr.
- Petts, G., y Calow, P. 1996. *River Restoration*. London, Blackwell.
- Reisner, M. 1986. *Cadillac Desert: The American West and its Disappearing Water*. New York, Viking.

Preguntas

Pregunta

Hace pocos días, tuvimos que detener en la Asamblea Legislativa de este país un proceso para darle capacidad al país de liberalizar la producción de energía. Yo me opuse, obviamente, pero la principal razón fue que todavía no hemos definido cuáles son los ríos más representativos del país para dejarlos íntegros, desde que nacen hasta que llegan a la costa; sin embargo, las empresas privadas que quieren venir al país a producir electricidad, que es un magnífico negocio, ya tienen todo el país “repartido”, antes de que tengamos esa mínima planificación.

Sólo por ese hecho, y pensando en lo que usted ha dicho, ahora nada más se viene a confirmar, de una manera inspirada de su parte, la hipótesis que yo quiero mantener dentro del ámbito científico del país, de que tenemos que organizar el país; sin eso no vamos a poder dejarle absolutamente nada a nuestros hijos y nietos.

Pregunta

Gracias, yo tengo una pregunta que me surge por la formación o la deformación, como lo quiere usted ver, profesional. Usted comentó al final de que mantuviéramos los ríos limpios, libres, naturales para que se convirtieran en una parte importante de nuestro sistema productivo, que fueran económicamente productivos.

Sin embargo, me viene inmediatamente a la mente las palabras de un profesor que tuve de que uno no puede limpiar una cosa sin ensuciar otra. Y la pregunta va en el siguiente sentido:

En este país, los ríos se han convertido en fuente de energía y, por la distribución de la escorrentía en este país, uno tiene necesariamente que hacer ese tipo de estructuras; si nosotros no nos hubiéramos atrevido a realizar el desarrollo hidroeléctrico de la forma como se hizo estaríamos sufriendo serios y terribles problemas que tiene el resto de Centroamérica con la producción térmica y estaríamos también contribuyendo al cambio global con el incremento de CO₂ en la atmósfera. Entonces si ponemos las dos cosas en una balanza, cómo llegamos a compatibilizar eso? O sea, para que un río pueda ser aprovechable, creo yo, el río necesariamente tiene que ser intervenido en mayor o menor grado, en eso estoy totalmente de acuerdo con usted, y creo que también hay que planificarlo muy bien, pero no veo cómo compatibiliza usted la parte de la intervención para el aprovechamiento del agua con la rentabilidad económica y sea parte del producto interno bruto de un país.

Respuesta

Creo que es la pregunta más importante que enfrentamos, cómo podemos mantener el queque y comérmolo también. La respuesta es que necesitamos evitar lo que tenemos en Estados Unidos, donde hemos comprometido el 98% de la extensión disponible de nuestros ríos.

Costa Rica necesita la electricidad y necesita agua para apoyar sus actividades agrícolas y propósitos domésticos. Yo creo que para tener esas cosas no necesariamente tenemos que desacomodar el país completo o todos los ríos del país. No estamos en desacuerdo, estamos diciendo lo mismo;

yo no quiero decir que los ríos tengan que estar totalmente sin desarrollar desde el punto de vista económico, sino que algunos ríos y algunos lugares no deben ser desarrollados. Una nación sabia decide, antes del desarrollo, cuáles recursos va a salvar y mantener de forma natural y cuáles partes va a utilizar para el beneficio de la sociedad. Yo creo que podemos hacer al mismo tiempo ambas cosas.

Preservando la Integridad Ecológica de la Cuenca del Río Tempisque

Sarah Baish

Alrededor del mundo, la demanda por recursos hídricos está aumentando, lo cual ejerce tremendas presiones sobre los ecosistemas acuáticos. El actual debate sobre la Cuenca del Río Tempisque no está ajeno a estos temas. Aunque el Río y su Cuenca son recursos valiosos que deben ser administrados para maximizar la calidad de vida de los habitantes de la zona, el enfoque tradicional ingenieril para controlar el agua (ej. represas y otras estructuras) no es siempre la mejor solución a largo plazo.

Los ríos con libre circulación proveen una amplia gama de funciones ecológicas que son críticas para las especies nativas, las comunidades locales y la economía regional. Hoy en día existe un creciente reconocimiento de que se debe alcanzar un balance ecológicamente saludable entre cultura y naturaleza, para que la sociedad sea sustentable.

La Cuenca del Río Tempisque, el sistema hidrológico más extenso de Costa Rica, provee actualmente una variedad de bienes y servicios ecológicos “gratuitos” a la región Guanacasteca. Para las cerca de 170,000 personas que viven en esta Cuenca, ésta proporciona agua para consumo humano, irrigación, generación eléctrica, pesca, actividades agroindustriales y actividades recreativas. El valor monetario de estos bienes y servicios,

aunque difíciles de cuantificar, es indudablemente grande.

La importancia de este tipo de recursos es desafortunadamente a menudo ignorada hasta que estos son degradados y la calidad de vida y la economía en las áreas circundantes son reducidas substancialmente.

Específicamente, el Río Tempisque y sus humedales:

- Proveen hábitat y corredores para la vida silvestre, incluyendo las pesquerías comerciales y deportiva.
- Transporta y recicla nutrientes y sedimentos que mantienen humedales y zonas estuarinas;
- Purifica y provee agua;
- Recarga las aguas subterráneas;
- Provee de suelo aluvial a las planicies;
- Atenúa la inundación y minimiza los daños por inundación absorbiendo la energía en sus meandros, pantanos y planicies de inundación y acumulando agua y sedimentos por un período de tiempo;
- Aumenta y mantiene los flujos de agua;
- Provee de recreación a las comunidades locales;
- Provee oportunidades para ecoturismo.

En muchos países, se han originado serios problemas cuando se ha intervenido la integridad de los ríos a causa de las actividades humanas, incluyendo represas, canales, contaminación y destrucción de humedales. Estas actividades alteran los procesos físicos y biológicos y a menudo resultan en la reducción de las pesquerías y la pérdida de especies (incluyendo aquellas que son económicamente importantes o se encuentran en peligro de extinción) ecosistemas degradados, aumento de enfermedades y pérdida de la integridad en el largo plazo (NRC, 1992). Una vez que la estructura biológica de los ecosistemas acuáticos es modificada, se requiere de un manejo intensivo para asegurarse el uso continuo de los

beneficios (tales como agua potable y pesquerías) o para mitigar problemas no previstos (como inundaciones). De hecho, el actual debate está centrado en cómo y dónde eliminar represas, no en dónde construir las.

El control estructural de los ríos tiene un impacto importante en los ecosistemas naturales riberos que no ha sido integrado en el verdadero costo del desarrollo. En el Río Columbia en el oeste de los E.E.U.U, por ejemplo, la pérdida de las pesquerías de salmón debido a las represas ha costado \$6.5 mil millones entre 1960 y 1980 (Robbins, 1999). El resultado es finalmente una pérdida de la integridad ecológica y eventualmente también de la sostenibilidad social y cultural.



Foto: Llanuras Inundables de la Cuenca del Río Tempisque. Mayo 2000. E. González 2000.

Esto incluye:

- Pérdida de sedimentos que alimentan las planicies aluviales;
- Pérdida de nutrientes que mantienen los ecosistemas en las planicies;
- Modificación de la calidad del agua;
- Modificación de la hidrología y las avenidas de agua;
- Modificación de la geomorfología del río;
- Pérdida de hábitats riberos ; y
- Aumento de especies exóticas desplazando especies nativas.

Cuando los ríos pierden sus rasgos naturales, los problemas de inundación se acentúan. Aunque las inundaciones son eventos catastróficos porque afectan a muchas personas y pueden producir importantes daños, los flujos anuales y estacionales más típicos ejercen una importante función ecológica, al aportar nutrientes y conformar el río y su cuenca.

Si las cuencas son modificadas y se pierden las planicies, se debe invertir más recursos para evitar las inundaciones. Los ecosistemas que tienen una alta integridad ecológica son resistentes y se auto-corrijen cuando están sujetos a disturbios naturales. Las alteraciones estructurales en el bajo Tempisque (incluyendo 20km de diques y un canal de 4km de largo) han intensificado el riesgo de inundaciones en la parte baja del Tempisque. La situación se puede agravar aún más si el régimen natural del río y los humedales se pierden.

Conforme más cuencas son controladas, se evidencian muchas de las consecuencias no intencionales resultantes de la interrupción de los flujos naturales. A pesar de ello, el costo de represas y otras estructuras de control es generalmente evaluado en términos del concreto y acero que se utiliza en su construcción y no en términos de los costos asociados con la pérdida de la integridad del ecosistema y los impactos negativos en los sistemas sociales. Aunque el control de los ríos provee beneficios económicos, existen serios problemas relacionados con la pérdida del funcionamiento ecológico.

Las necesidades ecológicas, económicas, de eficiencia energética y las necesidades locales deben ser estudiadas cuidadosamente y consideradas al tomar decisiones acerca del manejo de los recursos naturales, ya que los ecosistemas son inseparables de la cultura y economía humanas.

Literatura Citada

National Research Council. 1992. Sustaining our water resources. Washington, D.C. National Academy Press.

Organization for Tropical Studies. 2000. Briefing Notes: Flood Protection Alternatives and Wetland Conservation – Tempisque River. San Jose, Costa Rica: OTS.

Robbins, E. 1999. "Damning Dams" in The Environmental Magazine, January – February, 1999. Washington, D.C.: Environmental Defense Fund.

Lecturas Recomendadas

Amoros, C., A.L. Roux, J.L. Reygrobellet, J.P. Bravard y G. Pautou. 1987. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. Regulated Rivers Resource Management 1:17-38.

- Barinaga, M. 1996. A recipe for river recovery? *Science* 273:1648-1650.
- Church, M. 1995. Geomorphic response to river flow regulation: case studies and time scales. *Regulated Rivers*. 11:3-22.
- Costa, J.E., y J.E. O'Connor. 1995. Geomorphically effective floods. Pages 45-56 *En* J.E. Costa, A.J. Miller, K.W. Porter, and P.R. Wilcock, editors. Natural and anthropogenic influences in fluvial geomorphology. Geophysical Monograph 89. American Geophysical Union, New York, New York.
- Ehrenfeld, J.G. 2000. Defining the limits of restoration: the need for realistic goals. *Restoration Ecology*, 8 (1):2-9.
- Graf, W.L. 1999. Dam nation: a geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts. *Water Resources Research*. 35:1305-1311.
- Johnson, W.C. 1992. Dams y riparian forests: case study from the upper Missouri River. *Rivers* 3:229-242.
- Kondolf, G.M. 2000. Some suggested guidelines for geomorphic aspects of anadromous salmonid habitat restoration proposals. *Restoration Ecology*. 8 (1): 48-56.
- Ligon, F.K., W.E. Dietrich, y W.J. Trush. 1995. Downstream ecological effects of dams. *Bioscience* 45:183-192.
- Meretsky, V.J., D. L. Wegner, y L.E. Stevens. 2000. Balancing endangered species and ecosystems: a case study of adaptive management in Grand Canyon. *Environmental Management* .25 (6):579-586.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B.D. Richter, R.E. Sparks, y J.C. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* 47:769-784.
- Richter, B.D., y H.E. Richter. In press. Prescribing flood regimes to sustain riparian ecosystems along meandering rivers. *Conservation Biology*.
- Sparks, R.E. 1995. Need for ecosystem management of large rivers and their floodplains. *BioScience* 45:169-182.
- Frissel, J.A. Lichatowich, W.J. Liss, W.E. McConnaha, P.R. Mundy, J.A. Stanford, and R.R. Whitney. 1999. Return to the river: Scientific issues in the restoration of salmonid fishes in the Columbia River. *Fisheries* 24:10-19.

El Desarrollo de una Visión: Establecimiento de las Metas para Alcanzar el Manejo Integrado de la Cuenca

Jorge A. Jiménez

Del análisis resumido en la presente publicación sobresale la urgencia de alcanzar una visión unificada sobre el modelo de desarrollo que se desea para poder alcanzar un manejo integral de la Cuenca del Tempisque. Esta visión debe surgir dentro de un marco participativo que involucre a las comunidades locales, agencias estatales y organizaciones regionales.

El manejo integral de la Cuenca del Tempisque debe dirigirse a mejorar la calidad de vida de los presentes y futuros habitantes de la Cuenca, y a conservar la integridad ecológica de la zona a través del uso sostenible de sus recursos naturales, físicos y culturales.

Las consultas realizadas en los últimos meses señalan varias metas urgentes, las cuales se presentan a continuación en forma no priorizada:

•Preservar la integridad ecológica de la Cuenca del Río Tempisque

•Reducir las pérdidas en la calidad de la vida social y económica debido a las inundaciones y al manejo inadecuado de los flujos de agua.

•Aumentar el rendimiento económico de los

recursos naturales de la Cuenca, incluyendo la agricultura, las pesquerías y el ecoturismo

•Alcanzar una plena participación de todas las comunidades locales en los procesos de decisión que afecten su entorno ambiental.

Alcanzando las Metas

El logro de estas metas involucra una compleja serie de acciones, las cuales requieren en muchos casos actividades intersectoriales y de la capacitación previa del recurso humano a involucrar. Estas actividades no son necesariamente secuenciales y frecuentemente requieren ser realizadas en forma paralela. Hay tres grandes áreas de actividades:

Las necesidades generales de información de los sistemas naturales y sociales dentro de la Cuenca del Tempisque son muchas y substanciales.

Primer Area de Actividades:

Dirigidas a comprender claramente cómo trabaja el sistema de la Cuenca del Tempisque (hidrología, ecología, calidad de agua, clima, poblaciones humanas, sistemas productivos). Requiere compilar e integrar la información ambiental existente en un sistema de información geográfica (SIG), que identifique las necesidades de información más urgentes e inicie la recolección de datos.

El análisis de estas necesidades debe incluir la Cuenca en su totalidad e involucrar a todos los sistemas naturales, aunque es poco probable que alguno de

los ecosistemas de esta región sea completamente natural pues todos ellos han sido afectados en algún grado por las actividades humanas. El término natural es por lo tanto un término relativo que denota aquellos ecosistemas que no son agrícolas o urbanos.

La definición de las necesidades de información es un ejercicio importante en el proceso de planificación para el manejo de la Cuenca. Un análisis de las necesidades identificadas crea, de hecho, un marco de referencia para elaborar las preguntas y recomendaciones que guiarán nuestras actividades en el futuro cercano. Las necesidades de información, en forma no-priorizada son las siguientes:

Información de Sistemas Naturales

En cuanto a los sistemas naturales de la Cuenca, las necesidades de información más relevantes son:

i) Mediciones básicas sobre la calidad del agua en la región

Existe muy poca información sobre la calidad del agua que es utilizada por los tres tipos de usuarios principales (consumo humano, sector agroindustrial y ambiente). El desarrollo urbano en la región no ha estado acompañado de un crecimiento proporcional de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. Las coberturas de estos sistemas son parciales y la mayor parte de los habitantes no disponen de estos. En Liberia, la cobertura es del 37.4% de la población, en Cañas del 24.1% y en Santa Cruz del 47%.

Simultáneamente, el desarrollo de la actividad agropecuaria y agroindustrial ha crecido vertiginosamente. Ingenios de caña,

plantaciones de arroz y de melones, están contribuyendo con una carga desconocida de desechos orgánicos y agroquímicos a los sistemas acuáticos. Dar seguimiento a la presencia de compuestos específicos (pesticidas, nutrientes, sólidos y concentraciones de calcio en el caso del agua para consumo humano) es una de las acciones prioritarias.

Una vez obtenida esta información, se deberá implementar un “Plan de Gestión de la Calidad del Agua” que es en sí un proceso social y político que involucra a todos los usuarios, en el que se debe definir el grado de calidad (concentraciones y especificaciones) deseable en el agua. Este Plan deberá tomar en cuenta el uso actual y potencial de las aguas, el impacto económico del proceso de gestión, el bienestar social y las políticas de calidad del agua existentes.

Un proceso de este tipo deberá enfatizar el control en la fuente de origen del contaminante y cumplir con varios objetivos mínimos:

- Verificar la calidad satisfactoria para los usuarios involucrados.
- Determinar las tendencias de la calidad
- Evaluar el impacto de las descargas de actividades ya existentes.
- Determinar los flujos que siguen los materiales en el agua.
- Caracterizar las condiciones de línea base.

El establecimiento de puntos de muestreo donde se lleven a cabo mediciones estandarizadas a largo plazo es un elemento esencial del Plan de Gestión. La determinación de las áreas críticas para el monitoreo y control de la calidad de agua reduce notablemente los

costos de un Plan de Gestión. Este proceso de monitoreo debe cubrir forzosamente tres hábitats principales: ríos, humedales, y aguas sub-superficiales. Monitorear la calidad de las aguas superficiales es de suma importancia para la región. En la Figura 1, se proponen los puntos donde los muestreos periódicos deben ser realizados.

ii) Información Básica sobre los Flujos de Agua en la Cuenca

Existe un marcado déficit de

aguas superficiales durante la época seca para los usos ya existentes. Se desconoce cuál es la magnitud del déficit y cuáles los flujos existentes en esta época. Solamente la estación Guardia tiene datos sobre caudal, registrados desde 1951, con un vacío entre 1970 y 1979. Las partes medias y bajas de la Cuenca no cuentan con este tipo de información. La inexistencia de datos confiables sobre los volúmenes y el comportamiento de los flujos existentes limita en gran parte un manejo integral de la Cuenca.

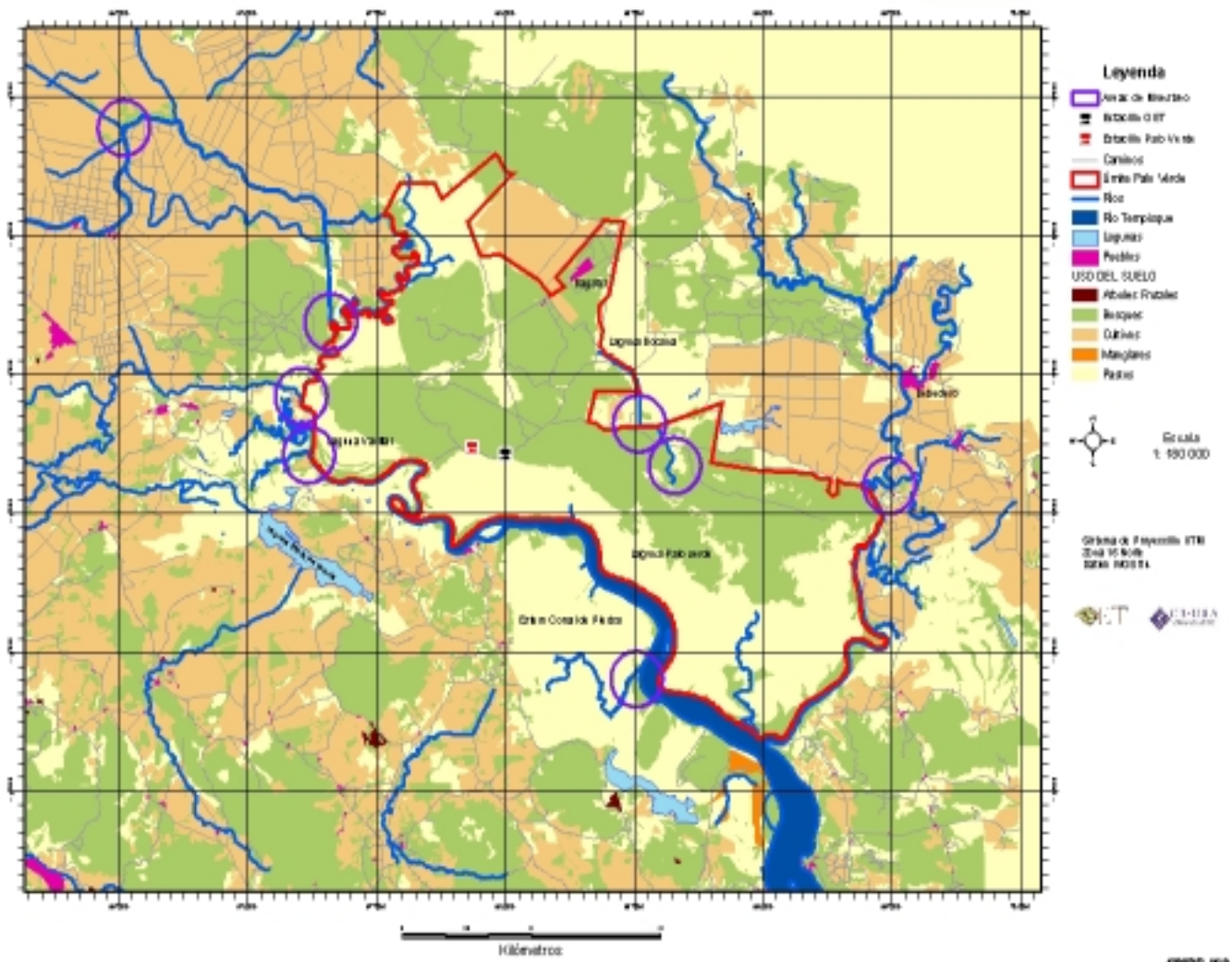


Figura 1. Áreas propuestas para muestreo de calidad de aguas en la Cuenca del Río Tempisque.

Al igual que en el tema de la calidad del agua, el análisis de los flujos de agua existentes requiere un sistema de monitoreo de largo plazo que se base en la determinación de las áreas críticas dónde se debe medir los flujos de agua (volúmenes y estacionalidad). Las localizaciones preliminares de estos sitios se resumen en la Figura 2.

seca, el Río Tempisque es prácticamente secado. Fuertes cambios en las más de 100,000 Has de humedales asociados a la parte baja del Tempisque parecen estar relacionados a los cambios en los flujos de agua y la morfología del cauce del Río. El crecimiento de especies herbáceas como el tul (*Typha domíngensis*), la sarza (*Mimosa pigra*) y

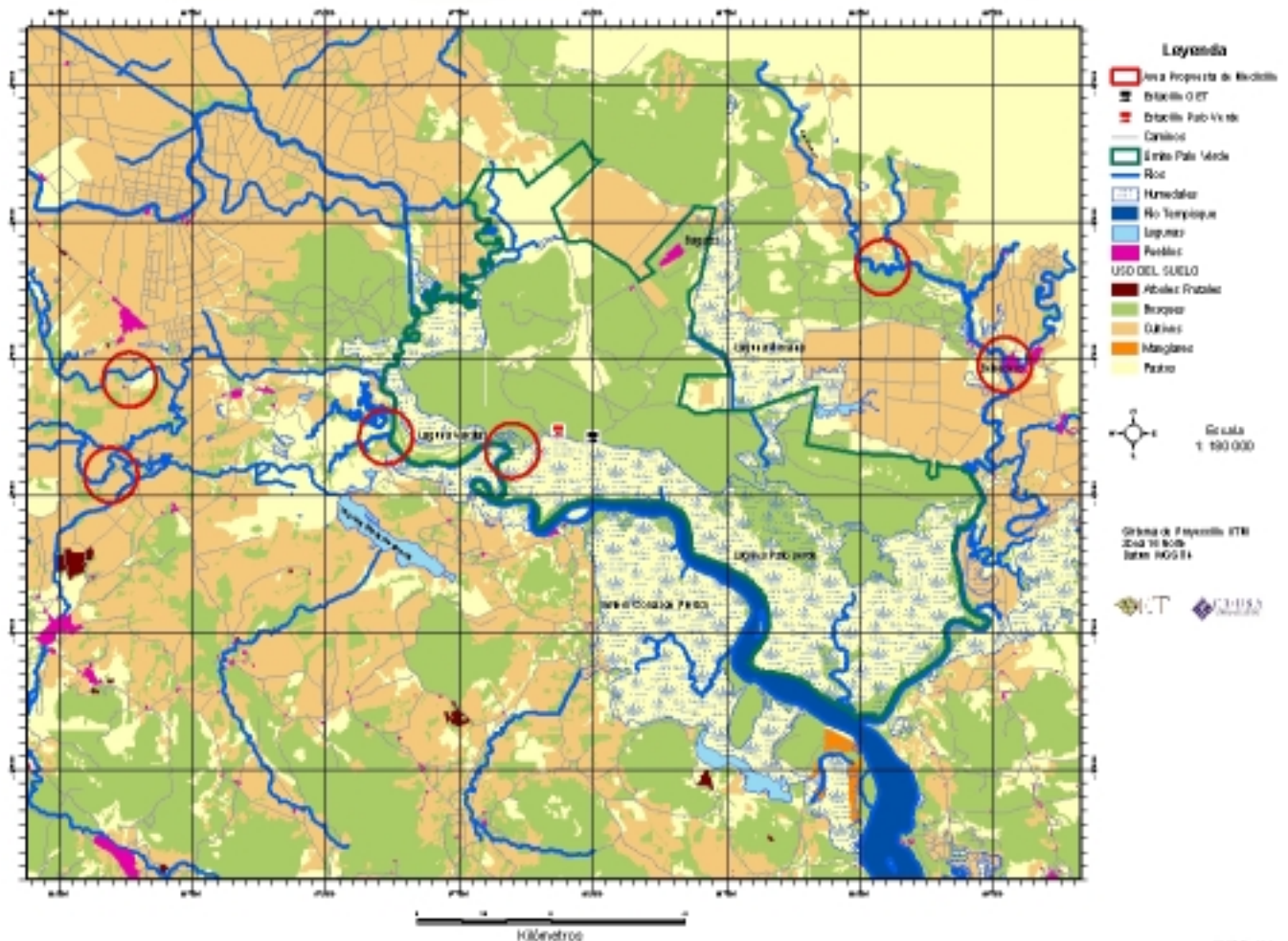


Figura 2. Areas propuestas para muestreo de flujos de agua de la Cuenca del Río Tempisque.

Es obvio que durante la época seca la extracción del caudal para fines agrícolas y agroindustriales ocasiona una fuerte y aguda reducción del agua disponible para los sistemas naturales de la región. Durante los meses de la época

especies arbóreas como el Palo Verde (*Parkinsonia aculeata*) han provocado la pérdida del espejo de agua en humedales como los de Palo Verde, Varillal, Poza Verde y Corral de Piedra. Este crecimiento vegetal ha contribuido con la disminución del número de aves

acuáticas que tradicionalmente visitaban esos sitios. Los humedales parecen estar reaccionando a cambios en la calidad y cantidad del agua en la zona. En este caso, como en muchos otros, la carencia de información y programas de monitoreo han impedido contar con argumentación adecuada para alimentar el proceso de decisión política en la región.



Foto: Una de las estaciones de bombeo en el Río Tempisque. J. Jiménez 2000.

Los datos existentes sobre concesiones para la extracción del agua están también fragmentados e incompletos. Se estima que en este momento las concesiones de agua superan los $11.5 \text{ m}^3/\text{s}$, un volumen mayor al caudal total del Río Tempisque durante la época seca (aprox. $10 \text{ m}^3/\text{s}$).

Aunada a esta sobre-concesión de aguas, la extracción ilegal es práctica común en la zona. Aunque se desconoce los volúmenes que se extraen ilegalmente, es evidente que esta práctica complica aún más el manejo del

recurso hídrico. La falta de coordinación entre agencias estatales del sector ambiental (encargadas de las concesiones) y del sector agropecuario (encargadas del desarrollo de proyectos agrícolas) es parte del problema.

La ausencia de cifras reales acerca de los flujos existentes, las extracciones que se están dando y las necesidades del sector productivo dificulta aún más la generación de políticas adecuadas.

En el área ambiental, la situación es aún más compleja pues no existen datos acerca de los flujos de agua requeridos (tanto en volúmenes como en estacionalidad) por parte de los ecosistemas naturales de la zona. Los bosques ribereños y los humedales de la zona están obviamente ligados a la calidad y cantidad de agua que reciben.



Foto: Cauce del Río Tempisque durante la época seca, a la altura de la Hacienda el Viejo. La profundidad del agua en este sector es de escasos 40 cm. J. Mateo 2000.

Sin embargo, se desconoce cuál es el caudal mínimo que se requiere para mantener estos sistemas saludables. Al igual que las actividades productivas, los ecosistemas naturales están sufriendo un marcado déficit de agua. Estos problemas en el sector productivo y en el sector ambiental evidencian la carencia de un plan de manejo hídrico en la región.

iii) Información sobre los procesos que regulan las inundaciones de la zona y sus impactos

A lo largo de la historia, la parte baja de la Cuenca del Tempisque ha sido afectada por fuertes inundaciones. Durante los últimos sesenta años, las zonas bajas inundables han sido transformadas en tierras agrícolas y urbanas. Han proliferado la infraestructura agrícola, los cultivos y las edificaciones. Con el tiempo, el daño económico –asociado a las inundaciones ha aumentado.

Lamentablemente, no existe una colección de registros históricos sobre las inundaciones que permitan predecir patrones futuros de inundación.

Es escasa la información que existe sobre las características de estas inundaciones, los daños reales asociados, los patrones temporales, la extensión inundada, su relación con la morfología regional y el comportamiento hidráulico de los ríos. Sin esta información es difícil generar modelos válidos que predigan el comportamiento de las inundaciones, o los daños económicos que podrían generar las inundaciones.

Las inundaciones en un área específica pueden ser causadas por la saturación de los suelos durante la época lluviosa, mientras que en otra pueden ser ocasionadas por el rebalse del caudal de

un río. Hasta el momento, no existe información que permita separar los daños atribuibles a estas dos causas. Las medidas para prevenir estos daños varían según las causas. Muchas de estas medidas están siendo implementadas sin un análisis de los beneficios reales que aportan y el impacto ambiental que conllevan.



Foto. El dragado del cauce del Río Palmas tuvo un fuerte impacto ambiental. J. Jiménez 2000.

iv) Información sobre el estado y el futuro de especies y hábitats biológicos en la región

El paisaje guanacasteco ha sufrido fuertes alteraciones antropogénicas a lo largo de los siglos. Las extracciones de maderas preciosas y el desarrollo de las haciendas ganaderas a partir del siglo XVII dieron paso a los cultivos de caña y arroz a partir del siglo XX. Estas actividades generaron fuertes impactos en la cobertura vegetal de la

zona. A mediados del siglo XX y a raíz del desarrollo de políticas para una expansión agrícola intensiva, el impacto se extendió a otras áreas. Un fuerte proceso de drenaje de humedales fue proliferando en las tierras bajas y en las márgenes del Río Tempisque. Se construyó diques para contener las inundaciones durante la época de lluvias y se desarrolló una intensa extracción de agua, especialmente del cauce del Río Tempisque.

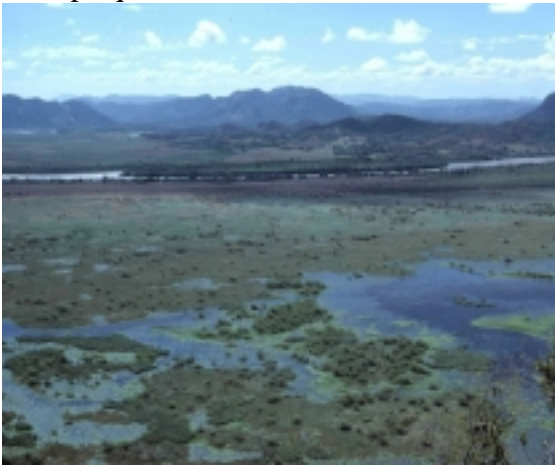


Foto: Los extensos humedales del bajo Tempisque han venido desapareciendo aceleradamente en los últimos 30 años.

El impacto de estas acciones en los ecosistemas acuáticos y en los humedales ha sido intenso. El área de humedales en la zona baja del Tempisque ha disminuido en un 35% en los últimos 40 años. La visitación de aves acuáticas a la zona (especialmente patos) se ha reducido notablemente. Las poblaciones de caracoles de agua dulce (indicadores de la calidad del agua) casi han desaparecido de la zona. La introducción de la tilapia en actividades productivas ha provocado la invasión de la especie en lagunas y ríos de la región. En general, hay muy poca información sobre el estado de las poblaciones

silvestres, aún de aquellas en peligro de extinción.

v) *Información integrada para el manejo regional*

Además de la existencia de grandes vacíos de información en áreas específicas, existe una notoria ausencia de integración de la escasa información disponible en una forma que permita tomar medidas para el manejo integral de la región. Aún cuando hay datos climatológicos y, parcialmente, datos hidrológicos, no existe ningún análisis que integre esta información para, por ejemplo, predecir el comportamiento de las inundaciones o del volumen del caudal en diferentes partes de la cuenca. Mucho menos existe integración entre aspectos físico-químicos y biológicos que permitan aclarar aspectos tales como las necesidades hídricas ambientales o las tendencias en la degradación de hábitats asociada a cambios en flujos o calidad del agua. La integración de datos biofísicos con información socioeconómica es también deficitaria. No existen análisis que permitan manejar las necesidades de agua para irrigación, consumo humano, recreación y ambiente. Los análisis de la aparente incidencia de enfermedades renales en la región no toman en cuenta los datos existentes sobre la calidad del agua.

El desarrollo de información integrada y de mecanismos para actualizar esta información son de alta prioridad en la zona. Es indispensable crear en el corto plazo, una base de datos consolidada sobre la Cuenca que incluya (pero no se limite a) un sistema de información geográfica, datos documentales, historial oral y datos recolectados a través de sensores remotos.

A partir de los datos existentes, se deberán identificar las necesidades de información e iniciar la colecta de datos en áreas deficitarias. Las acciones inmediatas que han sido identificadas incluyen:

- fortalecer los programas de restauración de riberas en el Río Tempisque.
- analizar la dinámica de sedimentos en el Río Tempisque en su curso bajo (de la Cutacha río abajo)
- desarrollar un diseño de zonas de tratamiento de aguas residuales provenientes del proyecto de riego
- crear programas de control y monitoreo de las aplicaciones de agroquímicos.
- establecer programas que mejoren (en diseño y uso) la utilización eficiente del agua, paralelos a un programa de capacitación para los parceleros.
- fortalecer el control y la previsión de los impactos de los flujos remanentes provenientes de las zonas agrícolas sobre humedales y áreas naturales.
- entender el proceso que regula la invasión de hábitats acuáticos por algunas especies herbáceas.

Cuando se haya reunido esta información, se deberá desarrollar un modelo conceptual de la Cuenca, que parta de un enfoque cualitativo y culmine con una versión cuantitativa que incluya un sistema de monitoreo y de apoyo a la toma de decisiones.

Información de Sistemas Sociales

En cuanto a los sistemas sociales, las necesidades de información son

todavía más apremiantes. Esta región posee una historia de contracción económica y una reciente tendencia a cambiar las actividades agropecuarias por las orientadas hacia los servicios, especialmente hacia el sector turístico.

Las necesidades de información más relevantes se centran en alcanzar:

- ii) *Una comprensión de la naturaleza actual de los usos de la tierra, el marco legal que regula las interacciones de los sectores productivos con el patrimonio natural y las características de la economía y la cultura locales*

Las percepciones culturales sobre el agua y los riesgos asociados a las inundaciones son un aspecto de particular importancia en la región.

Esta zona está experimentando un cambio drástico en su estructura cultural y económica. La incorporación de nuevos actores económicos y la intensificación de algunas actividades agrícolas (asociadas a una creciente fuerza laboral integrada por inmigrantes) están generando fuertes desafíos en cuanto al empleo, la democratización de los procesos de decisión, la concertación social y el futuro acceso al agua.

La carencia de información sobre cuál es la percepción cultural en muchos de estos temas imposibilita el desarrollo de actividades de extensión comunitaria relevantes. Las comunidades locales han identificado la necesidad de crear mecanismos de concertación política y educación comunitaria como claras oportunidades para mejorar. Estas áreas deben ser atendidas en forma prioritaria.

iii) ***Definir los límites del desarrollo en la Cuenca del Tempisque y establecer las cantidades máximas de personas y producción que el área puede soportar sin impactar drásticamente el patrimonio natural.***

El desarrollo en la Cuenca del Tempisque ha estado y seguirá estando fuertemente asociado a la disponibilidad de agua en verano y al exceso de ella en invierno.

¿Qué tipo de actividades agrícolas puede mantener el agua existente en la Cuenca? y en vista de la distribución de tierra y agua en la región ¿Cuáles son los usos potenciales de tierra óptimos para la región? ¿Cómo se comparan estos usos con los actuales? ¿Cuáles son los costos de otras alternativas de desarrollo?.

Aparte de su gente, el recurso más valioso en la Cuenca del Tempisque es el agua. Por esta razón, la calidad del medio y de la vida humana en esta región está estrechamente relacionada con la calidad y cantidad de agua.

El actual marco legal para el manejo del agua en la región es laxo y limitado. La coordinación entre las diferentes agencias estatales (SENARA, MINAE, IDA, MSP, AyA) que regulan el uso del agua es insignificante. Las concesiones de agua, la protección de hábitats acuáticos, la calidad de agua para consumo humano y las necesidades de riego para actividades productivas son temas tratados en forma separada por diferentes agencias o departamentos. El desarrollo armónico de la región dependerá en gran medida de la adecuada coordinación de los sectores relacionados con el manejo del recurso hídrico.

Áreas de inmediata discusión incluyen:

i) La conveniencia de establecer mecanismos que incentiven el uso eficiente del agua de riego a través de un esquema de precios asociado al costo total de proveer el agua.

ii) La posibilidad de revertirlas concesiones existentes sobre aguas superficiales una vez que estos usuarios puedan utilizar otra fuente de agua (ej. canal de riego) y liberar así agua para el ambiente.



Foto: Los riesgos y daños a los que la infraestructura de la zona está expuesta deben ser decisiones tomadas con base en información calificada y no producto de un proceso azaroso. Periódico La Nación 1999.

Ante la creciente presión hacia las áreas inundables del Tempisque, ¿cuál es el nivel de riesgo/daño por inundaciones que la sociedad local está dispuesta a aceptar? La construcción de diques por parte de las empresas cañeras representa sólo una solución parcial. La búsqueda de alternativas que reduzcan el riesgo y el daño provocado por las

inundaciones ha sido poco fomentada. La siembra de cultivos más resistentes a la inundación, el fomento de “construcciones seguras”, la zonificación de tierras y los usos específicos en áreas de alto riesgo, son alternativas que deberían integrarse en una política regional que cuente con el apoyo de las comunidades, el sector productivo y los gobiernos locales.

*iv) **Cómo mantener y promover más actividades económicas que promuevan un desarrollo sostenible.***

En la última década, el empleo de la población de la región en agricultura y ganadería ha disminuido considerablemente (del 48% al 35% del total de empleos), mientras que los sectores comercio y servicios han aumentado (del 39% al 49%). Estos cambios indican un giro importante en la actividad económica de la región.

Este cambio, sin embargo, no ha estado acompañado de un proceso de planificación del desarrollo económico ni de un fortalecimiento de las actividades de apoyo. La presencia estatal es débil en importantes sectores. Trámites relevantes ante instituciones como el Registro Público, el Catastro Nacional, o la ARESEP, no pueden hacerse en la región. Los mecanismos de apoyo a la producción, tales como la disponibilidad de recursos financieros y la preparación del recurso humano calificado, son muy limitados. Esto se aúna a la precaria situación socioeconómica en la región, la cual concentra la mayor proporción de familias costarricense en condiciones de pobreza (un 35.5% para toda la región Chorotega).

La participación estatal ha estado desarticulada. El esquema de megaproyectos productivos utilizado hasta ahora (Desarrollo Papagayo, Aeropuerto de Liberia, Distrito de Riego) se ha caracterizado por tratarse de iniciativas aisladas con poca integración intersectorial.

En este contexto, es necesario fomentar actividades productivas sostenibles que surjan a partir de una visión integral de desarrollo. Una mayor interacción entre el sector científico - técnico y el sector productivo puede redundar en la incorporación de nuevos esquemas productivos a la región. Proyectos demostrativos de nuevas alternativas productivas, introducción de nuevos productos y el fortalecimiento de actividades del sector servicios deben ser incentivados. Se debe también incrementar la presencia efectiva de las agencias estatales en el área a través de la capacitación de su recurso humano y la integración de esfuerzos multisectoriales por medio de análisis conjuntos de problemas específicos (vía talleres, proyectos, etc.).

Segunda Area de Actividades:

Alcanzar una plena participación de todas las comunidades locales en los procesos de decisión.

Además, se debe crear un programa de participación comunal que facilite el establecimiento de una visión común sobre el desarrollo de la región. Alcanzar una visión de desarrollo contribuiría a generar un proceso de planificación de la Cuenca, que incluya metas de corto y largo plazo y que cuente con el apoyo de todos los actores en la cuenca.

Una visión de este tipo puede perfilarse como: **“el objetivo de los habitantes de la Cuenca del Tempisque es crear una sociedad próspera, que permita la expansión de las actividades económicas, provea empleo para los habitantes y preserve y restaure la riqueza biológica de la región”**.

El logro de la plena participación de las comunidades locales debe regirse por una serie de “Principios Básicos”:

1-Involucrar a todos los actores desde el inicio de la planificación del proceso.

2-Todos los actores deben participar en la fase de implementación del proceso.

3-Asegurarse que los grupos participantes son representativos de su sector.

Varias acciones inmediatas y concretas pueden ir realizándose para alcanzar una efectiva participación. Por ejemplo, deben implementarse mecanismos de asistencia legal gratuita para los grupos que no tienen representación y tienen poca capacidad de participar en los procesos de opinión.

La gestión de los grupos comunales en la región sufre fuertes limitaciones. La gran diversidad de organizaciones, la escasa interacción (y hasta tensión) entre ellas y los escasos procesos de concertación social hacen inoperantes muchos de estos grupos comunales. La implementación sostenida de mecanismos que permitan fortalecer los procesos de organización comunal y concertación social es fundamental. La participación comunal en comisiones ya existentes a nivel regional debe también ser promovida.



Foto: La discusión activa de temas de interés comunal debe ser fomentada en las comunidades de la zona. J. Mateo 2000.

Muchos temas de interés para las comunidades se discuten sin que estas participen. Entre estos temas sobresalen los planes para manejar y concesionar agua en la zona, los planes de manejo para el control de las inundaciones y los planes para el desarrollo de infraestructura en el Río Tempisque.

Promocionar la participación de los gobiernos locales es también de gran relevancia. Los gobiernos locales de Guanacaste son los más pobres del país (reciben sólo 5.3% del presupuesto municipal) y obtienen la menor cantidad de partidas específicas asignadas a nivel nacional (sólo el 1.3%). Sus sistemas de recaudación son también deficientes, lo cual acerba el problema financiero. La debilidad de los gobiernos locales también se ve acentuada por la poca capacitación de sus funcionarios.

Para alcanzar una efectiva participación de los gobiernos locales, se debe establecer programas permanentes de capacitación para el personal municipal en diversas áreas del accionar administrativo, la recaudación fiscal y la implementación de la normativa vigente.

Tercer Area de Actividades:
Fortalecer el proceso de educación y diseminación de la información a nivel local y regional.

Una de las conclusiones más sobresalientes del recién finalizado proceso es la marcada ausencia de información sobre problemas ambientales que se identificó, tanto en sectores comunales como en agencias estatales.

En materia de agua, la región está a las puertas de un déficit real. Tanto las aguas superficiales como las subterráneas están siendo sobreutilizadas en este momento. La degradación de hábitats es notoria.

En términos socioeconómicos, las fuertes deficiencias en capacidad organizacional, capacitación del recurso humano, acceso a recursos financieros y asistencia técnica no están siendo atacadas con la urgencia requerida. Los riesgos reales de daños por inundaciones no son comprendidos adecuadamente por las autoridades y el sector productivo, mientras que la exposición al riesgo crece cada año.

El desarrollo del extenso sistema de riego que está afectando dramáticamente el esquema productivo de la región no ha incluido un proceso de capacitación al productor para maximizar el uso del agua de riego, mejorar las técnicas de preparación del campo o para manejar la aplicación de agroquímicos dentro de los sistemas productivos.

Es notoria pues, la necesidad de desarrollar oportunidades de entrenamiento a todos los niveles en el área de manejo del recurso hídrico, la conservación ambiental, el riesgo de inundaciones y el manejo de sistemas productivos, incluyendo el diseño y manejo de programas de monitoreo ambiental.

El papel de la mujer en programas de monitoreo, muy exitoso en otras zonas, puede implantarse aquí. A través de programas de entrenamiento, la mujer se involucraría activamente en el proceso de decisión política de la región.

Las acciones específicas que se pueden iniciar inmediatamente son la capacitación y la asesoría técnica en cuanto al uso de agua y agroquímicos en

los sistemas productivos. Más del 40% de los sistemas de abastecimiento de agua son administrados por comités comunales.

Otra necesidad identificada también como urgente es la capacitación en el manejo y monitoreo de estos acueductos rurales. La coordinación con instituciones como el INA, AyA y el Ministerio de Salud son claves en este proceso.

Una de las conclusiones importantes del proceso de discusión con expertos fue el evidente vacío de comunicación entre los diferentes sectores presentes en la región y entre estos y las comunidades locales. La información de gran relevancia para un sector es generada en otro sector; sin embargo, no hay mecanismos de intercambio y diseminación de la información existente.

La ausencia de foros donde interactuar y discutir problemas comunes entre instituciones intersectoriales y comunidades locales ha agravado este problema de comunicación. La carencia de una institución (o instituciones) que compile y haga accesible la información existente complica aún más la situación.

Tanto las comunidades, como los sectores productivos y las agencias estatales deben adquirir conciencia acerca de la importancia que tiene el manejo integral de la Cuenca. Por lo tanto, es urgente crear programas de comunicación, información y educación para los residentes y las instituciones dentro de la Cuenca, con el fin de desarrollar una mejor comprensión de los problemas y oportunidades existentes, así como para conocer los beneficios de un proceso cooperativo de manejo de la Cuenca.

Cuarta Area de Actividades:

Lograr el desarrollo de un Plan Integral de Manejo de la Cuenca que mejore la calidad de vida de los habitantes y la conservación de la integridad ecológica de la región.

Una de las necesidades más discutidas en las diversas reuniones fue la de lograr en el mediano plazo la implementación de un Plan de Manejo Integrado de la Cuenca del Tempisque. Es evidente la existencia de programas, esfuerzos e información que se encuentran en forma fragmentada y descoordinada.

Un plan de este tipo deberá tener como objetivo mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras y la conservación de la integridad ecológica de la región a través del manejo sustentable de los recursos físicos naturales y culturales de la Cuenca.

El objeto de análisis y manejo de dicho plan deberá involucrar toda la Cuenca del Tempisque y su zona de interacción con el Golfo de Nicoya. Deberá además asegurarse el uso de enfoques científicamente apropiados e información de alta calidad en la toma de decisiones. Será indispensable para la formulación del plan el seleccionara una institución coordinadora que sea políticamente neutral y que asegure que todos los interesados estén siendo representados y escuchados apropiadamente en el desarrollo del plan de manejo de la Cuenca. El plan deberá además analizar la localización y el diseño de la infraestructura física en la Cuenca, incluyendo los asentamientos humanos.

En vista de que el desarrollo de un plan es un proceso a implementar en el mediano plazo, es necesario tomar acciones inmediatas mientras el plan está en proceso de ser desarrollado.

Algunas de estas acciones urgentes incluyen:

- Diseñar un programa de manejo de inundaciones con soluciones no estructurales de forma que, temporalmente, la gente pueda protegerse de las inundaciones mientras se alcanza un plan de manejo integrado.
- Implementar un programa educativo para mejorar la autosuficiencia de la gente en comunidades sensibles a las inundaciones inmediatamente después de una inundación.
- Desarrollar incentivos para promover el uso de diseños arquitectónicos elevados que ayuden a evitar las pérdidas debido a las inundaciones.
- Diseñar un programa de manejo ambiental que enfatice el desarrollo de obras y procesos reversibles, que pueden ser alterados una vez que se implementen las decisiones provenientes del plan.
- Diseñar reglas de emergencia para tratar con los excesos de asignación o utilización del agua.
- Establecer un programa interinstitucional con apoyo estatal que tienda a fortalecer la coordinación entre las diferentes organizaciones y agencias en la región .

- Desarrollar pequeños proyectos comunitarios de carácter educativo y productivo, incluyendo proyectos de restauración de riberas, humedales y parches boscosos.

- Promover la aplicación de la legislación ambiental existente dentro de la zona, específicamente en relación con el uso del agua, la construcción de estructuras en los ríos y la extracción de materiales de los cauces.

El logro de un Plan de Manejo Integral para la Cuenca del Tempisque es ante todo un proceso socio-político. La necesidad de este proceso es evidente y su implementación urgente. La participación y el liderazgo de las instituciones regionales y los gobiernos locales es indispensable. Confiamos que el análisis presentado contribuya a que las agencias regionales y los gobiernos locales puedan ir fijando las acciones prioritarias.

La Cuenca del Tempisque es rica en tradiciones culturales, recursos productivos y ecosistemas naturales. El manejo integrado de la Cuenca es la única alternativa para mejorar la calidad de vida de sus pobladores, desarrollar sistemas productivos sostenibles y mantener la integridad ecológica de los sistemas naturales.

ANEXO

Base Cartográfica Digital Para La Cuenca Del Río Tempisque

**José Guzmán Álvarez
Mauricio Castillo Núñez
Matthew Clark**

Este documento resume las coberturas del Sistemas de Información Geográfica desarrollados y compilados para la Cuenca del Río Tempisque.

La necesidad de tener una base de datos cartográfica consistente, es decir, en un formato uniforme y con información sobre el origen y atributos de cada elemento impulsaron el desarrollo de este esfuerzo.

Los objetivos de este componente fueron:

- Identificar y catalogar toda información geográfica existente para la cuenca baja del río Tempisque.
- Clasificar la información obtenida de acuerdo las necesidades regionales.
- Crear un Sistema de Información Geográfica (SIG) con los datos seleccionados.
- Determinar el tipo de información que puede incorporarse al SIG en el futuro de acuerdo a las coberturas creadas.

Confiamos que los resultados de este proyecto permitan a los investigadores,

estudiantes, organizaciones e instituciones en la región, tener información geográfica sobre la cuenca del Río Tempisque.

Metodología

Para coleccionar la información se visitaron o se contactaron las siguientes instituciones públicas y privadas:

1. Instituto Tecnológico de Costa Rica
2. Universidad Nacional de Costa Rica
3. Universidad de Costa Rica
4. Universidad Estatal a Distancia
5. Área de Conservación Guanacaste
6. Área de Conservación Tempisque
7. Fundación Neotrópica
8. Fundación Costa Rica- Canadá
9. FUNDECOOPERACIÓN
10. Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA)
11. MINAE
12. FONAFIFO
13. Instituto Meteorológico Nacional
14. CATIE
15. Centro Científico Tropical
16. Ministerio de Agricultura y Ganadería
17. Instituto de Desarrollo Agrario
18. Comisión Nacional de Emergencia
19. MOPT
20. ICE
21. Instituto Geográfico Nacional
22. Instituto Nacional de Biodiversidad
23. RECOPE
24. Centro en Investigaciones en Desarrollo Sostenible (CIEDES)
25. Programa de Desarrollo Urbano Sostenible (UCR)
26. ASEPALECO
27. Acueductos y Alcantarillados
28. Organización para Estudios Tropicales
29. Estadísticas y Censos
30. Centro Nacional de Geoinformática (CNIG)

31. Asociación para el Manejo de la Cuenca del río Tempisque

32. Sistema Nacional de Áreas de Conservación

A la información existente en las instituciones anteriores, se aplicó un formulario que recogía las principales características de la misma. Posteriormente la información fue calificada de acuerdo a su calidad; mediante un factor de ponderación para cada uno de los siguientes criterios:

Formato (ponderación 0.5)

Evaluación de 1 a 10. Considera que la información sea geográficamente referenciada (Datum, proyección, coordenadas, escala).

Versión (ponderación 1)

Evaluación de 1 a 10. Toma en cuenta la antigüedad de la información (fecha de creación y de los datos de origen) y la existencia de versiones anteriores o posteriores.

Disponibilidad (ponderación 0.5)

Evaluación de 1 a 10. Califica la factibilidad del acceso a la información, requisitos para obtenerla y la posibilidad que se incorpore a la base de datos. También califica el tipo de información a obtener (productos, base de datos y documentos o publicaciones).

Origen de los datos (ponderación 0.5)

Evaluación de 1 a 10. Este criterio se refiere a la existencia de información sobre los autores y con respecto al sitio donde se encuentra la información.

Metodología (ponderación 0.5)

Evaluación de 1 a 10. Valora la presencia de una descripción metodológica para la creación del mapa o el dato cartográfico. No califica si la metodología es correcta o no, solamente toma en cuenta su existencia.

Validez metodología (ponderación 1)

Evaluación de 1 a 10. Considera que el método utilizado en creación de la información sea reconocido y si existe más de un método, que sea el mejor. La información oficializada por algún organismo gubernamental se toma como aceptable. Con este criterio no se busca hacer un análisis profundo de la información metodológica, sino evitar mapas con los siguientes defectos metodológicos, entre otros:

- Información creada sin datos cuantitativos.
- Mapas creados con información desconocida.
- Información levantada defectuosamente (errores de digitalización y recolección).
- Niveles de detalle no adecuados para la zona de interés.
- Presenta errores evidentes en cuanto a la calidad de la información.

Exactitud (ponderación 1)

Evaluación de 1 a 10. Toma en cuenta la presencia de estadísticas de exactitud, valoración de campo o mediante mapas. También califica los resultados de la exactitud. Los mapas oficiales se toman como aceptables ya que deben cumplir ciertas especificaciones internacionales.

Finalmente se sumaron los valores ponderados para cada criterio y

se proyectó una escala de 1 a 100, la cual es un indicador de la calidad general para cada dato cartográfico. Este indicador fue tomado en cuenta para analizar la conveniencia de incorporar determinada información a la base de datos.

Resultados

Clasificación de la información

De acuerdo a los criterios de selección se escogieron inicialmente las siguientes bases de datos geográficas para proceder a la creación del SIG (Cuadro 1).

Aunque en un inicio se seleccionaron las coberturas anteriores como las prioritarias; posteriormente se decidió aumentar la cantidad de coberturas, en vista de la cantidad y la importancia de la información disponible.

Creación de la Base Cartográfica:

En total se obtuvieron 83 datos cartográficos, georeferenciados al sistema de coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), Zona 16, Esferoide WGS 84. Las unidades de este sistema son los metros por lo tanto la ubicación de elementos en los mismos se facilita. Se cuenta con aproximadamente 4GB de información digital disponible, además de varios datos almacenados en discos compactos (Imágenes de satélite, radar y fotos aéreas.)

Todos los datos geográficos (coberturas) fueron almacenados en formato Arc/Info, compatible para las versiones 7.2.1 y 8.02 del mismo, tanto en ambiente Windows como en UNIX. Aquellos datos en formato raster (como imágenes de satélite y de radar) fueron almacenados en formato de ERDAS IMAGINE 8.4 (Cuadro 2).

Cuadro 1 Lista de información cartográfica prioritaria para el proyecto.

INFORMACION CARTOGRAFICA	CALIFICACION	UBICACION
Amenazas	87.5	CNE
Areas protegidas	97.5	SINAC
Base de Datos de Palo Verde	80	OET
Canales de Irrigación	90	SENARA
Capacidad de Uso	84	MAG
Capas de Información	87.5	CNIG
Cuencas Hidrográficas	92.5	ICE
Curvas de Nivel 1: 2000	92.5	SENARA
Fotografías aéreas	97.5	CNIG
Geología	92.5	CNIG
Geomorfología	85	IGN
Grupos de Suelos	84	MAG
Humedales	95	UICN
Imagen de Radar	92.5	MOPT
Lluvia durante el Huracán Mitch	97.5	IMN
Zonas de Vida (Holdridge)	92.5	CCT

Adicionalmente cada cobertura tiene asociado un archivo de metadatos en formato “.xml”. En un futuro próximo este archivo estará disponible en el internet, de manera que los interesados en la utilizar la información puedan conocer los detalles de creación de cada cobertura.

Alguna de la información no será completamente disponible, debido a restricciones impuestas por los creadores de la misma. En caso de que la información no sea totalmente disponible, en el archivo adjunto de metadatos se especifica que pasos se deben seguir y la o las personas que se deben contactar para tener acceso a la información.

De todas los datos cartográficos cuya adquisición se propuso, únicamente los datos de precipitación del ICE, no fueron obtenidos; esto debido a políticas de distribución establecidas por esta institución.

Lista de mapas creados

El Cuadro 3 muestra la lista de las coberturas creadas durante este proyecto.

Algunas de las coberturas fueron agrupadas en una sola imagen con el fin de lograr una mejor visualización. De igual manera, para los mapas de variables climatológicas solamente se muestra uno por categoría.

Cuadro 2. Característica de almacenamiento de la coberturas digitales del SIG.

FORMATO DE ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS	PC ARC INFO 8.02 WORKSTATION UNIX ARC INFO 7.2.1 GRID (ARC COVERAGES, TIN) PC ERDAS IMAGINE 8.4 (Imágenes)
SISTEMA OPERATIVO NATIVO	MICROSOFT WINDOWS NT 4.0 Service Pack 6
OTROS SISTEMAS SOPORTADOS	MICROSOFT WINDOWS 98 MICROSOFT WINDOWS 2000 SUN SOLARIS

Cuadro 3. Coberturas de información geográfica y cartográfica de la Cuenca del Río Tempisque.

PROYECTO SIG-TEMPISQUE					
Estado de coberturas disponibles 21/02/2001					
Mapa	Institución	Medio	Estado de procesamiento *	Metadatos	Tamaño en MB
Aeropuertos	CNIG	digital	completo		0.18
Áreas Protegidas	SINAC	digital	completo		0.2
Arrecifes	CNIG	digital	completo		2.2
Asentamientos Humanos	IDA	digital	completo		0.158
Camino PNPV	OET	digital	completo		0.15
Caminos (toda la cuenca)	IGN	digital	completo		4.4
Canales de irrigación Senara (8 mapas)	SENARA	digital	completo		26
Capacidad de uso de la tierra	MAG	digital	completo		0.209
Carreteras 1:25 000	CNIG	digital	completo		2.19
Cerros Importantes	CNIG	digital	completo		0.116
Corredor Biológico La Mula	OET	digital	completo		0.23
Cuenca Tempisque	SENARA	digital	completo		4.8
Curvas de nivel (cada 10m)	CNIG	digital	completo		51
División Política	CNIG	digital	completo		0.804
Electrificación	CNIG	digital	completo		0.205
Estaciones meteorológicas	SENARA-IMN-OTROS	digital	completo		0.168
Fotografías aéreas cuenca del Tempisque	CNIG	digital	falta geo-registrar		200
Grupos de suelos	MAG	digital	completo		0.446
Imagen de Satélite LANDSAT 5	OET	digital	completo		400
Imagen de Satélite LANDSAT 7	OET	digital	completo		500
Imagen RADARSAT	MOPT	digital	falta geo-registrar		400
Infraestructura PNPV	OET	digital	completo		0.013
Infraestructura vial	CNIG	digital	completo		2.19
Inundación (cuenca media)	IGN	digital	completo		0.106
Lagunas	CNE	digital	completo		0.122
Lagunas	CNIG	digital	completo		0.392
Lagunas (toda la Cuenca)	IGN	digital	completo		0.044
Lagunas intermitentes	CNIG	digital	completo		0.072
Límite de áreas de cultivo	CNIG	digital	completo		2.76
Límite PNPV	OET	digital	completo		0.068
Límite PNPV anterior	OET	digital	completo		0.017
Lluvia durante MITCH	IMN	digital	completo		12.2
Mapa de amenazas pot. de inundación	CNE	digital	completo		0.725
Mapa de fallas geológicas	CNE	digital	completo		1.46
Mapa de Geología	CNIG	digital	completo		3.25
Mapa de humedales	UICN	digital	completo		0.103
Mapa geomorfológico	IGN	digital	completo		44.4
Modelo de elevación digital	CNIG	digital	completo		150
Modelo de elevación digital	CATIE	digital	completo		225
Mosaico de hojas cartográficas	IGN	digital	completo		768
Parcela PNPV	OET	digital	completo		0.014
Precipitación (15 mapas)	IMN-CCT	digital	completo		103
Pueblos	CNIG	digital	completo		16
Puentes, diques y represas	CNIG	digital	completo		1.15
Río Tempisque	OET	digital	completo		1.68
Ríos	CNIG	digital	completo		16
Ríos (toda la cuenca)	IGN	digital	completo		1.7
Senderos PNPV	OET	digital	completo		0.018
Sitios Arqueológicos PNPV	OET	digital	completo		0.013
Temperatura (15 mapas)	IMN	digital	completo		88
TIN (Triangular Irregular Network)	OET	digital	completo		7.7
Uso de la Tierra PNPV	OET	digital	completo		0.151
Uso de suelo 5 categorías (fotos aéreas)	CNIG	digital	completo		6.5
Uso del Suelo (cuenca media)	IGN	digital	completo		0.772
Mapa de uso de suelo 2000	OET	digital	completo		45
Mapa de inundación	OET	digital			
Zonas de vida	CCT	digital	completo		1.23

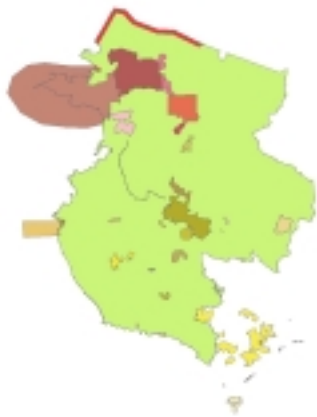


Amenazas de Inundación

Escala: 1: 200 000

Autor(es): CNE

Mapa de amenazas potenciales de inundación. Creado a partir de datos de los comités de emergencia locales y periódicos.



Áreas de Conservación

Autor(es): MINAE

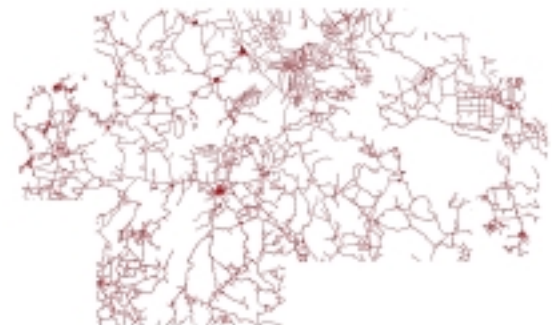
Áreas protegidas y parques nacionales para toda la provincia de Guanacaste. Creado digitalizando los decretos de ley.



Asentamientos Humanos IDA.

Autor(es): IDA (1999)

Asentamientos agrícolas y parcelas cedidas por el IDA hasta 1999.

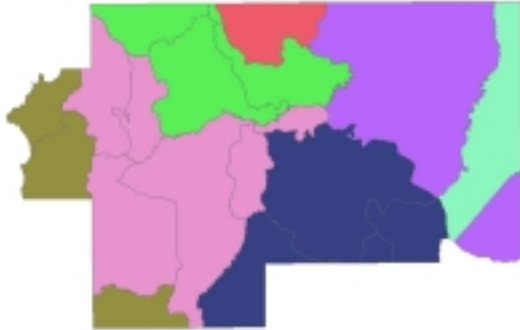


Red Vial

Autor(es): CNIG (1998-2000)

Escala 1:25 000

Cobertura de caminos, carreteras, senderos, caminos de grava, etc. Creada a partir de la digitalización de fotografías aéreas.



División Política.
Autor(es): CNIG (1998-2000)
Escala 1: 25 000

Mapa de cantones para la Cuenca Baja del Río Tempisque. Para cada polígono de cantones se adjuntan los distritos correspondientes.



Canales de Irrigación
Autor(es): CNIG (1998-2000)

Mapa de canales principales del proyecto de riego Arenal-Tempisque. Creado a partir de fotografías aéreas.

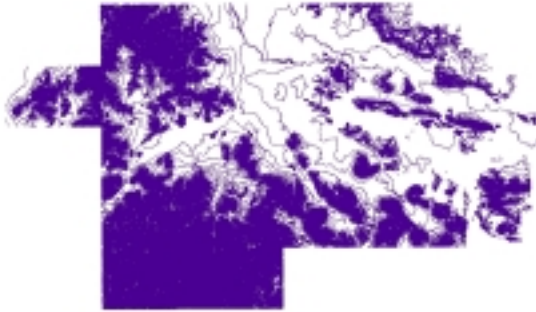


Distritos
Autor(es): CNIG (1998-2000)
Escala 1: 25 000

Mapa de distritos para la Cuenca Baja del Río Tempisque.



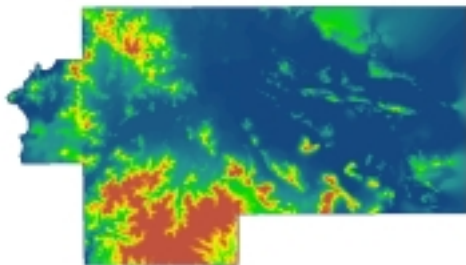
Cuencas Tempisque y Bebedero
Autor(es): OET (2000)
Cuencas de los ríos Tempisque y Bebedero, creadas a partir de análisis digital de la red hidrológica de las cuencas y utilizando un Modelo de Elevación Digital (MED), para la zona.



Curvas de Nivel

Autor(es): OET (2000), CNIG (1998)

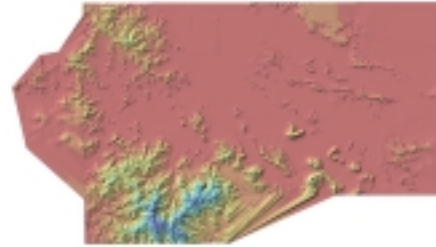
Curvas de nivel cada 10 m, generadas a partir de un Modelo de Elevación Digital (MED). Exactitud vertical de 10 m.



Modelo de Elevación Digital (MDE)

Autor(es): OET (2000), CNIG(1998)

MDE, creado a partir de la interpolación espacial de elevaciones. Con esta cobertura se puede calcular variables como aspecto, escorrentía, pendiente, etc.

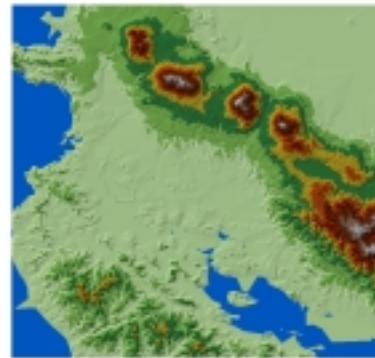


TIN (Triangulated Irregular Network)

Autor(es): OET (2000).

El modelo contiene una malla de triángulos con valores de elevación la exactitud vertical es de aproximadamente de 10m.

Creado a partir del MED anterior. Con este mapa puede servir para modelar el comportamiento de la inundaciones, deslizamientos, etc.

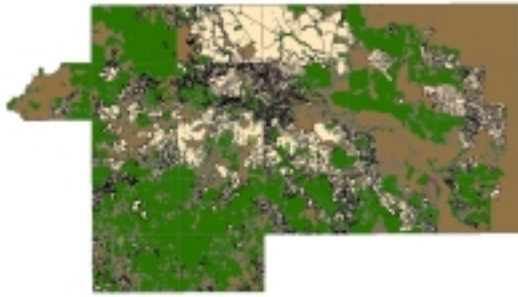


MED para Guanacaste

Autor(es): CATIE (2000)

Resolución Horizontal: 30 m.

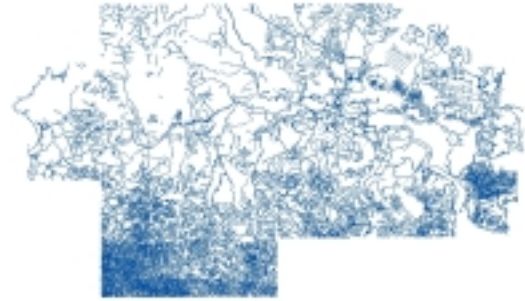
Creado a partir de la digitalización de las hijas cartográficas 1: 200 000 para todo Costa Rica.



Uso de Suelo.

Autor(es): CNIG (1998) OET (2000)

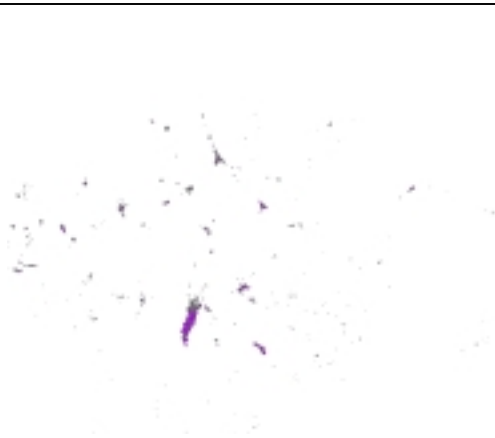
Mapa de uso de suelo con 4 categorías (agricultura, bosques, frutales, mangle). Creado a partir de la digitalización de fotos aéreas del 1997-1998.



Red Hidrológica

Autor(es): CNIG(1998) OET(2000)

Red hidrológica para la Cuenca Baja del Tempisque. Incluye ríos, esteros y quebradas permanentes e intermitentes. Posee una escala original de 1:25 000.



Ciudades y poblados.

Autor(es): CNIG (1998), OET (2000)

Esta cobertura incluye polígonos de ciudades, pueblos, caseríos y fincas. También contiene subdivisiones de infraestructura, por tipo de uso.



Mapa de Suelos

Autor(es): MAG (1984)

Basado en el Manual Descriptivo del MAG (1978) y fundamentado en la Taxonomía de Suelos del USDA (1975). Incluye órdenes, sub órdenes y suelos asociados.



Capacidad de Uso de Suelo
Autor(es): MAG(1984)

Basado en el manual elaborado por SEPSA (1991). Clasifica los suelos por capacidad de uso de acuerdo al sistema oficial del Ministerio de Agricultura.



Parque Nacional Palo Verde.
Autor(es): OET(1997)

Se Incluyen las coberturas de caminos, senderos, infraestructura, cobertura vegetal, parcelas de investigación, corredor biológico la Mula. Elaborado mediante la interpretación de fotos aéreas.



Ríos Tempisque y Bebedero.
Autor(es): CNIG (2000) y OET (2000)

Escala 1: 25 000. Basado en la cobertura de CNIG y ajustado mediante el uso de imágenes de satélite de febrero 2000.



Lagunas
Autor(es): CNE(1999)

Creadas a partir de las hojas cartográficas 1: 50 000 y fotografías aéreas para la zona. Incluyen lagunas permanentes e intermitentes.



Humedales Cuenca Baja del Río Tempisque.

Autor(es): CNIG

Mapa de humedales y lagunas intermitentes. Basados en interpretación fotogramétrica, incluye también lagunas intermitentes, permanentes y esteros.



Distrito de Riego La Soga

Autor(es): SENARA(1995)

Contiene datos sobre, tomas de agua, caudales, longitud de canales y secciones. Basados en los planos de SENARA.



Distrito de Riego Cabuyo

Autor(es): SENARA(1995)

Contiene datos sobre, tomas de agua, caudales, longitud de canales y secciones. Incluye información sobre caudales



Imagen Landsat 7

Fecha: Marzo 2000

Resolución espacial: 30 m (15) Pancromática.

Esta imagen posee 7 bandas multispectrales y 1 pancromática, que permiten hacer clasificación digital de cobertura vegetal, entre otras.



Imagen Landsat 5
Fecha: Octubre 1997

Resolución espacial: 30 m
Imagen tomada con el sensor TM del LANDSAT 5, posee 6 bandas multiespectrales y 1 termal

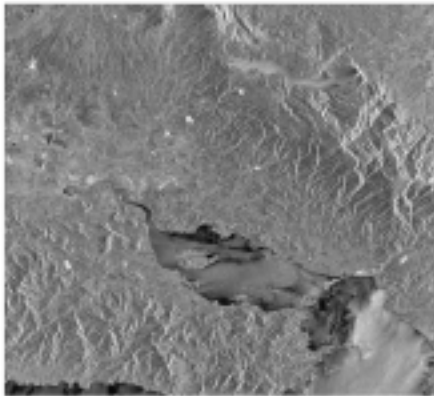
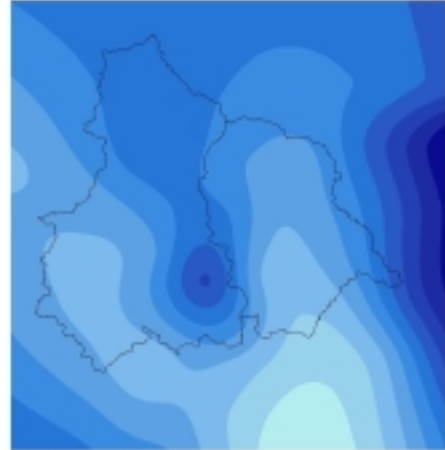


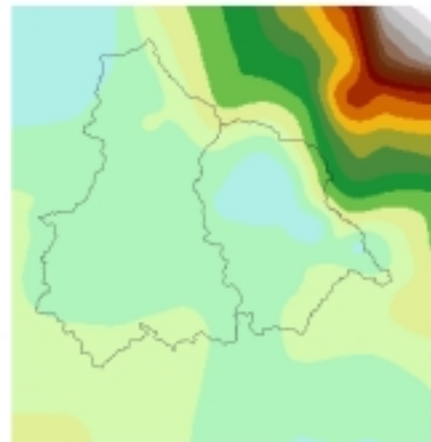
Imagen RADARSAT
Fecha: Septiembre 1998
Fuente: MOPT

Imagen de Radar (Banda C), permite analizar la cobertura vegetal a través de la textura y es altamente sensible a los niveles de agua.



Precipitación total durante el Huracán MITCH.
Autor(es): OET(2000)

Esta cobertura incluye los reportes del IMN en 14 estaciones meteorológicas durante octubre 29 a noviembre 4 de 1998. Los datos incluyen promedio diario durante el evento.



Precipitación para la Cuenca Baja del Río Tempisque. (15 mapas)
Autor(es): OET(2000).

Contiene registros de precipitación total, mensual y anual, por estación hasta 1999. Se realizó con datos de 39 estaciones meteorológicas.



Mosaico de Hojas Cartográficas

Autor: OET (2000) utilizando las Hojas Cartográficas de IGN, 1: 50000.

Este mapa abarca toda la cuenca baja de los ríos Tempisque y Bebedero (6 hojas cartográficas). Las hojas cartográficas están unidas y registradas en el sistema de coordenadas UTM. Este mapa es de mucha utilidad ya que permite utilizar la Información de la hojas cartográficas de manera digital.



Mapa de Uso de Suelo

Autor: OET (2000)

Creado a partir de la clasificación digital de una imagen de satélite LANDSAT 7 de febrero del 2000. Comprende 10 categorías de uso de suelo. Exactitud general 94.4 %.



Fotografías aéreas

Fuente: CNIG (1997-1998), IGN (1977)

Escala: 1: 40 000

Se encuentran disponibles más de 180 fotografías a color de toda la Cuenca Baja y Media de los Ríos Tempisque y Bebedero. Resolución: 300x300 dpi.



Geomorfología

Autor(es): IGN (1978).

Escala 1: 200 000

Incluye coberturas de morfografía y tectónica. Basado en el mapa de Boergoing (1978).



Zonas de Vida

Autor(es): CCT & ICE (1993)

Escala 1: 200 000

Zonas de Vida de Costa Rica según la Clasificación de Holdrige.



Geología de Costa Rica

Autor(es): CNIG (2000)

Mapa de Geología escala 1:200 000 para todo el país.



Infraestructura.

Autor(es) CNIG(1998), OET(2000)

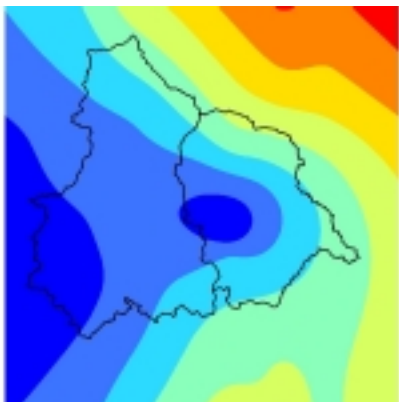
Estas coberturas incluyen puentes, líneas eléctricas, diques y represas.



Fallas tectónicas y epicentros

Autor(es): CNE

Contiene fallas tectónicas y epicentros de eventos sísmicos importantes en la zona.



Temperatura para la CBT.
Autor(es): OET(2000) usando datos de IMN y CCT (15 mapas).

Esta cobertura incluye los reportes del IMN sobre temperatura hasta 1998. También se encuentran disponibles mapas para cada mes.



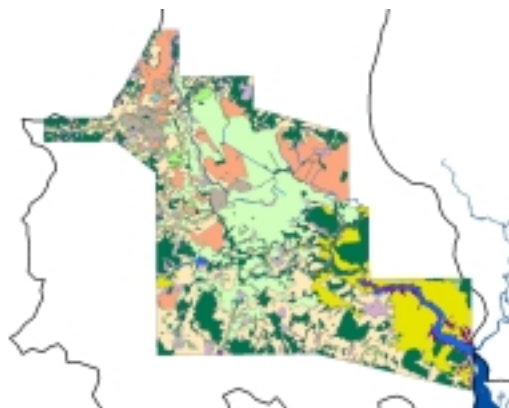
Zonas en Peligro de Inundación en la Cuenca Media del Río Tempisque.
Autor: IGN (2000).

Incluye las áreas afectadas por las inundaciones de octubre y noviembre de 1999. Realizado a partir de trabajo de campo y fotointerpretación aérea.



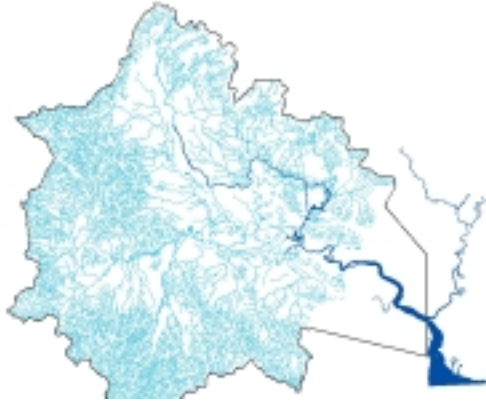
Canales SENARA.
Autor(es): OET(2000) usando datos de SENARA(1995)

Incluye todos los subdistritos de riego hasta 1995.



Uso de suelo para la Cuenca Media del Río Tempisque.
Autor : IGN (2000)

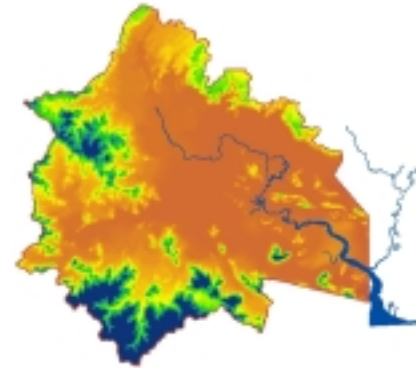
Realizado a partir de fotografías aéreas 1:20 000 de 1999.



Red Hidrológica para la Cuenca Media del Río Tempisque.

Autor: IGN (2000)

Realizado a partir de fotografías aéreas 1:20 000 de 1999.



Modelo de Elevación Digital para la Cuenca Media del Río Tempisque.

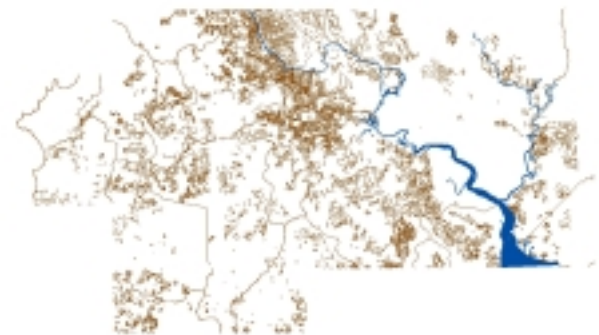
Autor: IGN (2000).

Modelo de elevación digital con una precisión vertical de 10m.



Sistema de canales de irrigación para la Cuenca Baja del Río Tempisque.

Compuesto por 6 diferentes juegos de mapas correspondientes a cada uno de los subdistritos de riego del SENARA, cada uno contiene información de caudales, extensión, tomas de agua e infraestructura adicional. Además se incluye el Canal Oeste.



Limites de parcelas

Autor: CNIG (2000), OET (2000).

Mapa que describe los límites de fincas observados desde fotografías aéreas.

AUTORES

Sarah Baish

Asistente de Investigación
The H. John Heinz III Center for Science,
Economics and the Environment
1001 Pennsylvania Ave, NW, Suite 735S.
Washington, DC 20004
Phone: (202) 737-6307
Fax: (202) 737-6410
E-mail: Baish@heinzctr.org

La señorita Baish es Asistente de Investigación en el H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment donde ha estado trabajando en una evaluación de las erosiones peligrosas en los Estados Unidos. Antes de 1999, trabajó en un parque nacional en Eslovaquia como consultora en administración ambiental del Cuerpo de Paz estadounidense. Anteriormente, contribuyó con National Oceanic and Atmospheric Administration y al establecimiento de un santuario de ballenas en Hawaii. Tiene un bachillerato en ciencias ambientales de University of Virginia.

Marvin Coto-Hernández

Jefe de Operaciones
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego
y Avenamiento – SENARA
Apartado 5262- 1000
San José. Costa Rica.
Phone: (506) 257-9733
Fax: (506) 222-8785
E-mail: senara@sol.racsa.co.cr

El Sr. Coto tiene un bachillerato en Ingeniería Agrícola de la Universidad de Costa Rica. Es el Jefe de Operaciones de SENARA. Su experiencia es en el área de ingeniería de ríos, aplicación del control de inundaciones y la operación de diques, monitoreo a largo plazo de ecosistemas bajo diques y operaciones alternativas de diques, manejo de riego y cuencas de ríos.

Eugenio González

Director
Estación Biológica Palo Verde
Organización para Estudios Tropicales
Apartado 676-2050, San Pedro,
Montes de Oca, San José, Costa Rica.
Phone (506) 240-6696 -6614717
Fax: (506) 2406783
E-mail: egonza@ots.ac.cr

El Dr. González es un ingeniero forestal que ha realizado trabajo pionero en la utilización de especies tropicales poco conocidas para la restauración de pastizales abandonados en las tierras bajas del Atlántico en Costa Rica. Tiene un doctorado en ingeniería forestal de Texas A & M University, donde se graduó en 1996 y desde entonces ha sido el director de la Estación Biológica Palo Verde. Ha participado en múltiples reuniones y seminarios en torno de la definición de políticas y planes de manejo para la conservación y restauración de los humedales y el bosque tropical seco. Actualmente, es miembro de la Comisión Nacional de Certificación Forestal de Costa Rica y ha estado involucrado con una serie de comités relacionados con la restauración de bosques y tierras. Su investigación incluye la ecología forestal, restauración de bosques y tierras, manejo forestal, forestería de especies de árboles tropicales nativos y relaciones entre suelo y plantas.

William L. Graf

Profesor
Department of Geography,
Arizona State University
Tempe, AZ 85287-0104
Phone: (602) 965-7533
Fax: (480) 965-8313
E-mail: Graf@asu.edu

El Dr. Graf es profesor de Geografía en Arizona State University. Sus especialidades incluyen geomorfología fluvial y política para uso público del suelo y la tierra. Su investigación y enseñanza se han concentrado en el cambio de canales y ríos, impactos del ser humano sobre los procesos en los ríos y su morfología, transporte y almacenamiento de contaminantes en sedimentos de ríos. En el área de política pública, ha enfatizado la interacción entre ciencia y toma de decisiones y la resolución de conflictos entre desarrollo económico y conservación ambiental.

Jorge Arturo Jiménez

Director en Costa Rica
Organización para Estudios Tropicales
Apartado 676-2050, San Pedro,
Montes de Oca. San José, Costa Rica.
Phone: (506) 240-6696
Fax: (506) 2406783
E-mail: jjimenez@ots.ac.cr

El Dr. Jiménez es un especialista en humedales, con más de 20 años de experiencia en ecosistemas de humedales en la costa pacífica de América Central. Ha estado involucrado en actividades de investigación y manejo de maglares, conservación de humedales y entrenamiento en el manejo de humedales en varios países de América Central. Actualmente es el Director de la OET en Costa Rica y también es miembro de la Comisión Nacional sobre Humedales, la cual aconseja al Ministro(a) de Ambiente y Energía. Es el director del Panel de Revisión Científica y Técnica de la Convención sobre Humedales (Convención Ramsar).

Alfonso Mata-Jiménez

Investigador
Centro Científico Tropical – CCT
Apartado 8-3870-1000.
San José, Costa Rica.
Phone: (506) 2850837
Fax: (506) 2534963
E-mail: cct@cct.or.cr

El Dr. Mata tiene maestrías de la Universidad de Puerto Rico, University of Delf en Holanda y University of Liverpool en Inglaterra. Recibió su doctorado de la University of Detroit, Michigan. Su investigación y experiencia se ha concentrado en química orgánica, contaminación de océanos, ciencias y tecnología ambientales y manejo de recursos naturales e hidrológicos.

Javier Mateo-Vega

Especialista en Política Ambiental
Organización para Estudios Tropicales
Apartado 676-2050,
San Pedro, Montes de Oca
San José, Costa Rica
Phone (506) 240-6696
Fax: (506) 240-6783
E-mail: jmateo@ots.ac.cr

El Sr. Mateo es Especialista en Política Ambiental de la OET, donde colabora con la organización y coordinación de cursos de

política ambiental impartidos en Costa Rica, dirigidos a decisores de norte y latinoamérica, así como ejecutivos de corporaciones, administradores de áreas protegidas y líderes comunales. Su investigación se ha concentrado en la teoría y la práctica de las evaluaciones de impacto ambiental en América Latina y su papel en el discurso del desarrollo sostenible mundial. Tiene un bachillerato con honores en Geografía (Manejo del Ambiente y Recursos) y una maestría en Geografía con énfasis en política ambiental, ambos de University of Western Ontario, Canadá.

William Murillo-Montero

Jefe Oficina de Planificación
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento – SENARA
Apartado 5262 - 1000
San José, Costa Rica
Phone: (506) 257-9733
Fax: (506) 222-8785
E-mail: wmm20157@sol.racsa.co.cr

El Sr. Murillo tiene un bachillerato en ingeniería civil de la Universidad de Costa Rica. Es el Jefe de la Oficina de Planificación de SENARA. Su experiencia es en el área de ingeniería de ríos y en la aplicación de control de inundaciones y operación de diques, irrigación y manejo de cuencas de ríos.