



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

ISSN: 2007-0934

revista_atm@yahoo.com.mx

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

México

López Báez, Walter; Camas Gómez, Robertony; Reynoso Santos, Roberto; Cadena Íñiguez, Pedro;
Castro Mendoza, Itzel

Conectividad hídrica entre cuencas, municipios y reserva de la biósfera El Triunfo, Chiapas, México

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 8, mayo-junio, 2014, pp. 1417-1423

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263131168006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Conectividad hídrica entre cuencas, municipios y reserva de la biósfera El Triunfo, Chiapas, México*

Hydrologic connectivity between basins, municipalities and the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico

Walter López Báez^{1§}, Robertony Camas Gómez¹, Roberto Reynoso Santos², Pedro Cadena Ñíguez³ e Itzel Castro Mendoza¹

¹Programa Manejo Integral de Cuencas. ²Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales. ³Socioeconomía, Campo Experimental Centro de Chiapas, INIFAP. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, km 3, A. P. Núm. 1. C. P. 29140. Ocozocoautla, Chiapas. Tel. 019686882911. (camas.robertony@inifap.gob.mx; reynoso.roberto@inifap.gob.mx; cadena.pedro@inifap.gob.mx; castro.itzel@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: lopez.walter@inifap.gob.mx.

Resumen

En el año 2011 se estudió la conectividad entre cuencas hidrográficas, municipios y la Reserva de la Biósfera El Triunfo (REBITRI), con el propósito de orientar el diseño de programas para su conservación. Sobreponiendo los polígonos de las cuencas, municipios y reserva se analizó la conectividad territorial e hídrica, usando la metodología de valoración contingente se realizó un sondeo sobre la disposición a pagar de los usuarios por el servicio hídrico y se estimó el escurrimiento por medio de método del balance hídrico en cuatro cuencas representativas. La reserva comparte límites administrativos con 9 municipios, pero bajo el análisis de conectividad hídrica amplía su influencia a 11 municipios a través de 14 cuencas hidrográficas. El agua es un servicio ambiental estratégico para consumo de 400 000 habitantes, producción y transformación de productos agropecuarios, generación de energía hidroeléctrica, mantenimiento de la biodiversidad y como regulador de los riesgos de inundaciones. Por su mayor volumen de recarga hídrica neta potencial ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) y ubicación en la cadena montañosa, la REBITRI es estratégica como zona de recarga hídrica y reguladora de riesgos por inundaciones aguas abajo. La información generada es útil para generar mecanismos de cooperación o compensación entre sociedad, dependencias sectoriales, municipios y ONG's para impulsar la competitividad del territorio con un enfoque de cuencas.

Abstract

In 2011 the connectivity between basins, municipalities and the El Triunfo Biosphere Reserve (REBITRI), was studied, in order to guide the design of conservation programs. Overlapping polygons of basin, municipalities and the reserve, the land and water connectivity was analyzed using the contingent valuation methodology, a survey of users' willingness to pay for water services and runoff was estimated by the water balance method in four representative basins. The reserve shares administrative boundaries with 9 municipalities, but under the hydrologic connectivity analysis, extends its influence to 11 municipalities across 14 basins. Water is a strategic environmental service for consumption of 400 000 inhabitants, production and processing of agricultural commodities, hydropower generation, maintenance of biodiversity and as flood risk regulator. Because of its greater volume of potential net water recharge ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{year}^{-1}$) and location in the mountain range, REBITRI is strategic as a water recharge zone and downstream flood risk regulator. The information generated is useful for creating cooperation and compensation mechanisms between society, sectoral agencies, municipalities and NGO's to boost the competitiveness of the territory with a basin approach.

* Recibido: marzo de 2014
Aceptado: abril de 2014

Palabras claves: conservación, compensación, servicio ambiental hídrico.

El 13 de septiembre de 1990 se estableció en Chiapas la REBITRI, importante por la provisión de una amplia gama de servicios a la sociedad y regulaciones ecosistémicas que contribuyen a mantener los equilibrios globales en el planeta. Protege bosques de niebla, tropicales y de pino y encino, además de sistemas hidrológicos en una superficie de aproximadamente 120 mil hectáreas. Proporciona al hábitat 40% de las aves de México (175 especies) y más de 800 especies de plantas. La reserva presenta una población de aproximada de 14 000 habitantes distribuida en 29 ejidos, 108 propiedades privadas y 01 tierra comunal (CONANP, 2008). A pesar de su importancia, la REBITRI está amenazada por: 1) el desconocimiento e inadecuada valoración que la sociedad y los tres niveles de gobierno hacen de sus servicios ecosistémicos, los cuales son aprovechados para su bienestar sin que exista reconocimiento y mucho menos pago por utilizarlos; y 2) La falta de estudios que demuestren los beneficios que derivan de su conservación. En este contexto, Karin (2007) señala la necesidad de realizar estudios para convencer a los políticos y a la sociedad en general de invertir a favor de la conservación.

Para asegurar la conservación y el desarrollo social de la REBITRI se creó en el año 2002 el Fondo de Conservación El Triunfo, A. C. (FONCET), su principal acción ha sido la construcción de mecanismos financieros de largo plazo a partir de demostrar los beneficios que derivan de la conservación de la REBITRI. Esta investigación se realizó con el objetivo de sustentar con datos, la conectividad territorial e hídrica que existe entre las cuencas hidrográficas, los municipios y el área de la REBITRI, para orientar el diseño de mecanismos de cooperación y compensación para el desarrollo sustentable del territorio.

Se tomó como base el polígono de la REBITRI localizado en la Sierra Madre de Chiapas entre las coordenadas 15° 09' 10" y 15° 57' 02" de latitud Norte y 92° 34' 04" y 93° 12' 42" de longitud oeste con una superficie de 1191.7 km². Etapa I: a) Se delimitaron las cuencas vinculadas a la REBITRI usando el modelo hidrológico SWATT (Arnold *et al.*, 1991) para identificar la red de escurrimiento y los parte aguas, sobre la plataforma de ArcMap 10.1 en la cual se habían ingresados los modelos digitales de elevación de INEGI (2010) escala 1:50 000. b) A partir de la sobreposición de los polígonos de las cuencas, REBITRI y municipios, se realizó el análisis de conectividad territorial e hídrica. Etapa II: a) Se realizó un inventario de los usuarios del agua y usando la metodología de valoración contingente (Whittinmtom *et al.*, 1990) se

Keywords: conservation, compensation, environmental water services.

On September 13th, 1990, the REBITRI was established in Chiapas, being important for providing a wide range of services to society and ecosystem regulations, which help maintain the overall balance on the planet. It protects cloud forests, tropical pine and oak forests, plus water systems in an area of approximately 120 000 hectares. Provides the habitat with 40% of the birds in Mexico (175 species) and 800 plants species. The reserve has a population of about 14 000 inhabitants distributed in 29 ejidos, 108 privately owned lands, and one communal land (CONANP, 2008). Despite its importance, REBITRI is threatened by: 1) lack of knowledge and inadequate appreciation by society and the three levels of government about their ecosystem services, which are utilized for their welfare without any recognition, and least of all pay for its use; and 2) the lack of studies showing the benefits derived from its conservation. In this context, Karin (2007) points out the need for studies to convince politicians and the general public to invest in favor of conservation.

In order to ensure the REBITRI conservation and social development, the El Triunfo Conservation Fund Inc. (FONCET), was established in 2002, oriented to building long-term financial mechanisms by demonstrating the benefits deriving from the REBITRI conservation. This research was conducted with the aim of supporting with data, land and water connectivity between basins, municipalities and the REBITRI area, to guide the design of cooperation and compensation mechanisms for the sustainable development of the territory.

It was based on the REBITRI polygon located in the Sierra Madre de Chiapas between the coordinates 15° 09' 10" and 15° 57' 02" north latitude and 92° 34' 04" and 93° 12' 42" west longitude with an area of 1 191.7 km². Stage I: a) Basins linked to REBITRI were delimited using the SWAT hydrologic model (Arnold *et al.*, 1991) to identify the runoff network and watershed using the ArcMap 10.1 platform, in which the digital elevation models had been entered by INEGI (2010) 1:50 000; b) From overlapping polygons of basins, REBITRI and municipalities, land and water connectivity analysis was performed. Stage II: a) An inventory of water users was carried out and using the contingent valuation methodology (Whittinmtom *et al.*, 1990) 36 of them were surveyed about their willingness to pay for avoiding a decrease in water quality and supply or an increase in flood damage, b) Information was collected from REBITRI on socio-economic aspects,

exploró con 36 de ellos, la disposición a pagar por evitar una disminución en el abasto y la calidad del agua o un aumento en los daños por inundaciones; b) Se recopiló información sobre aspectos socioeconómicos, uso del suelo, tipos de uso del agua riesgos a desastres por inundaciones y daños que ocasiona, infraestructura productiva, planes de desarrollo municipal y programas de conservación de la REBITRI. Etapa III: se estimaron en cuatro cuencas los volúmenes de agua ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) que escurren y se infiltran, comparando áreas dentro y fuera de la reserva. Se usó la metodología del balance hídrico propuesta por Llerena (2003) para cuencas con poca información disponible. Etapa III. Con base al servicio ambiental hídrico que proporciona la REBITRI se analizaron las implicaciones para la creación de un mercado local de agua.

Conectividad entre REBITRI y municipios: aunque la reserva comparte superficie con nueve municipios, 72% de su territorio se encuentra compartido con Mapastepec, La Concordia, Pijijiapan y Siltepec. Otros municipios como Montecristo de Guerrero, Acacoyagua, Mapastepec, Ángel Albino Corzo y Siltepec resaltan por la proporción de su territorio que se encuentra dentro de la reserva (Cuadro 1). Estos municipios son claves para impulsar mecanismos de cooperación para la conservación de la reserva.

land use, water use types, flood disaster risk and damage it causes, production infrastructure, municipal development plans and conservation programs. Stage III: In four basins, water volumes ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{year}^{-1}$) draining and infiltrating were assessed, comparing areas inside and outside the reserve. Water balance methodology proposed by Llerena (2003) for basins with little information available was used. Stage III. Based on the environmental water services provided by REBITRI the implications for the creation of a local water market were analyzed.

Connectivity between REBITRI and municipalities:

Although the reserve shares area with nine municipalities, 72% of its territory is shared with Mapastepec, La Concordia, Pijijiapan and Siltepec. Other municipalities such as Montecristo de Guerrero, Acacoyagua, Mapastepec, Angel Albino Corzo and Siltepec are highlighted by the proportion of their territory located within the reserve (Table 1). These municipalities are key mechanisms to promote cooperation for the reserve conservation.

Connectivity between REBITRI and basins: the reserve shares territory with 14 basins (Figure 1). The Chavarria, El Dorado, Cuxtepeques, Jaltenango, Independencia

Cuadro 1. Conectividad territorial entre municipios y la REBITRI.

Table 2. Basin infiltration capacity within and outside REBITRI.

Municipios	Superficie (km ²)	Territorio compartido con REBITRI (km ²)	Superficie (%)		Población
			REBITRI dentro del municipio	Municipio dentro de la REBITRI	
Ángel Albino Corzo	621.20	106.17	8.9	17.1	28 793
Montecristo de Guerrero	183.47	63.79	5.4	34.8	6 305
La Concordia	2 582.13	256.90	21.6	9.9	39 275
Pijijiapan	1 771.12	172.00	14.4	9.7	45 495
Mapastepec	1 190.14	291.46	24.5	24.5	37 364
Escuintla	394.59	11.33	1	2.9	26 943
Acapetahua	552.99	0	0	0	23 753
Acacoyagua	261.68	76.39	6.4	29.2	14 350
Villa Corzo	2 701.23	76.20	6.4	2.8	66 275
Siltepec	817.92	137.52	11.5	16.8	36 038
Chicomuselo	961.50	0	0	0	27 929
Total	12 038	1,192			352 520

Conectividad entre REBITRI y cuencas: la reserva comparte territorio con 14 cuencas hidrográficas (Figura 1). Las cuencas de los ríos Chavarria, El Dorado, Cuxtepeques,

and Las Delicias rivers basins are tributaries of the Grijalva River, draining into the Gulf of Mexico, with an average annual rainfall between 1 000-2 000 mm and in a height

Jaltenango, Independencia y Las Delicias son afluentes del Río Grijalva, drenan hacia el Golfo de México, tienen una precipitación media anual entre los 1 000- 2 000 mm y se encuentran en un rango de altura entre los 800-2 700 msnm. Las cuencas de los ríos Pijijiapan, Coapa, Margaritas-Las arenas, Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Jalapa y Cintalapa drenan hacia el Océano Pacífico, tienen una precipitación media anual entre 2 000- 4 000 mm y se encuentran en un rango de altura de 0- 2 700 msnm. Por su ubicación en la parte alta, la REBITRI funciona como zona de recarga hídrica de estas cuencas.

Conectividad entre REBITRI, municipios y cuencas: éste análisis muestra claramente que los flujos de agua se mueven de acuerdo a los límites naturales de las cuencas y no están circunscritos a los límites municipales. Por ejemplo, los municipios de Acapetahua y Chicomuselo que no comparten territorio con la REBITRI, al estar dentro del área de influencia de las cuencas hidrográficas de los ríos Jalapa, Cacaluta y Cintalapa el primero y de los ríos Independencia y Delicias el segundo (Figura 1), están conectados con ella a través de los flujos de agua de la parte alta hacia la parte baja. La Figura 2 muestra el mapa de conectividad territorial e hídrica que presenta la REBITRI con los municipios y las 14 cuencas.

La relación entre la parte alta y baja de las cuencas se expresa en una dinámica ecosistémica que tienen importantes repercusiones ecológicas, socioeconómicas y de gobernabilidad en los 11 municipios conectados con la REBITRI. La regulación de esta dinámica, al estar determinada por la acción de la gravedad, depende en gran medida, de las capacidades de la población para aprovechar racionalmente los recursos naturales en las partes media y alta de las cuencas; es decir, en la zona donde se ubica la REBITRI.

Importancia de la REBITRI en la regulación hídrica: el agua como eje de conectividad tiene dos facetas para la sociedad: 1) Como servicio ecosistémico estratégico para diversos usos (provisión de agua para 400,000 habitantes, producción y transformación de productos agropecuarios, generación de energía hidroeléctrica y mantenimiento de la biodiversidad entre otros); y 2) Como regulador de los riesgos de inundaciones y los daños que éstas ocasionan a la economía en su conjunto, puesto que los 11 municipios conectados con la REBITRI son considerados vulnerables a fenómenos hidrometeorológicos. La conservación de la REBITRI es una decisión estratégica, ya que por su ubicación en la cadena montañosa y su privilegiada cobertura

range between 800-2 700 masl. The Pijijiapan, Coapa, Margaritas-Las arenas, Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Jalapa and Cintalapa rivers basins drain into the Pacific Ocean, with an average annual rainfall between 2 000-4 000 mm and height range from 0-2700 masl. Given its location on the upper part, REBITRI functions as water recharge area for these basins.

Connectivity between REBITRI, municipalities and basins: this analysis clearly shows that water flows move according to the watersheds and are not confined to municipal boundaries. For example, Acapetahua and Chicomuselo municipalities do not share territory with REBITRI, the first being within the influence area of the Jalapa, Cacaluta and Cintalapa rivers basins and the second within that of Independence and Delicias rivers (Figure 1), they are connected to it through the water flows from the top to the bottom. Figure 2 shows the land and water connectivity map of REBITRI with 14 municipalities and basins.

The relationship between the upper and lower part of the basin is expressed in a dynamic ecosystem with important ecological, socioeconomic and governance implications in the 11 municipalities connected with REBITRI. The regulation of this dynamics, being determined by the action of gravity, depends largely on the population ability to rationally use natural resources in the middle and upper parts of the basins, *i.e.*, in the area where REBITRI is located.

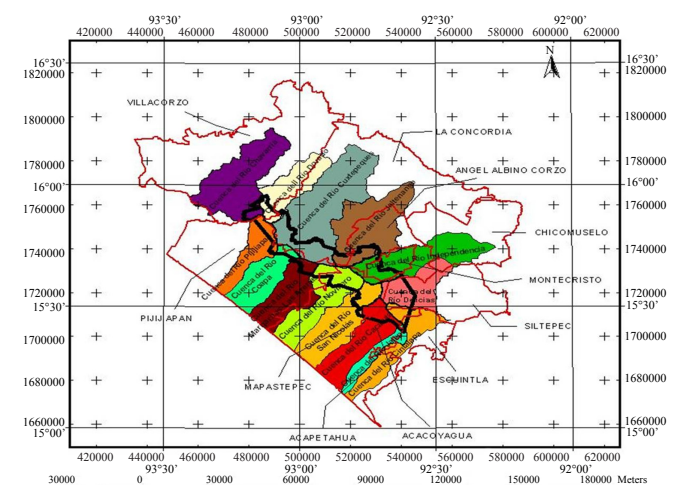


Figura 1. Conectividad entre la REBITRI y cuencas hidrográficas.

Figure 1. Connectivity between REBITRI and basins.

vegetal de bosque mesófilo de montaña, capta una gran cantidad de lluvia que la convierten en la principal fuente de abastecimiento de agua y en una zona clave para la regulación de los riesgos por inundaciones aguas abajo en ambos lados de la Sierra Madre (Hamilton *et al.*, 1995).

La estimación de la capacidad de infiltración en cuatro cuencas muestra la importancia de la REBITRI en la regulación de los escurrimientos hacia la parte baja (Cuadro 2). En promedio el área de la REBITRI aporta 26.3% del volumen de agua neto infiltrado a pesar de representar sólo 16% del total de la superficie. Esto se debe a que la capacidad de infiltración de una hectárea dentro de la reserva es entre 2-2.5 veces superior a una hectárea fuera de ella. Paradójicamente la REBITRI se encuentra amenazada por una creciente tasa de deforestación, de 1970 a 1993 el porcentaje de las áreas arboladas pasaron de 62.2 a 53.6% (March y Flamenco, 1996). La deforestación está alterando la capacidad de infiltración, y en consecuencia, los niveles de los ríos en la época de estiaje, la violencia de los caudales pos-tormenta, las tasas de erosión de suelos y los desastres por inundaciones (López *et al.*, 2011).

Cuadro 2. Capacidad de infiltración de las cuencas dentro y fuera de la REBITRI.
Cuadro 2. Capacidad de infiltración de las cuencas dentro y fuera de la REBITRI.

Cuenca	Superficie cuenca (km²)		Volumen neto infiltrado		Capacidad de infiltración (m³ha⁻¹)	
	Total	Dentro de REBITRI	Total (m³año⁻¹*10⁶)	Dentro de REBITRI (%)	Dentro de REBITRI	Fuera de REBITRI
Río Cuxtepeques	1 048.4	220.2	376	40.10	6 977	2 704
Río Pijijiapan	306.5	57.0	156	32.40	8 891	4 231
Río Coapa	329.0	32.9	94	18.00	5 096	2 613
Río Margaritas-Las Arenas	483.3	39.1	162	14.70	6 081	3 108
Total	2 167	349.2	788	26.3	6 761	3 164

En la región no existe una política de gestión territorial que considere el ciclo hidrológico, sus alcances y recurrencia; por el contrario, se ha seguido un patrón de adaptación de la naturaleza a los intereses económicos de corto plazo y al crecimiento desordenado de la población. Con éstas limitaciones de política pública la sociedad continuará pagando altos costos económicos, sociales, políticos y ambientales, como los que se pagaron en los años 1998 y 2005 por la ocurrencia de los huracanes Stan y Mitch, inclusive, se espera que estos impactos negativos sean mayores en los años venideros como consecuencia del cambio climático, particularmente en los sectores agropecuario e hídrico (SHCP, 2009).

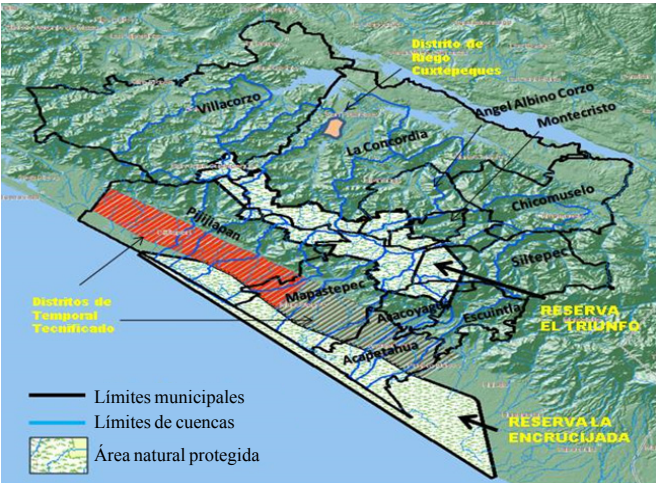


Figura 2. Conectividad hídrica entre la REBITRI, cuencas y municipios.
Figure 2. Water connectivity between REBITRI, basins and municipalities.

Importance of REBITRI in water regulation: water as connectivity source has two roles for society: 1) As a strategic ecosystem service for various uses (water

supply for 400,000 people, production and processing of agricultural products, generation of hydroelectric energy and maintenance of biodiversity among others); and 2) As a flood risk regulator and the damage they cause to the economy as a whole, since the 11 municipalities connected with REBITRI are considered vulnerable to hydrometeorological phenomena. REBITRI conservation is a strategic decision, since given its location in the mountain range and privileged cloud forest vegetation, captures plenty of rain becoming the major source of water supply and a key regulator of downstream flood risks on both sides of the Sierra Madre area (Hamilton *et al.*, 1995).

Potencial de un mercado local de agua: se identificaron 30 grupos de usuarios de agua (públicos y privados) quienes en primera instancia podrían participar como financiadores en un programa de pago del servicio ambiental hídrico (PSAH). Todos estos actores demandan o tienen necesidad de los servicios ambientales de provisión o regulación hídrica que proporciona la REBITRI. El sondeo realizado con 36 usuarios privados que están obteniendo beneficios económicos del agua, señaló que 92% de ellos tienen interés en la conservación de la REBITRI, y de éstos, 82% estarían dispuestos a realizar aportaciones económicas voluntarias, siempre y cuando hubiera garantía de resultados y transparencia en el manejo de las aportaciones. Éste sondeo aunque preliminar, muestra el potencial que existe para la creación de un mercado local de agua, por lo que se recomienda realizar estudios más específicos sobre este tema.

Este estudio bajo la óptica de cuencas permitió describir, entender y valorar la importante función que tiene la REBITRI como zona de recarga hídrica y como sistema regulador de los riesgos por inundaciones aguas abajo, en ambos lados de la Sierra Madre de Chiapas. Además propone una alternativa diferente para administrar la REBITRI y sus cuencas, que incluya en forma integral el desarrollo económico, el bienestar social, la protección del medio ambiente, la adaptación a los efectos del cambio climático, así como la participación de la sociedad usuaria de los recursos y de los gobiernos federal, estatal y municipal, a través de un enfoque integrado y respetuoso del medio natural en un territorio común.

Literatura citada

- Arnold, J. G.; Neitsch, S. L. y Williams, J. R. 1991. Soil and water assessment tool user's manual. Version 99.2. Lackland Research Center, Texas Agricultural Experimental Station. Temple, TX.
- CONANP. 2008. Programa de manejo y conservación de la Reserva de la Biósfera El Triunfo. Extracto para revisión del consejo asesor. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 87 p.
- Hamilton, L. S.; Juvik, J. O. and Scatena, F. N. 1995. Tropical montane cloud forest. Series Ecological Studies. Vol. 110. New York, Springer Verlag.
- Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI). 2010. Datos vectoriales. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/usuarios/login.aspx?s=geo&sistema=dinflm>.
- Karin, M. K. 2007. Valoración de cuencas como una herramienta para la conservación de la biodiversidad. Lecciones aprendidas de proyectos de conservación. The Nature Conservancy. USA. 48 p.

The assessment of infiltration capacity in four basins shows the importance of REBITRI in regulating runoff towards the bottom (Table 2). On average, the REBITRI area provides 26.3% of infiltrated net water volume despite representing only 16% of the total area. This is because the infiltration capacity of one hectare within the reserve is between 2-2.5 times greater than that of one hectare outside. Paradoxically REBITRI is threatened by an increasing deforestation rate, from 1970 to 1993, the percentage of forested areas decreased from 62.2 to 53.6% (March and Flamenco, 1996). Deforestation is altering the infiltration capacity, and consequently, the rivers levels in the dry season, the violence of the post-storm flows, rates of soil erosion and flood disasters (López *et al.* 2011).

The region lacks a policy of land management considering the hydrologic cycle, its scope and recurrence by contrast, it follows a pattern of nature adaptation to short-term economic interests and uncontrolled population growth. With these limitations in public policy, the society will continue to pay high economic, social, political and environmental costs, such as those paid in 1998 and 2005 for the occurrence of Stan and Mitch hurricanes, and even higher negative impacts are expected in the next years due to climate change, particularly in the agricultural and water sectors (SHCP, 2009).

Potential local water market: 30 water user groups (public and private) were identified, who in the first instance could participate as sponsors in a program of environmental water services payment (PSAH). All these actors have a need or demand for environmental services of water provision or regulation provided by REBITRI. The survey on 36 private users who are obtaining economic benefits from water, noted that 92% of them have an interest in the conservation of REBITRI, and of these, 82% were willing to make voluntary financial contributions, provided that there were guaranteed results and transparency in the management of contributions. This survey although preliminary, shows the potential for creating a local water market, therefore more specific studies on this topic are recommended.

This study from the basin perspective, allows to describe, understand and appreciate the important role of REBITRI as water recharge area and regulatory system for downstream flood risk in both sides of the Sierra Madre de Chiapas. Further, an alternative is proposed to manage REBITRI and its basins, comprehensively including economic development, social welfare, environmental protection,

- Llerena, C. 2003. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua. Conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. *In*: Foro Regional sobre sistemas de pago por servicios ambientales. Arequipa, Perú. 16 p.
- López, B. W.; Magdaleno, G. R.; Jiménez, C. L. A.; Reynoso, S. R. y Salinas, C. E. 2011. Deforestación en la cuenca del río Cuxtepeques, La Concordia, Chiapas, México. *In*: Memoria del 2° Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Tabasco, México. 79-80 pp.
- March, M. I. J. y Flamenco, S. A. 1996. Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993). The nature conservancy, Ecosur, Usaid. 66 p. En: <http://200.23.34.25/Arttnc.pdf>. (consultado mayo, 2011).
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). 2009. La economía del cambio climático en México: Síntesis. Galindo, L. M. (Coord.). SHCP-SEMARNAT. 67 p.

adaptation to climate change effects, as well as the participation of society using these resources, and federal, state and municipal governments, through an integrated and environmentally friendly approach in a common territory.

End of the English version



- Whittington, D.; Briscoe, J.; Mu, X. and Barron, W. 1990. Estimates the willingness to pay for water services and developing countries: a case study of the use of contingent valuation surveys in southern Haiti. *Economics Development and Change*. 38.