

***Actualización de la disponibilidad media anual  
de agua en el acuífero Briseñas-Yurécuaro  
(1609), Estado de Michoacán***

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación  
20 de abril de 2015*

## Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

DXXIII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
<b>ESTADO DE MICHOACÁN</b>							
1609	BRISEÑAS-YURÉCUARO	114.0	2.0	136.850745	144.8	0.000000	-24.850745

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

**ACUIFERO 1609 BRISEÑAS-YURECUARO**

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	16	27.4	20	20	21.8	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	102	6	47.9	20	22	49.1	
3	102	6	55.0	20	18	13.0	
4	102	11	25.0	20	14	14.0	
5	102	18	27.0	20	14	17.0	
6	102	20	18.0	20	10	45.0	
7	102	22	18.0	20	12	44.0	
8	102	23	53.0	20	13	12.0	
9	102	25	43.3	20	11	2.3	
10	102	26	0.4	20	11	15.2	
11	102	26	19.1	20	11	11.3	
12	102	27	12.6	20	11	46.1	
13	102	28	32.7	20	13	9.2	
14	102	30	2.7	20	13	19.8	
15	102	31	52.7	20	14	34.6	
16	102	32	20.1	20	14	37.3	
17	102	32	28.7	20	14	41.6	
18	102	33	38.3	20	14	51.1	
19	102	34	0.7	20	15	17.4	
20	102	34	28.2	20	15	24.3	
21	102	36	33.4	20	14	52.6	
22	102	37	0.0	20	14	50.2	DEL 22 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	102	16	27.4	20	20	21.8	



***Comisión Nacional del Agua***

***Subdirección General Técnica***

***Gerencia de Aguas Subterráneas***

***Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica***

***DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD  
DE AGUA EN EL ACUÍFERO  
BRISEÑAS-YURÉCUARO,  
ESTADO DE MICHOACÁN***

México, D.F., 30 de abril de 2002

## ACUÍFERO BRISEÑAS–YURÉCUARO

### 1. GENERALIDADES.

#### 1.1. LOCALIZACIÓN.

##### 1.1.1. Coordenadas.

La zona se localiza al noroeste del estado de Michoacán en la colindancia con el estado de Jalisco, abarca una superficie de 593.45 km<sup>2</sup>.

El área se encuentra comunicada por la carretera federal No. 90 que une la población de La Piedad Cabadas con Guadalajara pasando por los poblados de Yurécuaro, Briseñas y la Barca; existen también varios caminos de terracería que solo son transitables en época de estiaje.

La zona en cuestión es atravesada por la autopista México-Guadalajara y por la vía férrea de Zamora-Guadalajara misma que pasa por las localidades de Yurécuaro y Ocotlán.

#### COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA ACUÍFERA “ BRISEÑAS-YURÉCUARO”, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	37	1.2	20	14	49.2	Del 1 al 2 por el límite estatal
2	102	17	31.2	20	20	38.4	
3	102	18	39.6	20	17	52.8	
4	102	33	39.6	20	14	49.2	
1	102	37	1.2	20	14	49.2	

##### 1.1.2. Municipios.

Este acuífero está conformado por los municipios de Briseñas, Yurecuaro, Tanhuato, Vista Hermosa, La Piedad e Ixtlán.

#### PARTICIPACIÓN MUNICIPAL EN EL ACUIFERO BRISEÑAS-YURECUARO

CLAVE	MUNICIPIO	% PARTICIPACION
011	BRISEÑAS	35
042	IXTLAN	13
069	LA PIEDAD	10
086	TANHUATO	90
105	VISTA HERMOSA	90
106	YURECUARO	97

### 1.1.2. Población.

Los principales centros de población localizados en el área de estudio son:

CLAVE	MUNICIPIO	POBLACION No. DE HAB.
011	BRISEÑAS	10,275
086	TANHUATO	14,713
105	VISTA HERMOSA	19,475
106	YURECUARO	27,895

Las poblaciones de mayor importancia en la zona, son: Briseñas, Ixtlán, La Piedad, Tanhuato, Vista Hermosa y Yurécuaro.

## 1.2. SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUÍFERO.

### 1.2.1.- Decretos de Veda.

El 11 de febrero de 1956, se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupa la ranchería El Salitre, en el Estado de Michoacán. Además el 20 de octubre de 1987 por decreto se declara de interés público, la conservación de los mantos acuíferos y el aprovechamiento de las aguas del subsuelo para todos los municipios del Estado de Michoacán que no fueron considerados en los decretos anteriormente publicados. Ambos decretos establecen vedas, que de acuerdo a sus características, permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros, por lo cual se clasifican como vedas de control.

### 1.2.2.- Zonas de Disponibilidad de Acuerdo a la Ley Federal de Derechos Vigentes.

MUNICIPIO		
CLAVE	NOMBRE	ZONA DE DISPONIBILIDAD
011	BRISEÑAS	1
042	IXTLAN	1
069	LA PIEDAD	1
086	TANHUATO	1
105	VISTA HERMOSA	1
106	YURECUARO	1

### 1.2.3. Organización de Usuarios.

Dentro de la zona de estudio los usuarios del agua subterránea, no están organizados bajo ninguna figura asociativa.

#### **1.2.4. Distritos y Unidades de Riego.**

Dentro de la zona de estudio se encuentran los Módulos Nos. III Yurécuaro y IV Vista Hermosa, que pertenecen al Distrito de Riego No. 087 Rosario-Mezquite.

#### **1.2.5. Usuarios Mayores de Agua Subterránea.**

Los principales usuarios del agua subterránea en este acuífero son productores Agrícolas del Valle de Briseñas-Yurécuaro, en segundo término se encuentran los organismos operadores y comités de agua potable, el tercer lugar lo ocupa el uso de servicios y otros.-

## **2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.**

De la Actualización del Estudio Geohidrológico de algunas porciones de la Cuenca del Río Lerma, realizada por CIEPS CONSULTORES, S.A. DE C.V., 1992, se resume lo siguiente:

Se calculó una extracción de agua subterránea a través de pozos para 1992, resultando del orden de  $89 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

De los planos de elevación del nivel estático para marzo de 1979 y 1989, el Valle de Yurécuaro mostraba salidas horizontales por flujo subterráneo hacia el Valle de Pajacuarán; sin embargo debido al incremento de la extracción en el Valle de Yurécuaro, los gradientes hidráulicos se han invertido; la elevación del nivel estático para marzo de 1992, se aprecia que el valle ya no tiene salidas mediante el flujo subterráneo.

Los balances de agua subterránea realizados para el período de marzo 1979 a marzo 1992, arrojó los siguientes resultados analizados:

Entradas horizontales (Eh)	=	10'816,897 m <sup>3</sup> .
Salidas horizontales (Sh)	=	1'024,920 m <sup>3</sup>
Salidas de bombeo (B)	=	86'594,960 m <sup>3</sup>
Cambio de almacenamiento	=	343'265,480 m <sup>3</sup>
Coefficiente de almacenamiento (S)	=	0.01
Área de balance	=	289'805,782 m <sup>2</sup>

Con lo que se obtuvo una recarga vertical de  $75'769,432 \text{ m}^3/\text{año}$ , en tanto que la recarga total fue de  $86'586,329 \text{ m}^3/\text{año}$ .

Ahora considerando un área de balance de  $290 \times 10^6 \text{ m}^2$  con un espesor de acuífero balanceado de 150 m. y un coeficiente de almacenamiento de 0.01, la capacidad de almacenamiento del acuífero es de  $435 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Finalmente, se estableció bajo el amparo anterior, una sobreexplotación de 32.7 lps a costa del almacenamiento

### **3. FISIAGRÁFICA.**

#### **3.1. PROVINCIA FISIAGRÁFICA.**

El área de estudio se ubica fisiográficamente en la porción centro oriental de la provincia denominada por Ordóñez como Meseta Central. Raisz la llama Meseta Neovolcánica y otros autores la nombran como eje Neovolcánico. Mooser la ha denominado como Faja Volcánica Transmexicana (FVT).

La Faja Volcánica Transmexicana se caracteriza por presentar grandes aparatos volcánicos de tipo basáltico y andesítico asociado con tobas y cenizas volcánicas; otra característica de esta provincia es la presencia de grandes lagos, que junto con los aparatos volcánicos tienen la orientación y distribución que están situados en fosas tectónicas.

En el área se observan mesetas de laderas escarpadas con desarrollo de cañadas y llanuras.

Las principales formas que se observan en este valle son de tipo constructivo y son resultado de la acción de los procesos endógenos que originan formas tectónicas de las que sobresalen las de origen magmático, representadas en el área por una serie de volcanes distribuidos en toda el área y algunos derrames con aspecto de mesetas.

En la zona se ha desarrollado una intensa actividad volcánica dando origen a una serie de volcanes y derrames lávicos, sobre los cuales se ha desarrollado un sistema de drenaje principalmente de tipo radial cuyas aguas y los sedimentos por ella transportados, son descargados a la Ciénega de Chapala. En general todas las corrientes son intermitentes.

(Extraído del “Actualización Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, Informe Final, Volumen I-Texto, CIEPS Consultores, S. A. de C. V., 1992; Pag. 25, 26 y 27).

#### **3.2. CLIMA.**

La cuenca del Río Lerma comprende parte de cinco estados por lo que debido a su gran extensión, durante el trayecto de este pasa por diferentes valles, para el presente trabajo nos ocupa el Valle de Yurécuaro.

El clima que caracteriza la región de acuerdo a la clasificación de Koppen y modificada por Enriqueta García, para adaptarla a las condiciones climáticas de la República Mexicana, es del tipo:

**(A) C(W<sub>o</sub>) (w).**- Pertenece a un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, en donde la precipitación del mes más seco es menor de 60 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor a 5 mm.; es el subtipo menos húmedo de los semicalidos subhúmedos. Es el clima que se presenta en la mayor parte del valle.

(Extraído del “Actualización Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, Informe Final, Volumen I-Texto, CIEPS Consultores, S. A. de C. V., Pags. 17 y 24, 1992).

### **3.2.1. Temperatura.**

La temperatura es el subtipo menos húmedo de los semicálidos subhúmedos y se presenta en las partes bajas del valle; La temperatura media anual es de 20.05° C, siendo enero el mes más frío con 16.20° C en promedio y mayo el más caluroso con 23.50° C en promedio (período considerado 1971-1988).

### **3.2.2. Precipitación Media Anual.**

La precipitación media anual presente en la zona de estudio durante el período 1981-1990, fue del orden de los 796.08 mm, siendo la precipitación del mes más seco menor a 60 mm y el porcentaje de lluvias invernales menor a 5 mm.

### **3.2.3. Evapotranspiración Potencial Media Anual.**

La evaporación media mensual observa dos períodos: el primero abarca los meses de febrero hasta julio, donde las evaporaciones son mayores de 150 mm; el mes con mayor evaporación fue mayo con 221.43 mm; el segundo período comprende de julio a enero con evaporaciones menores de 140 mm, presentándose los valores más bajos en el mes de enero con 104 mm (período 1981-1990)

## **3.3. HIDROGRAFÍA.**

3.3.1. REGIÓN HIDROLÓGICA	R-12 RÍO LERMA
3.3.2. CUENCA	RÍO LERMA-CHAPALA
3.3.3. SUBCUENCA	RÍO BRISEÑAS

### **3.3.5. Infraestructura Hidráulica.**

Dentro del área de estudio se encuentra la Presa Gonzalo.

## **3.4. GEOMORFOLOGÍA.**

Geomorfológicamente el área muestra la acción de los agentes modeladores del relieve, estos son: procesos magmáticos tectónicos, erosivos y de relleno, están representados por las manifestaciones volcánicas existentes y que han sido vertidas desde el Oligoceno a través de las fracturas y fallas que sucedieron al levantamiento y plegamiento del terreno mexicano.

En la zona se considera que ha existido un continuo rejuvenecimiento geomorfológico que permite determinar áreas con diferentes grados de erosión.

El área de estudio se encuentra limitada hacia el norte, este y oeste por estructuras volcánicas que forman mesetas y conos, los cuales alcanzan elevaciones alrededor de 2,000 msnm.

La red fluvial ha desarrollado en los cerros un sistema de corrientes de tipo radial cóncavo, controlado por esta estructura y de tipo radial reticular.

El drenaje dendrítico paralelo se presenta en la parte norte de la zona de estudio y está representada por arroyos intermitentes.

## **4. GEOLOGÍA.**

### **4.1. ESTRATIGRAFÍA.**

Las rocas que afloran el área de estudio corresponden a unidades ígneas y sedimentarias, cuyas edades van del Mioceno a Reciente.

A continuación se describen las características litológicas, estructurales y físicas de las unidades, partiendo de las más antiguas a la más reciente.

#### **Tobas ácidas Tom (Ta).**

Secuencia constituida principalmente por ignimbrita riolítica, riolita, toba lítica y riolítica. Presenta estructura esferulítica y fluidal, con fracturas que originan lajas. El color característico de estas rocas es rosado con tonalidades beige claro. Esta unidad sobreyace en discordancia a rocas sedimentarias intrusivas ácidas del Cretácico y subyace a rocas volcánicas básicas del Plioceno-Cuaternario, constituye el basamento del área.

La morfología típica es de sierras altas, con laderas de pendiente abrupta. Por las características litológicas que presenta, su permeabilidad es nula.

#### **Basaltos Tpt-Q (B)**

Unidad constituida principalmente por basalto, basalto andesítico y en ocasiones andesita basáltica, presenta estructura vesicular, amigdaloides y compacta, esta unidad muestra fallamiento de tipo normal escalonado. Se encuentra cubriendo a rocas sedimentarias e ígneas intrusivas del Cretácico y a rocas volcánicas ácidas del Oligoceno-Mioceno y subyace a depósitos clásticos del Cuaternario. De acuerdo de Demant (1978), se le asigna una edad del Plioceno-Cuaternario.

Esta unidad aflora al norte del área de estudio, se caracteriza por presentar formas de derrames lávicos, cascadas lávicas y conos volcánicos.

Presenta un mayor fracturamiento en sus estructuras con una dirección E-W y NW-SE, principalmente.

Actúa como zona de escurrimiento y en algunas partes como zona de recarga. La permeabilidad por fracturamiento es alta, pudiendo constituir acuíferos de potencialidad alta a media.

### **Limos-arenas Ts (Im-ar)**

Esta unidad se forma por diatomita, con intercalaciones de ceniza volcánica, toba vítrea ácida vulcaclástica, arenisca de grano fino y arcilla, corresponde a facies lacustres.

Presenta la siguiente secuencia: en la parte superior se forma por depósitos mal consolidados de areniscas con fragmentos de roca volcánica, subyaciendo se encuentra un paquete aproximado de 3 m. de espesor de diatomita con intercalaciones de cenizas volcánicas, toba ácida y arcilla; por último, un depósito de bentonita de color gris verdoso. La unidad descansa sobre rocas volcánicas ácidas del Oligoceno-Mioceno y subyace a rocas volcánicas básicas del Plioceno-Cuaternario y a depósitos clásticos del Cuaternario; forma parte de la evolución del Graben de Chapala.

El rango estratigráfico de esta unidad varía del Mioceno al Plioceno, quedando incluida dentro del Terciario Superior, forma lomeríos de laderas tendidas.

Por las características litológicas presentes en la unidad, son de permeabilidad baja.

### **Aluvión Q (al)**

Unidad dendrítica no consolidada, constituida por grava, arena, limo y arcillas, éstas presentan diversa composición y grado de redondez. En ocasiones los dentritos son de rocas de composición básica.

Morfológicamente se encuentra formando abanicos y planicies aluviales, rellenando los valles, distribuido indistintamente en el área.

Por la naturaleza de sus componentes, presenta buena permeabilidad, por lo que funciona como zona de recarga, en el subsuelo actúa como acuífero libre.

(Extraído de “Actualización del Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, Informe Final, Volumen I-Texto, CIEPS Consultores, S. A. de C.V., 1992; Pags. 43 y 44).

## **4.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.**

Con respecto a la geología estructural, el área presenta tres direcciones estructurales principales (Garduño, et. Al.), los cuales se relacionan a continuación:

1.- Fallamiento tipo lateral izquierdo con una edad del Mioceno tardío el cual puede indicar el inicio del graben de Chapala, permitiendo el depósito de los sedimentos lacustres y la formación del primer fracturamiento en las rocas basálticas y andesíticas.

2.- Fallamiento transtensional izquierdo, el cual afecta a los sedimentos del reciente.

3.- Fallamiento tipo normal en el cual se constituye formalmente el graben.

(Extraído de Actualización del Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, Informe Final, Volumen I-Texto, CIEPS Consultores, S. A. de C. V., Pag. 31, 1992).

## **5. HIDROGEOLOGIA.**

### **5.1. TIPO DE ACUIFERO.**

Atendiendo el marco físico definido por el modelo geológico, se puede establecer la presencia de un grueso paquete de materiales granulares cuyos espesores alcanzan los 100 m y descansan sobre materiales con diferente comportamiento hidrogeológico; así como de los materiales granulares finos a los que se les asigna una permeabilidad de baja a moderada.

La potencia que en espesor llega a presentar la unidad granular obedece a la serie de escalonamientos a que fue sujeta la región. Por lo anterior, a excepción de los sedimentos no consolidados, todas las demás unidades litológicas se muestran afectadas por el tectonismo, evento reflejado en forma de fallas y fracturas, esto le imprime a las unidades un aumento considerable en la permeabilidad de las rocas; el basamento de la secuencia descrita se constituye por tobos y derrames de composición riolítica que funcionan como barrera horizontal a las unidades.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las unidades con mayor potencial son los depósitos granulares y rocas fracturadas, las primeras por su porosidad y consecuente permeabilidad y las segundas debido a la intensidad y frecuencia del fracturamiento y estructuras regionales que las afectan; el resto de las unidades constituyen límites impermeables tanto en sentido vertical como horizontal.

Los depósitos granulares por su génesis, regularmente exhiben marcada heterogeneidad lateral y vertical, encontrando horizontes arcillosos en la secuencia, originando con ello paquetes de permeabilidad variable, en diferentes espesores y continuidad lateral subterránea dando lugar a acuíferos principalmente de tipo semiconfinado.

Los valles exhiben áreas extensas a las lluvias, si embargo, el orden de magnitud de las precipitaciones son menores aunado a la presencia de horizontes impermeables (arcillas) dentro de la secuencia granular, dificultando con ello la recarga a los acuíferos de forma inmediata, como pudiera pensarse, pues buena parte del agua escurre y otra es evapotranspirada.

(Extraído de “Actualización del Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, Informe Final, Volumen I-Texto, CIEPS Consultores, S. A. de C. V., 1992; Pags. 96, 97 y 135).

### **5.2. PARAMETROS HIDRAULICOS.**

#### **PRUEBAS DE BOMBEO.**

Se realizaron 5 pruebas de bombeo en el área de estudio con la finalidad de conocer la capacidad que tiene el acuífero para almacenar y transmitir el agua. Para determinar la transmisividad del acuífero se recurrió a la interpretación de pruebas de bombeo, valiéndose del método de Jacob para las pruebas realizadas.

Los valores de transmisividad obtenidos, para cada pozo en etapa de abatimiento y de recuperación se muestran en la siguiente tabla.

**RESULTADOS DE PRUEBAS DE BOMBEO**

No. DE POZO	TRANSMISIVIDAD						GASTO	PROF. TOTAL	N.E.	N.D.	ABAT. TOTAL	GASTO (Qe)
	ABATIMIENTO		RECUPERACION		PROMEDIO							
	M2/día	(10 <sup>-3</sup> ) m2/seg	M2/día	(10 <sup>-3</sup> ) m2/día	M2/día	(10 <sup>-3</sup> ) m2/día						
							LPS	(m)	(m)	(m)		LPS/m
429	84.42	1.03	72.1	0.83	78.26	0.93	34.5	190	7.20	34.60	27.4	1.25
346	61.24	0.71	178.2	2.06	119.72	1.39	62	163	47.50	53.10	5.6	11.07
298	168.44	1.95	238.4	2.76	203.4	2.36	49	170	11.08	24.42	13.34	3.67
6	243.8	2.82	316.2	3.66	280	3.62	37	120	12.54	22.68	10.14	3.65
373	152.03	1.76	144.3	1.67	148.2	1.72	25	110	15.23	24.73	9.5	2.63

Los valores de transmisividad que se obtuvieron, fueron el resultado de la evolución de los niveles registrados, estas transmisividades se calificaron como bajas a medias.

Con base a la ubicación de los pozos las menores transmisividades se presentan en las partes altas del valle (pozo No. 346 en el poblado Higueras), aumentando hacia la parte central, oriente y occidente del área de estudio (poblado La Barca); las transmisividades obtenidas en esta última se consideran representativas de los pozos que se explotan las formaciones lacustres.

Analizando los caudales de los pozos se observa que los mayores se presentan en la parte norte del valle y los menores en la parte central, esto debido a que en esta zona se presenta la mayor concentración de pozos, por lo que se produce una interferencia entre los diversos conos de abatimiento.

Considerando que el acuífero se comporta de libre a semiconfinado en rocas ígneas fracturadas y en materiales granulares, respectivamente, por lo cual se asignó un valor teórico del coeficiente de almacenamiento del orden de 0.01.

(Extraído de “Actualización del Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, Informe Final, Volumen I-Texto, CIEPS Consultores, S. A. de C. V., 1992; Pag. 135 y 136).

**5.3. PIEZOMETRIA.**

Clave	Elevación de brocal (msnm)	Profundidad nivel estático (m)	Elevación nivel estático (msnm)
P-25	1532.386	22.50	1509.886
P-28	1554.959	*50.00	1504.959
P-31	1570.036	45.036	1525.0
P-34	1564.926	36.00	1528.926
P-41	1534.913	16.55	1518.363
P-43	1542.597	25.05	1517.547
P-47	1530.232	5.10	1525.132
P-162	1527.602	5.2	1522.402
P-171	1534.50	9.04	1525.46
P-172	1533.49	10.5	1522.99

P-173	1534.13	12.05	1522.08
P-174	1533.30	11.70	1521.60
P-175	1532.68	*26.3	*1506.38
P-176	1534.12	11.35	1522.77
P-179	1536.56	13.5	1523.06
P-180	1534.51	10.05	1524.46
P-182	1534.810	9.6	1525.21
P-183	1535.226	18.15	1517.076
P-184	1535.420	13.87	1521.55
P-185	1536.35	17.2	1519.15
P-186	1537.020	15.91	1521.110
P-192	1534.530	11.1	1523.43
N-197	1551.867	14.21	1537.657
P-199	1544.836	6.95	1537.886
P-204	1544.623	9.5	1535.123
P-228	1537.496	17.8	1519.696
P-232	1534.339	7.86	1526.479
P-238	1536.53	*20.8	*1515.73
P-239	1534.96	*30.4	*1504.56
P-259	1530.020	14.6	1515.42
P-262	1535.194	*21.36	*1513.834
P-258	1531.280	11.75	1519.53
P-278	1529.037	12.02	1517.017
P-280	1536.200	*19.45	*1516.75
P-287	1536.202	*19.30	*1516.902
P-293	1551.252	9.5	1541.752
P-298	1538.856	*14.1	*1524.756
P-299	1538.230	*17.25	*1520.98
P-320	1533.483	13.50	1519.983
P-321	1533.924	12.75	1521.174
P-325	1526.853	4.9	1521.953

\*Nivel Dinámico

Los resultados anteriores corresponden a datos reportados en la “Actualización del Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma”, realizado por la Empresa CIEPS CONSULTORES, S.A. DE C.V., durante el mes de marzo del año de 1992 (época de estiaje).

## 5.4. COMPORTAMIENTO HIDRAULICO.

### 5.4.1. Profundidad al Nivel Estático.

Del análisis de las profundidades al nivel estático en el acuífero, se observa que en la porción central del valle, se tienen valores promedio a los 10 m, mientras que en las zonas de pie de monte y serranías se presentan valores superiores a los 20 m. Por otro lado, se ha detectado conos

de abatimiento local, esto ocurre en las inmediaciones del Cerro Gonzalo y de la localidad de Vista Hermosa.

#### **5.4.2. Elevación del Nivel Estático.**

Analizando la elevación del nivel estático registrado en los aprovechamientos de la zona, se puede deducir que el movimiento del agua sigue marcadamente la trayectoria del Río Lerma, partiendo de Monteleón, cruzando Yurécuaro hacia Villa Nueva, el movimiento que se origina es de este-oeste.

#### **5.4.3. Evolución del Nivel Estático.**

Después del último recorrido piezométrico realizado en el año de 1992, como parte de los trabajos ejecutados para la Actualización del Estudio Geohidrológico de Algunas Porciones de la Cuenca del Río Lerma; esta zona ha sido poco estudiada, por lo que la información es escasa y sólo se puede contar con pocos datos de campo, los cuales resultan insuficientes para establecer de manera precisa la evolución piezométrica que ha ocurrido desde 1992.

### **5.5. HIDROGEOQUIMICA Y CALIDAD DE AGUA SUBTERRANEA.**

Utilizando el método de Piper, se calculó el porcentaje en que se encuentra cada anión con respecto al total de ellos e igualmente para cada cation respecto al total de los cationes, obteniéndose que prácticamente toda el agua de la zona es de composición sódica-bicarbonatada, debido a la combinación de los siguientes factores:

- a).- En el agua de lluvia predominan los iones de sodio y bicarbonato.
- b).- Los materiales granulares que rellenan el valle, son producto de la erosión de rocas ígneas que contienen, feldespatos sódicos y cálcicos, los cuales son atacados por el agua.
- c).- las arcillas producen intercambio iónico, donde el calcio es capturado por la arcilla y el sodio liberado en el agua.

### **6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA.**

Dentro de la zona de estudio se tienen identificadas dos zonas, las cuales presentan condiciones similares respecto al grado de explotación de los recursos hidráulicos subterráneos, correspondiendo a la porción del acuífero que padece el más grave estado de sobreexplotación, provocado por la alta densidad de aprovechamientos, los cuales generan la formación de conos de abatimiento. Su localización es señalada por las coordenadas geográficas que a continuación se relacionan:

VERTICE	REFERENCIA	LAT. N	LONG. W
<b>AREA No.1.- ZONA DE MAYOR EXPLOTACION DE APROVECHAMIENTOS SUBTERRANEOS.</b>			
1	PASO DE HIDALGO (RIO LERMA, A 2.5 km AL	26° 16' 35"	102° 33' 50"

	ESTE DE PASO DE HIDALGO)		
SOBRE EL RIO LERMA Y EN SENTIDO CONTRARIO A LA CORRIENTE DESDE PASO DE HIDALGO HASTA LA ESTACION DE NEGRETE			
2	ESTACION DE NEGRETE (A 1.6 km AL NORTE DE LA ESTACION DE NEGRETE)	20° 19' 22"	102° 28' 59"
3	SAN CRISTOBAL (RIO DUERO)	20° 11' 04"	102° 25' 41"
SOBRE EL RIO DUERO Y EN SENTIDO DE LA CORRIENTE DESDE SAN CRISTOBAL HASTA EL CAPULIN			
4	EL CAPULIN (RIO DUERO)	20° 13' 22"	102° 29' 26"
<b>AREA No. 2.- ZONA DE MAYOR EXPLOTACION DE APROVECHAMIENTOS SUBTERRANEOS.</b>			
1	LOS PILARES (RIO DUERO)	20° 19' 38"	102° 21' 58"
SOBRE EL RIO LERMA Y EN SENTIDO CONTRARIO A LA CORRIENTE DESDE LOS PILARES HASTA EL SALTO			
2	EL SALTO (RIO LERMA)	20° 22' 48"	102° 06' 07"
3	CERRO GRANDE	20° 18' 13"	102° 06' 55"
4	LA JOYA (A 800 M. SOBRE TERRACERIA LA JOYA-LOS GUAJES).	20° 16' 16"	102° 08' 50"
5	LOMA LA MANGA (A 1.5 km AL SURESTE DE LOS GUAJES ).	20° 15' 10"	102° 09' 10"
6	CERRO LOS PICACHOS	20° 14' 14"	102° 11' 25"
7	CERRO COLORADO ( 2 km AL ESTE DE CERRO COLORADO)	20° 14' 55"	102° 12' 52
8	TEMPLO LAS CIENEGUITAS	20° 14' 45"	102° 14' 40"
9	CERRITO (A 2.5 km AL SURESTE DE LAS CIENEGUITAS).	20° 13' 41"	102° 15' 26"
10	CERRO AL NORESTE DE SAN J. DE VARGAS.	20° 12' 29"	102° 15' 32"
11	CERRO LA CENIZA	20° 14' 18"	102° 16' 55"
12	CERRO PRIETO	20° 14' 17"	102° 18' 27"
13	CERRO LA CALLE	20° 11' 11"	102° 20' 24"
14	C. LA TROMPETA	20° 12' 44"	102° 22' 18"
14	LOS CHARCOS	20° 16' 18"	102° 25' 09"
15	EL CAMPEÑO	20° 16' 52"	102° 21' 00"

## CENSO DE APROVECHAMIENTOS POR USO Y VOLUMEN EXTRAIDO

Según el historial administrativo de la Subgerencia de Ingeniería se estima que existen aproximadamente 575 aprovechamientos distribuidos de la siguiente forma:

USO	No. DE APROV.	%	VOL. EXTRAIDO (Mm <sup>3</sup> )
AGRICOLA	485	84.35	102.848
PUBLICO URBANO	60	10.43	12.723
SERVICIOS Y	28	4.87	5.938
OTROS			
INDUSTRIAL	2	0.35	0.424
<b>T O T A L :</b>	<b>575</b>	<b>100</b>	<b>121.933</b>

Después de los estudios realizados en el año de 1992, la zona ha sido poco estudiada y el monitoreo piezométrico no se realizó de manera periódica razón por la cual se carece de registros piezométricos actuales.

### 7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS.

#### 7.1. ENTRADAS.

##### 7.1.1. Recarga Natural.

Estas entradas están representadas en parte por la recarga vertical (**Rv**) y el flujo horizontal (**Rfhz**)

Debido a la dificultad técnica que implica calcular la recarga vertical, obtenida de sumar algebraicamente la recarga por los excedentes de riego y la recarga por infiltración proveniente de la lluvia, menos las descargas por evapotranspiración, se optó por dejar esta variable como incógnita en la ecuación de balance.

La magnitud de las **entradas por flujo horizontal** según el último cálculo realizado para el período de marzo de 1989 a marzo de 1992 fueron del orden de 34,753,064 m<sup>3</sup>/día, anualizado tenemos que las entradas horizontales resultan del orden de **12.0 Mm<sup>3</sup>/año**.

##### 7.1.2. Recarga Inducida.

Dentro de estas entradas se consideran las aportaciones que se tienen por los excedentes del agua de riego (**Rrr**), las cuales se determinaron considerando un porcentaje de retorno de acuerdo al tipo de material en las zonas de riego del orden del 4%. En la actualidad existe una superficie de regadío del orden de 8,128.8 Has y se utiliza un volumen de alrededor de 45,017 Mm<sup>3</sup>, provenientes de fuentes superficiales y subterráneas, los cuales generan una recarga por retornos de riego del orden de **2.0 Mm<sup>3</sup>/año**

## 7.2. SALIDAS.

7.2.1. Descargas naturales.- consideradas como salidas del acuífero se consideraron las descargas por manantiales, sumadas tienen una producción de 5.5 lps. Originando una descarga anual del orden de **.102 Mm<sup>3</sup>**.

7.2.2.- Las salidas de este acuífero están dadas principalmente por el bombeo. ya que las salidas horizontales, según el análisis de la historia piezométrica, hidrógrafos y planos de elevación para diferentes épocas del periodo 1979-1992, establecen que el efecto de salidas horizontales dejó de ocurrir hasta marzo de 1991.

El volumen total extraído de marzo de 1979 a marzo de 1989 era del orden de 64,397,915 m<sup>3</sup>/año y de marzo de 1989 a marzo de 1992 de 86,594,690 m<sup>3</sup>/año se estima que en la actualidad se tiene una extracción a través de 575 del orden de **121,933 Mm<sup>3</sup>/año**.

## 7.3. CAMBIO DE ALMACENAMIENTO.

Este factor se determinó a partir de la evolución de los niveles estáticos del agua subterránea, correspondiente a un intervalo de tiempo de 13 años y por ser un acuífero con comportamiento de libre a semiconfinado se le asignó un coeficiente de almacenamiento de 0.01, se determinó un volumen drenado del orden de:

$$V_d = 2.92 \text{ Mm}^3/\text{año}.$$

EVOLUCIÓN	ÁREA km <sup>2</sup>	ABATIMIENTO PROM. (m)	VOLUMEN ANUAL Mm <sup>3</sup>
6-10	474.15	8	3793.2

$$3793.2/13 = 291.78 * 0.01 = 3.00 \text{ Mm}^3.$$

## ECUACIÓN DE BALANCE

$$\text{Cambio de Almacenamiento de la Unidad Hidrogeológica} = \text{Recarga Total (suma de entradas)} - \text{Descarga Total (suma de salidas)}$$

### Entradas

$$(R_{fhz}) = 12.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

$$RV = \text{Incógnita}$$

$$R_{rr} = 2.0 \text{ m}^3/\text{año}$$

## **Salidas**

$$S_b = 121.933 \text{ Mm}^3/\text{año.}$$

$$S_m = 0.102 \text{ Mm}^3/\text{año.}$$

**Por lo tanto, aplicando la ecuación de balance tenemos:**

$$-3.0 = 13.384 + R_v - 122.035$$

$$R_v = 106.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

## **8. DISPONIBILIDAD**

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

$$\begin{array}{rcccl} \text{Disponibilidad media anual} & & & & \text{Volumen anual de agua} \\ \text{de agua subterránea en una} & = & \text{Recarga total} & - & \text{subterránea considerado} \\ \text{unidad hidrogeológica} & & \text{media anual} & - & \text{e inscrito en el REPDA} \\ & & & & \text{Descarga natural} \\ & & & & \text{comprometida} \end{array}$$

### **8.1 Recarga total media anual**

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Briseñas-Yurécuaro es de 121.0 millones de metros cúbicos por año ( $\text{Mm}^3/\text{año}$ ).

### **8.2 Descarga natural comprometida**

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Briseñas-Yurécuaro la descarga natural comprometida es  $2.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

### **8.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA**

En el acuífero Briseñas-Yurécuaro el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de  $132,964,915 \text{ m}^3/\text{año}$ .

#### **8.4 Disponibilidad de aguas subterráneas**

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$\mathbf{-13,964,915 = 121,000,000 - 2,000,000 - 132,964,915}$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Briseñas-Yurécuaro en el Estado de Michoacán

#### **9.- BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS**

- ◆ “ACTUALIZACION DEL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DE ALGUNAS PORCIONES DE LA CUENCA DEL RIO LERMA”, ELABORADO POR CIEPS CONSULTORES, S.A. DE C.V., 1992, BAJO CONTRATO No. SGAA-91-II.
- ◆ ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO LERMA, ENTRE TEMASCALCINGO, MEXICO Y EL LAGO DE CHAPALA, JALISCO”, ELABORADO POR ING. MARIO VEYTIA BARBA, 1977, BAJO CONTRATO GZA-77-21E.