

A M H  
XVI CONGRESO NACIONAL DE HIDRÀULICA

**ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD MENSUAL COMO APOYO  
EN LA PLANEACION DEL USO Y APROVECHAMIENTO DEL  
RECURSO AGUA.**

*Víctor Hugo Ramírez Vargas*  
*Juan José Díaz Nigenda*  
Comisión Nacional del Agua

**Resumen**

En el presente estudio se determinó la disponibilidad superficial en la cuenca de los ríos Suchiapa y Santo Domingo a nivel mensual. Dicha cuenca evaluada con escurrimientos medios anuales superiores a los 1,000 millones de metros cúbicos, se encuentra catalogada en una zona de disponibilidad de abundancia. Sin embargo, las extracciones se incrementan notablemente en la época seca, en consecuencia, ocurre escasez del vital líquido en dicho período. La extracción más importante se presenta en la confluencia de dichos ríos con aproximadamente 32 millones de metros cúbicos destinada para abastecer la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, aunque es el uso agrícola el que repercute en el período seco. De tal forma, dada la temporalidad de las lluvias, es importante obtener un valor de disponibilidad más confiable para establecer medidas en el control y regulación de su aprovechamiento.

**Introducción**

La conservación de los recursos naturales es de suma importancia para lograr el desarrollo sostenido de una región, de tal forma que el conocimiento de la cantidad y calidad de los mismos es indispensable en la planeación de su aprovechamiento actual y futuro. El crecimiento de las ciudades y con ello, el aumento de las actividades económicas y demandas de servicios, dan al aprovechamiento del agua un valor incuestionable para la supervivencia de los mismos. Con la finalidad de administrar el uso del recurso agua, su asignación o concesión requiere de un conocimiento previo de su disponibilidad en la cuenca de estudio.

En este sentido, la Comisión Nacional del Agua es la autoridad normativa que regula el uso, explotación y aprovechamiento de los recursos hidráulicos. La metodología formulada para la elaboración de balances hidráulicos plantea análisis a nivel anual, sin embargo, existen algunas cuencas en nuestro país, que a pesar de contar con gran disponibilidad del recurso a nivel anual, los marcados períodos de estiaje y lluvias, así como la variabilidad en la demanda vuelven crítico el aprovechamiento del recurso, por lo que un análisis a nivel mensual permitirá adoptar medidas oportunas para el control de su aprovechamiento. Con este estudio se pretende 1) conocer a través de registros

hidrométricos, climatológicos y demandas consuntivas, la variación de la disponibilidad mensual en la cuenca de los ríos Suchiapa y Santo Domingo, 2) clasificar las cuencas en cuanto a sus datos de disponibilidad y 3) determinar los períodos bajo los cuales se presentan deficiencias

### Características generales de la zona

En este trabajo se analiza el comportamiento de la disponibilidad estacional para las cuencas de los ríos Suchiapa y Santo Domingo, los cuales son fuente de abastecimiento principal para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Dichas cuencas forman parte de la región administrativa XI Frontera Sur que se localiza al sureste de la República Mexicana. Su ubicación en el trópico húmedo, sus condiciones climáticas, la afluencia de vientos del Golfo de México, la vegetación, las características topográficas y el ecosistema en general, propician condiciones óptimas para la incidencia de altas precipitaciones pluviales en la mayor parte del año, sin embargo, ésta presenta fuertes variaciones en tiempo y espacio. La cuenca se localiza en la porción suroeste del estado de Chiapas, geográficamente está ubicada entre los paralelos 15° 53' a 93° 43' al oeste del meridiano de Greenwich. Su área total hasta su confluencia con el río Grijalva es de 4,007 Km<sup>2</sup>. Fisiográficamente se caracteriza por sus sierras abruptas y alargadas; las mayores elevaciones se encuentran en el cerro Tres Picos situado al noreste de Tonalá en las subprovincias sierras plegadas y sierra de suroeste aparece una pequeña porción de la planicie costera.

En el Cuadro 1, se muestran los valores medios anuales de las variables climáticas de las estaciones consideradas en el estudio, mismos que fueron calculados para un período de 20 años.

**Cuadro 1.** Datos climatológicos (CNA, 1994).

ESTACION	Precipitación Media Anual (mm)	Temperatura Media Anual (°C)	Evaporación Media Anual (mm)
Melchor Ocampo	912.02	24.09	1,395.25
La Escalera	960.64	26.16	2,028.12
Tuxtla Gutiérrez	882.86	25.69	1,949.44
Tonalá	1,622.84	28.44	2,087.15
Portaceli	1,138.59	23.18	1,579.19
El Boquerón	886.33	25.31	1,778.11
Villaflores	1,136.47	24.21	1,801.19
Puente Colgante	908.61	26.62	2,000.11
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,056.05</b>	<b>25.46</b>	<b>1,827.32</b>

El clima de acuerdo al método de Köppen es cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano y muy bajo porcentaje de lluvia invernal, presenta canícula en su mayor parte, poca oscilación térmica. Estos

resultados muestran claramente que en los meses de estiaje, principalmente en el período diciembre – marzo, las precipitaciones son casi nulas, observándose que el período de deficiencias abarca desde octubre hasta marzo.

## Descripción hidrográfica

El río Suchiapa, nace en las inmediaciones de la Sierra Madre de Chiapas a unos 2,600 m de altitud; la longitud del cauce principal hasta su unión con el río Santo Domingo es de 76 km. Esta corriente se afora en la estación hidrométrica El Boquerón, situada a 8 Km. aguas arriba de la población de Suchiapa (CNA, 1994).

El río Santo Domingo, nace también en la Sierra Madre de Chiapas a una altitud aproximada de 1000 m.s.n.m. Se afora en la estación hidrométrica La Escalera que se encuentra a 5 Km aguas arriba de la colonia Julián Grajales.



**Figura 1.** Cuenca de los ríos Suchiapa y Santo Domingo.

El área total de la cuenca de captación es de 4,007 Km<sup>2</sup>, de esta superficie el 44% le corresponde a la cuenca del río Suchiapa, a la cuenca del río Santo Domingo le corresponde el 46%, mientras que a la porción comprendida entre la confluencia de estos ríos le corresponde el 10% restante.

## Escurrecimientos y usos consuntivos

En el Cuadro 2 se tienen los escurrecimientos medios anuales de los ríos Suchiapa y Santo Domingo, registrados en las estaciones El Boquerón y La Escalera respectivamente. El escurrecimiento medio anual es superior a los 1,100 millones de metros cúbicos. En el Cuadro 3, se tienen los volúmenes de extracción para satisfacer las necesidades en cada

subcuenca seleccionada en el estudio. Se estima que los usos ascienden a 61 millones de metros cúbicos.

**Cuadro 2.** Esguerrimiento medio mensual.

MES	VOLUMEN MEDIO MENSUAL ( Millones de metros cúbicos )		
	RIO SUCHIAPA	RIO SANTO DOMINGO	CONFLUEN- CIA
Enero	11.79	10.25	2.54
Febrero	8.33	6.05	2.20
Marzo	7.37	4.83	1.97
Abril	5.83	3.39	1.94
Mayo	7.38	5.93	2.48
Junio	39.94	33.42	6.24
Julio	80.27	80.62	10.37
Agosto	87.78	88.5	24.13
Septiembre	129.03	162.2	22.43
Octubre	82.12	86.89	8.32
Noviembre	27.91	36.25	7.22
Diciembre	16.01	16.47	5.02
<b>TOTAL</b>	<b>503.76</b>	<b>534.80</b>	<b>94.86</b>

*Fuente: Registros Hidrométricos. Gerencia Regional Frontera Sur*

**Cuadro 3.** Usos consuntivos en la cuenca Suchiapa-Santo Domingo  
(en metros cúbicos).

SUBCUENCA	USO CONSUNTIVO			TOTAL
	PUBLICO	AGRICOLA	PECUARIO	
Regadera	358,778	2,676,427	97,643	3,132,847
Tablón	279,241	2,879,679	50,195	3,209,115
Suchiapa	537,644	1,476,571	51,308	2,065,524
Sto Domingo	337,144	5,104,011	11,534	5,452,690
Amates	877,669	770,877	14,015	1,662,561
Pando	569,142	464,976	175,108	1,209,226
Playón	846,111	3,997,069	474,747	5,317,928
Confluencia	34,848,655	4,528,857	48,672	39,426,184
<b>TOTAL</b>	<b>38,654,384</b>	<b>21,898,468</b>	<b>923,222</b>	<b>61,476,076</b>

*Fuente: REPDA. Gerencia Regional Frontera Sur.*

## Desarrollo

La metodología se basa en el principio de conservación de masa. Se considera la estimación del escurrimiento por cuenca propia, el escurrimiento de aguas arriba hacia aguas abajo en las cuencas involucradas y posteriormente el cálculo de los volúmenes reservados. La extracción de agua en cualquier punto de la red fluvial, invariablemente afectará la disponibilidad tanto aguas abajo, como aguas arriba: hacia aguas abajo como una reducción de volumen y hacia aguas arriba como un compromiso que reduce la disponibilidad para posibles aprovechamientos futuros. Mediante un balance de entradas y salidas se obtiene el escurrimiento generado en la cuenca misma:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \text{Cambio de volumen almacenado } (\Delta V) = 0 \quad (1)$$

$$Cp + Ar + R + Im - (Ab + Uc + Ev + Ex) = \Delta V = 0 \quad (2)$$

El escurrimiento aguas abajo se calcula con la ecuación siguiente:

$$Cp + Ar + R + Im - (\Delta V + Uc + Ev + Ex) = Ab \quad (3)$$

La determinación de los volúmenes reservados se realiza con las siguientes ecuaciones:

$$\sum Ab + Cp + Im = \text{EskurrimientoTotal}(Et) \quad (4)$$

$$Rab_i = \text{Demanda} * Ab_i / Et \quad (5)$$

$$Rcp = \text{Demanda} * Cp / Et \quad (6)$$

$$Rim = \text{Demanda} * Im / Et \quad (7)$$

Los volúmenes disponibles por cuenca aguas abajo y por cuenca propia se calculan con las ecuaciones 8 y 9 respectivamente:

$$Dxy = Ab_x - R_{xy} \quad (8)$$

$$Dxx = Cp_x - R_{xx} \quad (9)$$

## Resultados y conclusiones

Los resultados indican que para los meses de junio a noviembre la cuenca se define en una zona de "abundancia", de diciembre a febrero la cuenca se encuentra en una situación de "disponibilidad", mientras que de marzo a mayo en "equilibrio", situación en la cual no es recomendable otorgar más concesiones.

Aunque a nivel anual se podría suponer una gran reserva del recurso, su análisis a nivel mensual refleja una situación más precisa de la variabilidad de la disponibilidad.

En la Figura 2 se puede apreciar que existen seis meses en los que la disponibilidad se localiza en su mayor parte abajo de los 10 millones de metros cúbicos y en los seis meses restantes el volumen disponible supera ampliamente dicho valor. Sin embargo, el volumen de agua que escurre en la cuenca difícilmente será aprovechado por la falta de infraestructura que permita su almacenamiento.

También puede observarse que en la subcuenca Pando, de no regularse las futuras concesiones, puede romperse el estado de equilibrio que guarda la disponibilidad de agua en cuatro meses del año.

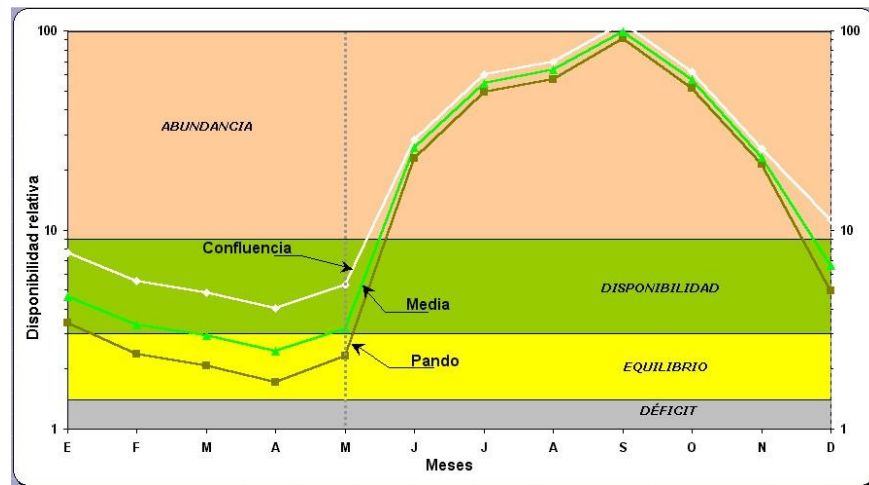


Figura 2. Disponibilidad relativa en la cuenca del río Suchiapa – Santo Domingo

## Referencias

Comisión Nacional del Agua. 1998. *Estimación de la disponibilidad hídrica en cuencas*. Gerencia de Planeación Hidráulica. Subdirección General de Programación. México, D. F.

Comisión Nacional del Agua. 1994. *Río Santo Domingo, Chiapas. Estudio de Disponibilidad*. Subgerencia de Administración del Agua. Gerencia Regional del Sureste.

Ramírez V., V. H., y Dela Cruz G., M. C. *Automatización de la estimación de la disponibilidad superficial para diferentes unidades de gestión*. Memorias del XV Congreso Nacional de Hidráulica. Oaxaca, México, octubre de 1998. (pp. 1055-1060).

Rodríguez H., R. *Balances hidráulicos como un elemento fundamental para el estudio de la disponibilidad del agua*. Memorias del XV Congreso Nacional de Hidráulica. Oaxaca, México, octubre de 1998. (pp. 1083-1088).