

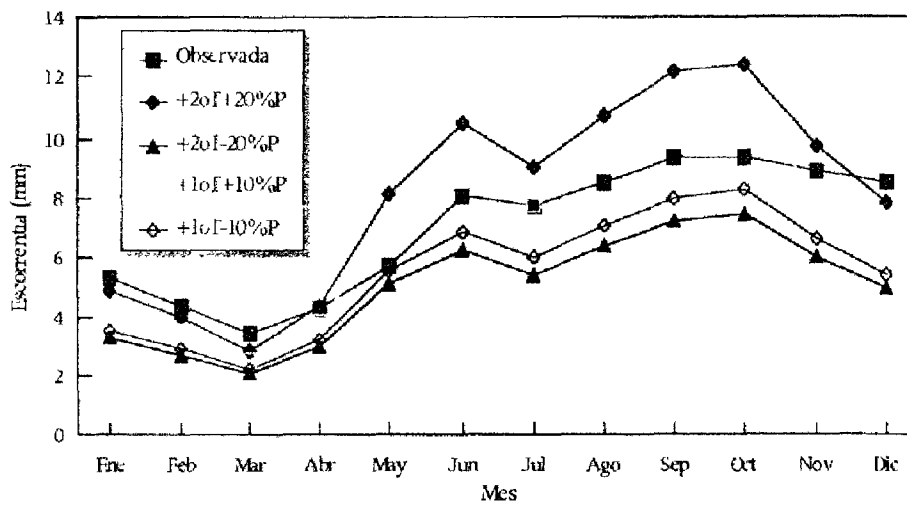
PROYECTO CENTROAMERICANO SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO

SECTOR DE RECURSOS HIDRICOS

COSTA RICA

RESUMEN EJECUTIVO

Cuenca del Rio Reventazon
Vulnerabilidad de Escorrentia Mensual



SAN JOSE, COSTA RICA

JULIO 1996

**PROYECTO CENTROAMERICANO SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO (PCCC)
SECTOR DE RECURSOS HIDRICOS
COSTA RICA**

Director Ejecutivo

Lic. Max Campos Ortiz

Proyecto Centroamericano Sobre el Cambio Climático.

Investigador Principal

Ing. G. Arturo Sánchez Azofeifa, Ph.D.

*Proyecto Centroamericano Sobre el Cambio Climático.
Centro Para Investigaciones en Desarrollo Sostenible,
Universidad de Costa Rica (CIEDES-UCR).*

Revisores Nacionales

Lic. Eladio Zarate

Comite Regional de Recursos Hídricos, CRRH

Lic. Enrique Chacón

Instituto Costarricense de Electricidad, ICE

Lic. Sadi Laporte

Instituto Costarricense de Electricidad, ICE

Revisores Internacionales

Dr. Stewart J. Cohen

Sustainable Development Research Institute, Canada

Dr. Jan Feenstra

Free University, Holanda

M.Sc. Joel Smith

Estados Unidos

Expertos Nacionales Participantes

Ing. Carlos Quesada Mateo, Ph.D.

*Centro para Investigaciones en Desarrollo Sostenible,
CIEDES-UCR.*

Ing. Pablo Gonzalez

*Centro para Investigaciones en Desarrollo Sostenible,
CIEDES-UCR.*

Lic. Ligia Hernando

Escuela de Geografía, UNA

Ing. Claudia Solera

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, AYA

Ing. German Matamoros

Servicion Nacional de Aguas Subterranas, SENARA

Sr. Patrick Van Laake

FAO, Costa Rica

Ing. Javier Saborio

Instituto Costarricense de Electricidad, ICE

Ing. Oscar Lucke

Escuela de Geografía, UCR

Dra. Jenny Reynolds

Escuela de Ciencias de la Tierra, UNA

Ing. Jose J. Chacon

Comite Regional de Recursos Hídricos, CRRH

Lic. Cecilia Blanco

Ministerio del Ambiente y Energía, MINAE

Ing. Walter Ramirez

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, AYA

Geol. Lidier Esquivel

Comisión Nacional de Emergencias, CNE

Lic. Juan Carlos Fallas

Instituto Meteorológico Nacional, IMN

Dr. Javier Soley

Centro de Investigaciones Geofísicas, CIGEFI

Soporte en Sistemas de Información Geográficos (GIS)

Centro para Investigaciones en Desarrollo Sostenible (CIEDES), Universidad de Costa Rica.

Información Básica

Instituto Meteorológico Nacional, IMN

Instituto Costarricense de Electricidad, ICE

Financiamiento

Programa de Estudio de País de los Estados Unidos (US CSP).

Comite Regional de Recursos Hídricos (CRRH)

Comision Centroamericana para el Ambiente y el Desarrollo (CCAD)

SECTOR DE RECURSOS HIDRICOS
COSTA RICA

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCION:

La vulnerabilidad del actual ciclo hidrológico ante un potencial cambio climático es crítico para el manejo y planificación sostenible de los recursos hídricos en Costa Rica. Esta preocupación ha permitido que el presente trabajo de investigación se enfoque en entender la respuesta hidrológica ante el cambio climático de tres de las más importantes cuencas hidrográficas para el desarrollo económico y social de Costa Rica. Estas cuencas son: La cuenca del Río Grande de Terraba, la cuenca del Río Reventazon y la Cuenca del Río Grande de Tarcoles; cada una de estas cuencas es o presenta un alto potencial de generación hidroeléctrica para Costa Rica, al igual que tienen importantes fuentes para de abastecimiento de agua potable para diferentes comunidades urbanas y rurales del país.

2. METODOLOGIA:

La metodología seguida en este estudio ha sido desarrollada por el Proyecto Centroamericano para el Cambio Climático (PCCC) y esta basada en tres fases condicionales (Figura No. 1):

(1) Manejo de información hidro-meteorológica básica,

(2) Calibración y validación del modelo hidrológico CLIRUN 3, y

(3) Estudio de la vulnerabilidad de las cuencas seleccionadas ante cambios en precipitación y temperatura como resultado de un calentamiento global.

Información hidrometeorológica básica ha sido provista por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y el Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

Información básica de escurrimiento superficial, temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial fue utilizada para calibrar el modelo

hidrológico (CLIRUN). El modelo hidrológico CLIRUN 3 es un modelo de balance hídrico de carácter paramétrico.

Datos hidrometeorológicos fueron divididos en dos series de tiempo: Serie A: 1964-74 para la calibración y Serie B: 1974-84 para la validación.

3. RESULTADOS:

3.a Calibración y Validación
Hidrológica

Coefficientes de correlación (r^2) entre valores observados y simulados durante el proceso de calibración y validación del modelo CLIRUN 3 para las cuencas seleccionadas se presentan en la Tabla No.1. En general el modelo CLIRUN3 presenta excelentes resultados. Esto es en parte debido a la alta calidad de la información básica suministrada, así como a su distribución espacial.

Tabla No. 1: Resultados de calibración y validación del modelo CLIRUN 3.

| Cuenca | Calibración | Validación |
|--------------------------|-------------|------------|
| Reventazon: Angostera | 0.90 | 0.91 |
| Tarcoles: Baiza | 0.92 | 0.91 |
| Terraba: Brujo | 0.95 | 0.96 |
| Terraba: Caracucho | 0.97 | 0.96 |
| Terraba: Palmar | 0.98 | 0.97 |

3.b Simulación de Cambio Climático

Los escenarios de cambio climático implementados

fueron creados a partir de la combinación de escenarios sinópticos y de Circulación Global. Cambios en la temperatura han sido estimados entre 1°C y 2°C para las vertientes Pacífica y del Caribe, respectivamente. Cambios en la precipitación han sido estimados entre \pm 15% para la vertiente del Pacífico y \pm 10% para la vertiente del Caribe.

Resultados generados a partir de los escenarios de cambio climático indican variaciones importantes en escurrimiento de las cuencas de los ríos Reventazon, Grande de Tarcoles y Grande de Terraba. Las tablas 2 a la 4 presentan los cambios observados a nivel de caudal mensual para las cuencas estudiadas. Mayores variaciones se dan durante la época de transición entre verano e invierno. Es importante indicar que el modelo CLIRUN 3 muestra mayor sensibilidad durante la época lluviosa, cuantificándose la mayoría de los cambios durante los meses de mayor precipitación.

4. VULNERABILIDAD:

La importancia que el cambio climático juega dentro de la planificación de los recursos hídricos de Costa Rica fue analizada por un grupo de expertos en el área; la mayoría de estos expertos forman parte de las diferentes instituciones costarricenses encargadas de manejar el recurso agua. La técnica nominal de trabajo en grupo fue utilizada como principal mecanismo para la generación y discusión de ideas. Esta actividad fue coordinada por el Centro para Investigaciones en Desarrollo Sostenible (CIEDES) de la Universidad de Costa Rica (UCR). Los sectores de desastres naturales, energético y de abastecimiento de agua fueron analizados durante esta etapa de la investigación. Los resultados reflejan la vulnerabilidad de los sectores analizados a partir de los posibles cambios en escurrimiento superficial encontrados utilizando el modelo CLIRUN3. Los resultados son los siguientes:

4.a Sector de desastres naturales:

- Alteraciones en el ciclo hidrológico. Los cambios en la intensidad, volumen, duración y variabilidad de la precipitación afectarán el régimen de escurrimiento, acentuando los problemas por sequías e inundaciones. Los desastres naturales aumentarán los impactos negativos en la infraestructura vial, hidroeléctrica, de sistemas de riego, de acueductos y alcantarillados y tendrán severas implicaciones en el entorno urbano. Las modificaciones estacionales en la cantidad y calidad del recurso hídrico, incluyendo impactos sobre los mantos acuíferos, tendrían serias implicaciones para el abasto de agua potable. De acentuarse la variabilidad climática, estos impactos también se reflejarían en los procesos de erosión y arrastre de sedimentos afectando la regulación y encareciendo las opciones de aprovechamiento del recurso.

4.b Sector Energético:

- Se esperan consecuencias múltiples en la socioeconomía del país, con tendencias a un aumento del empobrecimiento de los sectores de menores ingresos y a una disminución de las opciones de desarrollo integral del país, como por ejemplo:

a. Incremento en la deuda externa por importación de combustibles.

b. Aumento en el costo de la vida por utilización de opciones tecnológicas más caras y mayores costos de operación.

c. Deterioro en la seguridad ciudadana por cambios sociales (mayor empobrecimiento).

d. Impactos económicos en el sector productivo asociados a mayores costos y menor calidad en el servicio.

- Limitaciones a las opciones de desarrollo a causa

de un clima más desfavorable a la inversión, a causa de mayores niveles de riesgo asociados a la disponibilidad segura de servicios tan estratégicos como la disponibilidad de energía de calidad y agua potable. Otros posibles efectos secundarios serían: un mayor deterioro en el sector salud, a causa del impacto del racionamiento eléctrico en los servicios hospitalarios y en la refrigeración industrial y doméstica, o bien costos energéticos demasiado altos para ser competitivos a nivel internacional.

- Incremento en el uso de tecnologías más contaminantes como la geotérmica o el uso de hidrocarburos, que generarían mayores aportes de CO₂ a la atmósfera.

- Impactos por posibles políticas de racionamiento energético en sectores claves de la economía, por ejemplo (industria alimentaria, exportaciones, turismo, abastecimiento de agua, salud, etc.) lo que provocaría fuga de divisas, deterioro de los servicios, contracción en las inversiones y aumento en el desempleo.

- Impactos importantes en las obras de infraestructura de generación y transmisión de energía eléctrica asociada a la vulnerabilidad por variabilidad climática (por déficit o exceso estacional), especialmente en la estación seca, época en que coincidirían una menor capacidad de generación y una mayor demanda de energía. De darse un aumento estacional en la intensidad y cantidad de precipitación durante la época de huracanes, habría un mayor impacto por deslizamientos gravitacionales y por asocio al riesgo sísmico, lo que produciría mayor aporte de sedimentos.

C. Sector de Abastecimiento de Aguas

- Incremento potencial en los conflictos, regionales e internacionales, a causa de un incremento en la

competencia por el uso de un recurso hídrico más escaso y de menor calidad.

- Aceleración en el agotamiento de reservas de aguas superficiales y subterráneas y imitaciones mayores para suplir una creciente demanda, al tanto que se esperan alteraciones importantes en el régimen de caudales con posibilidades de disminución en la estación de estiaje.

- Deterioro en la calidad de vida y otros impactos socioeconómicos por alteraciones en la disponibilidad espacio temporal del recurso y el deterioro en calidad, afectando potencialmente actividades y sectores claves como: salud, industria, turismo, agropecuario, recreación, demandas ecológicas.

- Incremento en frecuencia y duración de los racionamientos, especialmente en áreas marginales, que tienden a estar superpobladas y ubicadas en zonas geográficas más desventajosas. Estas condiciones pueden degenerar en caos sociales locales, con posibles brotes de violencia. Esta situación tiende a agravarse con el tiempo a causa de una superposición de efectos como el incremento poblacional natural más las adiciones por migraciones y el de desplazamiento hacia centros urbanos ya hacinados y con serias limitaciones de abastecimiento de agua en la actualidad.

- Mayor riesgo de generación y propagación de enfermedades contagiosas de origen hídrico y por limitaciones a la higiene doméstica, al esperarse crecientes niveles de escasez y racionamiento de agua.

5. INFORMACION ADICIONAL

Información adicional puede ser obtenida escribiendo al:

Proyecto Centroamericano Sobre
el Cambio Climático
Comité Regional Recursos Hidráulicos

PCCC - Recursos Hídricos

*Attn.: Ing. Arturo Sanchez
P.O. Box 21-2300
San Jose, Costa Rica
America Central*

*Tel: (506) 231-5791
Fax: (506) 296-0047*

E-mail: arturos@caritari.ucf.ac.cr

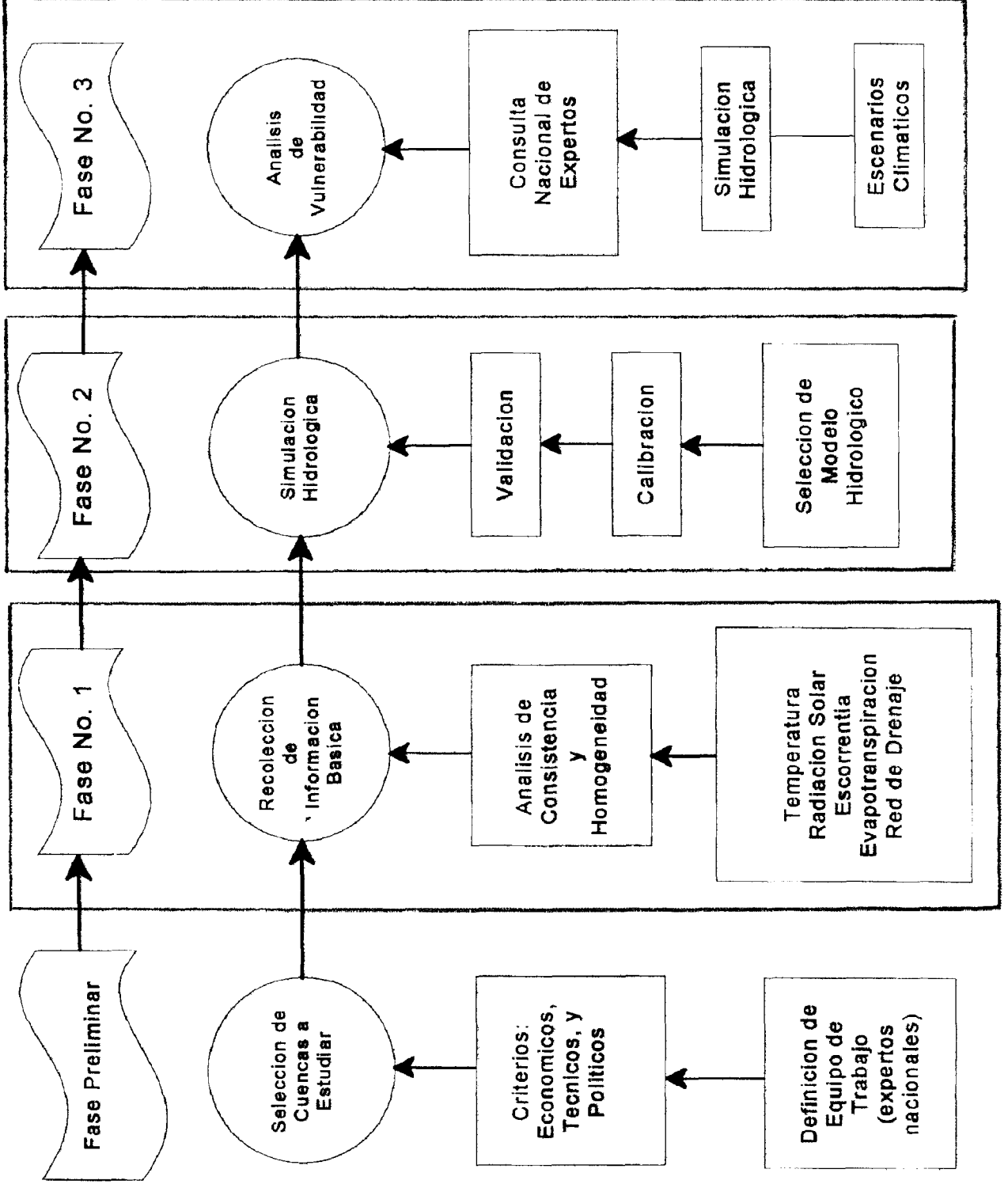


Tabla No. 2

Cuenca: Río Reventazon
 Subcuenca: Angostura
 Topico: Cambio en caudales normales bajo condiciones de cambio climatico

| Mes | Caribe A1 | Caribe A2 | Caribe B1 | Caribe B2 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| | +2oT+20%P | +2oT-20%P | +1oT+10%P | +1oT-10%P |
| Enero | -6.6 | -37.2 | -17.4 | -32.0 |
| Febrero | -7.0 | -34.9 | -16.9 | -30.4 |
| Marzo | -16.9 | -38.5 | -24.7 | -34.9 |
| Abril | 5.9 | -24.8 | -5.3 | -20.0 |
| Mayo | 50.1 | -5.2 | 29.6 | 3.2 |
| Junio | 33.2 | -20.7 | 13.1 | -12.5 |
| Julio | 17.4 | -29.3 | 0.6 | -21.9 |
| Agosto | 27.5 | -24.0 | 8.8 | -15.8 |
| Septiembre | 30.8 | -22.3 | 11.9 | -13.7 |
| Octubre | 33.2 | -19.8 | 14.5 | -11.0 |
| Noviembre | 8.8 | -32.8 | -5.9 | -25.8 |
| Diciembre | -7.3 | -40.6 | -19.1 | -35.0 |
| Anual | 15.4 | -28.6 | -0.4 | -21.5 |
| Maximo | 50.1 | -5.2 | 29.6 | 3.2 |
| Mes Maximo | Mayo | Mayo | Mayo | Mayo |
| Minimo | -16.9 | -40.6 | -24.7 | -35.0 |
| Mes Minimo | Marzo | Diciembre | Marzo | Marzo/Diciembre |

Tabla No. 3

Cuenca: Río Grande de Tarcoles
 Subcuenca: Balsa
 Topico: Cambio en caudales normales bajo condiciones de cambio climatico

| Mes | Pacifico A1 | Pacifico A2 | Pacifico B1 | Pacifico B2 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | +2oT+15%P | +2oT-15%P | +2oT+10%P | +2oT-10%P |
| Enero | 2.5 | -15.1 | 1.0 | -10.8 |
| Febrero | -2.0 | -15.5 | -2.9 | -12.0 |
| Marzo | -7.8 | -17.2 | -8.3 | -14.7 |
| Abril | -0.4 | -13.8 | -1.9 | -10.9 |
| Mayo | 24.5 | -8.0 | 19.6 | -2.3 |
| Junio | 6.2 | -29.6 | 0.4 | -23.7 |
| Julio | 24.2 | -19.1 | 17.3 | -11.8 |
| Agosto | 31.8 | -17.8 | 23.8 | -9.7 |
| Septiembre | 25.8 | -24.6 | 17.6 | -16.4 |
| Octubre | 12.4 | -29.9 | 6.0 | -22.5 |
| Noviembre | 9.2 | -24.3 | 4.7 | -17.8 |
| Diciembre | 0.2 | -22.5 | -2.2 | -17.4 |
| Anual | 14.1 | -22.4 | 8.6 | -15.9 |
| Maximo | 31.8 | -8.0 | 23.8 | -2.3 |
| Mes Maximo | Agosto | Mayo | Agosto | Mayo |
| Minimo | -7.8 | -29.9 | -8.3 | -23.7 |
| Mes Minimo | Marzo | Mayo | Marzo | Mayo |

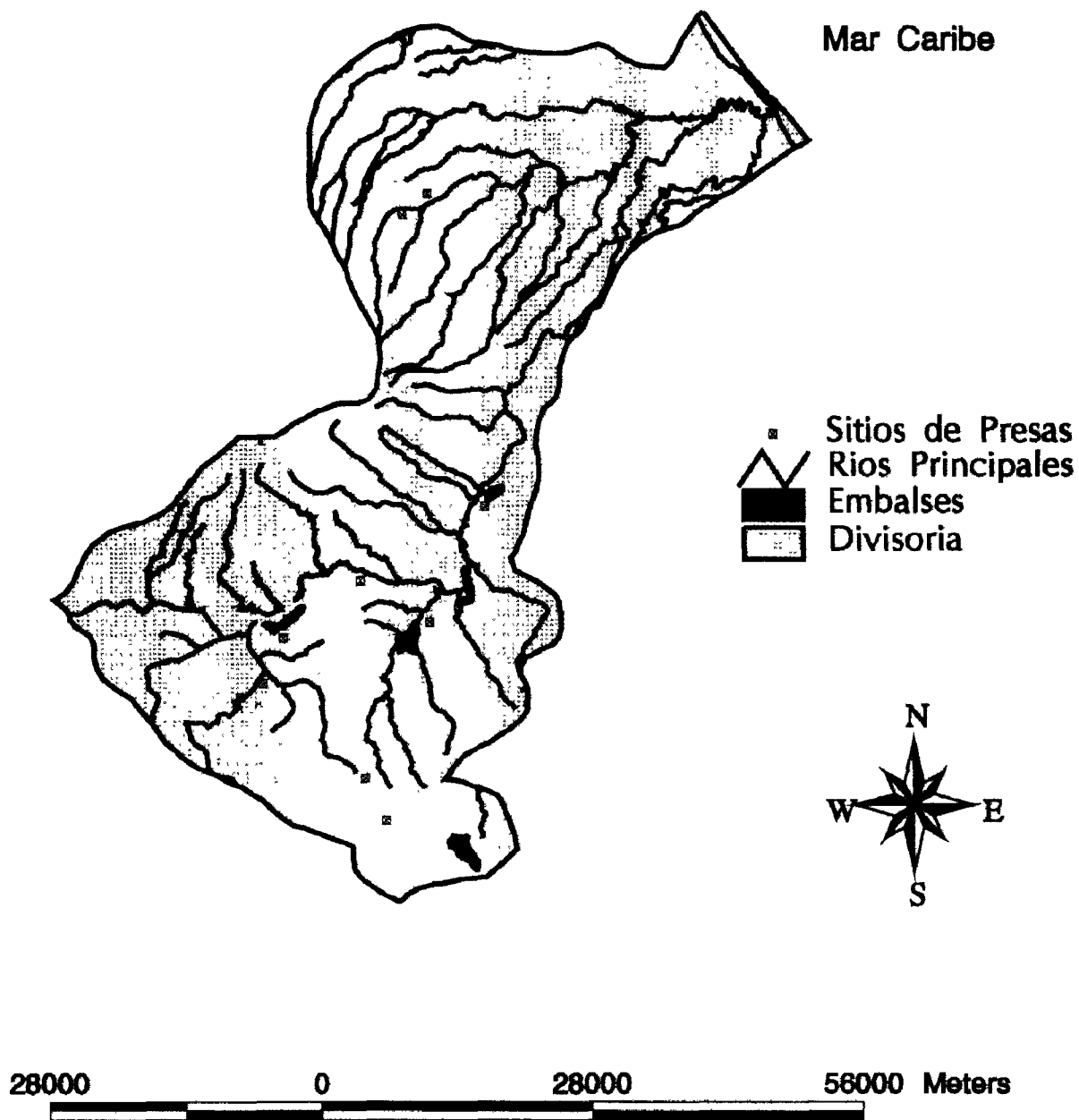
Tabla No. 4

Cuenca: Río Grande de Terraba
 Subcuenca: Palmar
 Topico: Cambio en caudales normales bajo condiciones de cambio climatico

| Mes | Pacifico A1 | Pacifico A1 | Pacifico A1 | Pacifico A1 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | +2oT+15%P | +2oT-15%P | +1oT+10%P | +1oT-10%P |
| Enero | 10.7 | -7.8 | 8.8 | -3.4 |
| Febrero | 22.9 | 5.2 | 21.1 | 9.2 |
| Marzo | 39.9 | 17.3 | 37.1 | 21.6 |
| Abril | 30.2 | -6.6 | 24.7 | -0.5 |
| Mayo | 30.7 | -23.8 | 21.4 | -15.6 |
| Junio | 19.5 | -26.4 | 12.5 | -18.6 |
| Julio | 25.4 | -14.6 | 19.7 | -7.2 |
| Agosto | 24.9 | -21.2 | 17.8 | -13.3 |
| Setiembre | 18.5 | -25.4 | 12.2 | -17.4 |
| Octubre | 8.3 | -28.6 | 2.9 | -21.6 |
| Noviembre | -4.9 | -29.9 | -8.5 | -25.2 |
| Diciembre | 10.4 | -10.0 | 8.0 | -5.4 |
| Anual | 15.3 | -22.3 | 9.7 | -15.5 |
| Maximo | 39.9 | 17.3 | 37.1 | 21.6 |
| Mes Maximo | Marzo | Marzo | Marzo | Marzo |
| Minimo | -4.9 | -29.9 | -8.5 | -25.2 |
| Mes Minimo | Noviembre | Noviembre | Noviembre | Noviembre |

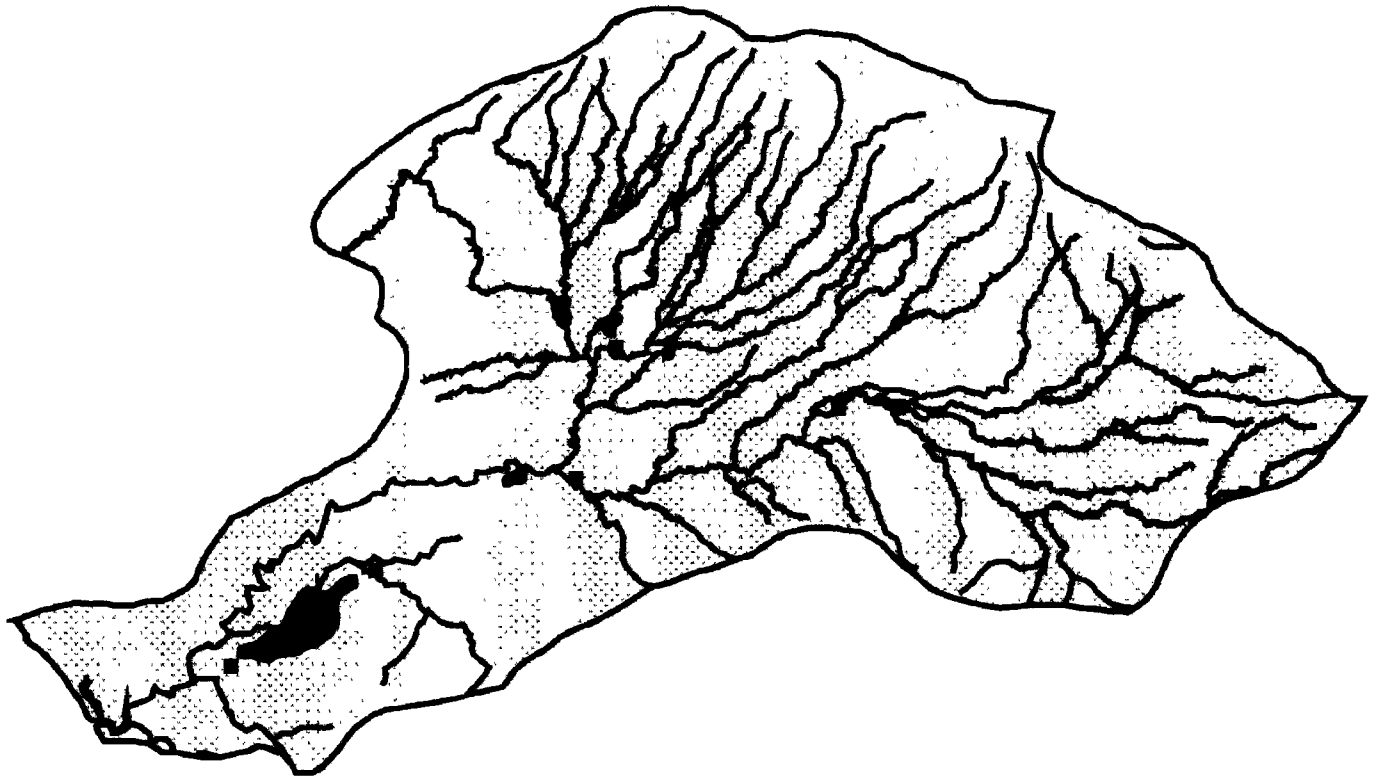
Proyecto Centroamericano Sobre el Cambio Climatico





Cuenca del Rio Reventazon

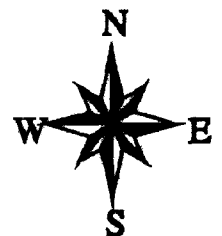


Proyecto Centroamericano Sobre el Cambio Climatico

Cuenca del Rio Grande de Tarcoles



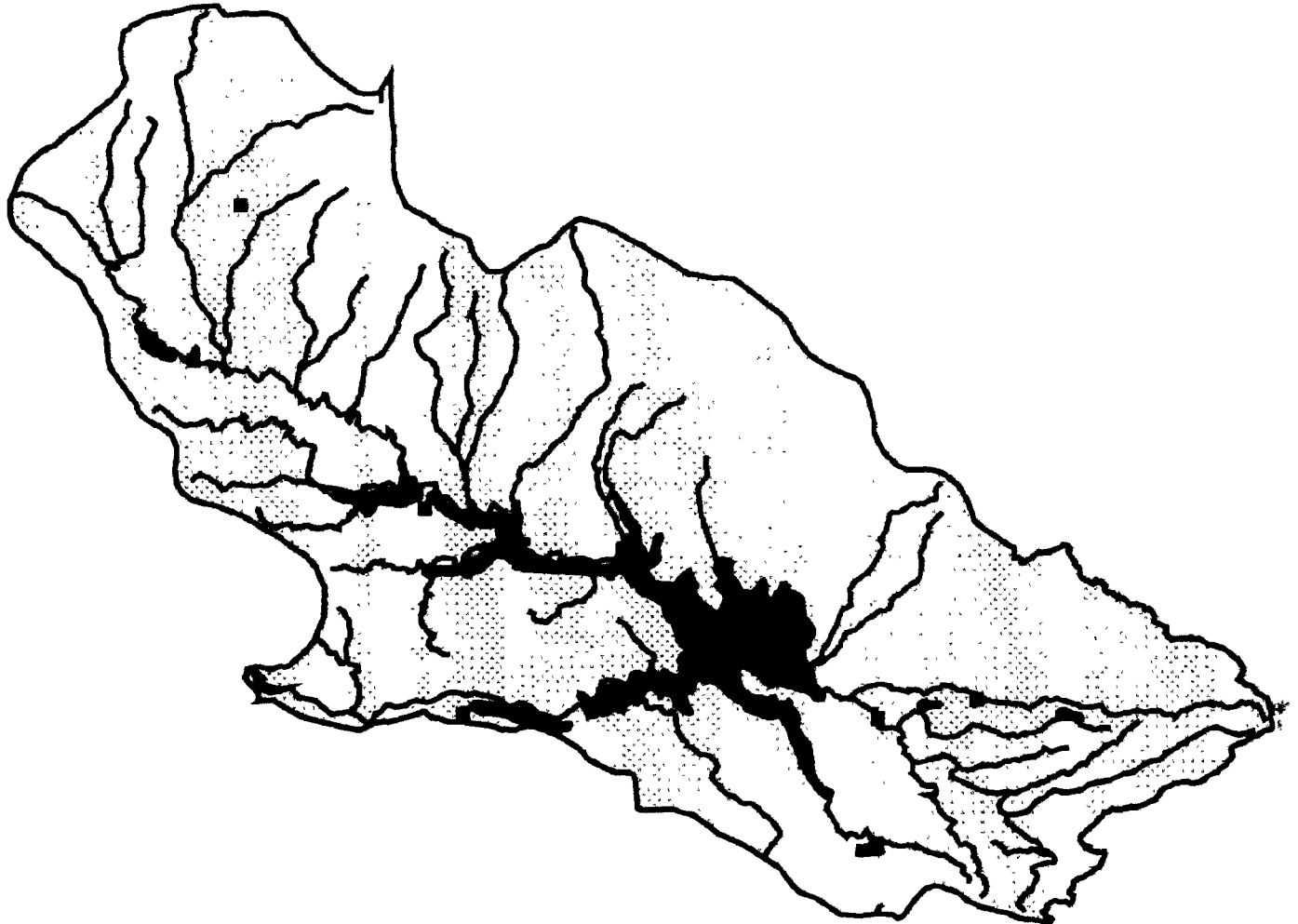
-  Rios Principales
-  Sitios de Presa
-  Embalses
-  Divisoria







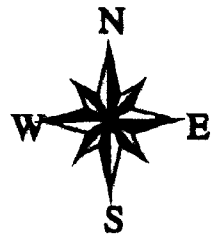
Nota: Sitios de Presa y Embalses
representan proyectos futuros y presentes

Proyecto Centroamericano Sobre el Cambio Climatico

Cuenca del Rio Grande de Terraba



-  Rios Principales
-  Sitios de Presa
-  Embalses
-  Divisoria



Nota: Sitios de presa y embalses representan sitios potenciales