



Guatemala, 17 de abril de 2016 - No. 12



Gota a gota, el futuro se acota

Una mirada a la disponibilidad presente
y futura del agua en Guatemala

PRESENTACIÓN

El fin último de toda sociedad es (o debería ser) asegurar una adecuada calidad de vida a sus integrantes, y para ello es fundamental proporcionarles una suficiente y oportuna dotación de agua (en cantidad y calidad), todo el tiempo, y para siempre; tanto para las generaciones presentes como las futuras, sin descuidar las demandas de agua de los diferentes procesos productivos que dicha sociedad implementa.

Lo anterior demanda una obligada y sensata gestión del agua que debe enfocarse mínimamente en los aspectos siguientes:

1. Asegurar condiciones ambientales mínimas para el mantenimiento del ciclo hidrológico, sobre todo en aquellas regiones estratégicas por su importancia hidrológica.

2. Promover mayor eficiencia en el uso de los recursos hídricos, ya sea como bien de consumo, factor de producción o receptor de desechos.
3. Implementar arreglos institucionales e instrumentos normativos que garanticen una efectiva gobernabilidad del agua, y una amplia y responsable participación de la sociedad en todos los procesos de gestión.

Para ello, es imprescindible contar con información básica sobre la situación actual de los recursos hídricos en el país, especialmente sobre las tendencias de su comportamiento en el corto y mediano plazo.

El Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural

y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar (IARNA-URL) presenta una síntesis de los hallazgos de las investigaciones realizadas sobre la disponibilidad presente y futura de agua en el país. Su propósito es brindar un aporte académico a la sociedad guatemalteca en la actual coyuntura de debate político en torno a la importancia estratégica que tienen los recursos hídricos en la estabilidad socioecológica de Guatemala.

Para conocer los fundamentos teóricos y profundizar en los detalles del proceso metodológico que sustenta el análisis presentado, se puede consultar el documento: "Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala: bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo", el cual se encuentra disponible en el enlace siguiente:

<http://bit.ly/20GpXm9>

1. SITUACIÓN ACTUAL

1.1. Disponibilidad hidrológica

La disponibilidad hidrológica es la cantidad de agua que se encuentra disponible naturalmente en un espacio territorial determinado. Se presenta en función de un volumen naturalmente disponible, y se reporta en términos de disponibilidad hidrológica total y disponibilidad hídrica (cuadro 1).

A través de las tres vertientes hidrográficas de Guatemala se movilizan más de 95 millones de metros cúbicos de agua. La vertiente con mayor disponibilidad hidrológica anual es la del Golfo de México, con 41.4 millones de m³ y 35.0 millones

de m³ a nivel superficial. Luego se encuentra la vertiente del Mar Caribe con 27.3 millones de m³ de agua y 21.8 millones de m³ a nivel superficial (cuadro 2).

Del total de volumen de agua disponible en las vertientes del Mar Caribe y del Golfo de México, el 80% del agua fluye a través de escorrentía superficial, el 3% a nivel subsuperficial y un 17% se almacena en aguas subterráneas. Para la vertiente del océano Pacífico, el 62% fluye a través de escorrentía superficial, el 6% a través de escorrentía subsuperficial, y un 33% se almacena en aguas subterráneas.

Todas las subcuencas presentan una significativa disponibilidad de agua, aunque no es uniforme, con lo cual se evidencia la necesidad de analizar las dinámicas hidrológicas con base en un enfoque territorial, preferentemente a nivel de subcuencas (figura 1).

Las subcuencas con disponibilidad total por debajo de los 200 millones de m³ son: Livingston, Suchicul y Río Hondo. En el rango de 200-300 millones de m³ están las subcuencas: Coatán, Las Pozas y Candelaria, y en el rango de los 300-400 millones de m³ están las subcuencas: Las Cruces, Lago de Atitlán, El Tambor y Pixcayá.

Cuadro 1. Estimación de la disponibilidad presente y futura de agua en Guatemala, a nivel de subcuenca

Cuenca	Subcuenca	Año								
		2015			2020			2050		
		Disponibilidad hidrológica total	Disponibilidad hídrica		Disponibilidad hidrológica total	Disponibilidad hídrica		Disponibilidad hidrológica total	Disponibilidad hídrica	
			Total	Superficial		Total	Superficial		Total	Superficial
(m³/año)	(m³/hab/año)	(m³/hab/año)	(m³/año)	(m³/hab/año)	(m³/hab/año)	(m³/año)	(m³/hab/año)	(m³/hab/año)		
Vertiente hidrográfica del Mar Caribe										
Bahía de Amatique	Livingston	145,292,756.35	54,124.89	44,516.03	128,109,040.95	41,151.88	33,299.45	96,236,849.45	14,737.89	11,330.51
	Puerto Barrios	586,497,962.80	8,940.57	5,658.95	525,026,382.73	6,901.39	4,244.20	378,417,080.00	2,371.43	1,300.22
Cahabón-Polochic-Lago Izabal	Cahabón	4,458,216,253.44	10,038.01	8,285.83	4,051,693,494.06	7,866.47	6,431.15	3,626,023,191.93	3,356.28	2,717.23
	Izabal-Río Dulce	4,120,403,978.40	52,961.17	44,999.47	3,728,928,067.42	41,329.35	34,760.44	2,896,360,416.38	15,304.22	12,455.71
	Polochic	4,167,306,927.73	14,394.54	11,570.61	3,626,478,763.77	10,801.50	8,496.88	2,827,712,181.02	4,015.30	3,081.93
Hondo	Hondo	194,214,224.36	216,505.44	126,051.46	132,572,495.96	127,437.73	67,145.54	66,309,051.19	30,387.95	12,841.59
Mohó	Moho	544,820,955.10	48,667.09	46,962.23	437,431,545.71	33,693.68	32,319.11	338,641,153.92	12,435.47	11,842.89
Mopán	Mopán	1,080,889,005.80	17,973.06	15,610.84	832,542,114.93	11,937.24	10,228.15	468,077,488.01	3,199.63	2,610.20
Motagua	Chuacús-Uyús	853,784,741.25	3,674.27	2,551.62	717,328,625.19	2,661.94	1,786.68	595,857,131.67	1,054.16	694.85
	El Tambor	384,947,308.99	2,849.82	2,102.71	334,393,977.41	2,134.67	1,520.16	271,968,727.74	827.70	574.05
	Grande	998,617,006.23	2,181.94	1,546.48	858,493,063.17	1,617.48	1,115.96	670,571,260.94	602.32	400.86
	Las Vacas	959,705,639.44	496.07	350.02	807,126,300.83	359.75	246.28	693,026,939.84	147.26	99.20
	Motagua alto	799,638,890.53	1,839.90	1,146.81	701,998,501.81	1,392.82	819.92	667,031,797.69	630.94	364.94
	Motagua bajo	2,915,151,512.29	8,923.78	6,562.32	2,562,789,648.21	6,764.84	4,887.32	1,886,712,272.11	2,374.29	1,640.75
	Pixcayá	398,518,910.57	1,006.99	694.23	348,579,501.24	759.52	504.10	310,911,495.08	322.97	208.31
	Suchicul-Belejejá	191,395,099.20	2,690.58	1,866.41	154,050,177.84	1,867.39	1,240.36	141,690,718.66	818.84	540.39
Teculután-Huité	810,471,489.20	9,615.94	6,708.98	691,263,808.99	7,072.20	4,800.44	572,616,243.02	2,792.92	1,828.56	
Sarstún	Sarstún	3,711,624,373.27	73,109.23	66,121.38	3,345,554,858.05	56,824.17	51,140.65	2,708,413,844.17	21,931.28	19,494.60
Vertiente hidrográfica del Golfo de México										
Chixoy	Blanco	434,394,499.00	43,083.39	38,210.83	370,271,460.73	3,358.12	2,513.74	361,867,975.95	1,564.62	1,161.59
	Chixoy	3,218,934,024.08	49,612.91	43,256.87	3,038,863,467.48	16,308.55	13,812.19	2,882,638,122.02	7,375.28	6,226.89
	Copón	1,285,158,067.06	32,279.53	26,997.30	1,235,419,714.61	16,967.10	12,966.02	1,132,540,200.07	7,415.33	5,624.05
	Cubulco	1,782,842,178.61	20,468.82	15,753.22	1,534,597,393.13	5,268.40	3,317.44	1,479,239,876.97	2,421.07	1,489.71
	Icbolay	2,945,257,370.05	20,033.63	17,021.38	2,676,408,105.34	38,875.91	33,639.94	2,438,641,745.91	16,887.30	14,510.52
	Pucal	840,002,677.39	4,718.92	3,262.32	725,137,675.57	1,990.65	1,350.33	654,188,852.47	856.17	572.76
	Salamá	403,023,036.78	7,098.07	4,549.38	320,448,529.45	3,235.40	2,176.57	307,101,620.30	1,478.21	986.60
	San Román	1,751,250,382.97	4,568.81	3,530.95	1,480,123,330.51	31,399.04	27,465.94	1,202,170,574.76	12,158.18	10,422.59
	Tzea	2,218,285,610.79	2,674.22	1,868.64	1,980,502,156.27	24,850.88	20,436.42	1,729,169,766.74	10,343.99	8,353.47
Candelaria	Candelaria	294,792,158.20	1,481,043.54	1,056,277.81	168,789,955.38	731,232.20	448,029.33	77,067,502.72	159,171.03	73,064.49
Cuilco	Cuilco	1,805,607,585.72	3,766.87	2,454.70	1,546,751,293.19	2,782.50	1,745.24	1,497,761,345.61	1,284.52	799.34
Ixcán	Ixcán	3,344,854,331.29	14,832.69	12,791.12	2,874,106,442.68	10,990.12	9,335.31	2,761,372,948.12	5,033.95	4,257.21
La Pasión	Las Cruces	306,334,688.29	17,515.92	16,153.67	226,702,478.73	11,177.63	10,141.82	147,049,274.61	3,456.53	3,042.16
	Las Pozas	250,624,897.24	22,580.11	21,337.54	197,013,219.21	15,305.73	14,336.02	133,870,519.21	4,958.24	4,559.15
	Machaquilá	1,272,399,281.14	26,581.82	22,521.56	1,057,244,718.15	19,045.55	15,879.10	743,868,262.72	6,388.49	5,154.98
	Riachuelo Machaquilá	1,412,496,783.85	45,817.31	43,202.10	1,203,021,268.26	33,649.01	31,536.50	950,476,904.28	12,674.32	11,743.50
	San Juan	597,270,725.79	24,871.42	22,787.16	459,696,813.12	16,506.60	14,919.31	298,591,153.41	5,111.49	4,497.16
	Santa Isabel	1,937,909,817.06	24,985.59	23,752.91	1,605,265,723.28	17,846.78	16,851.97	1,253,061,555.79	6,641.55	6,210.95
	Sayaxché	595,751,551.25	23,140.29	17,215.66	469,070,904.08	15,710.82	11,220.60	313,187,833.83	5,000.91	3,267.12
	Sebol	3,515,917,639.18	29,344.93	26,393.74	3,211,509,065.24	23,113.22	20,696.89	2,770,672,666.93	9,506.50	8,434.46
	Subín	607,633,621.07	16,348.00	14,171.25	429,391,854.14	9,961.70	8,379.14	244,919,200.08	2,708.86	2,126.85
Nentón	Nentón	1,059,106,627.72	5,745.57	5,133.16	841,227,854.13	3,935.17	3,456.75	776,951,078.46	1,732.72	1,516.23
Pojóm	Pojom	1,461,019,566.92	39,921.71	36,061.63	1,233,263,255.88	29,058.00	25,962.07	1,172,388,739.29	13,169.39	11,736.81
San Pedro	San Pedro	3,277,528,920.68	21,069.33	18,927.22	1,979,654,337.46	10,973.63	9,472.61	1,217,893,836.95	3,218.51	2,676.82
Selegua	Selegua	1,088,888,988.11	2,299.82	1,958.99	882,977,727.36	1,608.11	1,343.36	848,957,777.24	737.12	611.48
Usumacinta	Usumacinta	1,582,984,544.59	95,523.25	88,604.47	1,107,105,933.02	57,607.42	52,377.34	720,159,947.16	17,864.97	15,717.30
Xaclbal	Xaclbal	2,120,050,838.30	18,563.07	14,522.52	1,805,714,411.32	13,633.57	10,372.97	1,726,800,021.39	6,215.65	4,684.42

Cuenca	Subcuenca	Año								
		2015			2020			2050		
		Disponibilidad hidrológica total	Disponibilidad hídrica		Disponibilidad hidrológica total	Disponibilidad hídrica		Disponibilidad hidrológica total	Disponibilidad hídrica	
			Total	Superficial		Total	Superficial		Total	Superficial
(m ³ /año)	(m ³ /hab/año)	(m ³ /hab/año)	(m ³ /año)	(m ³ /hab/año)	(m ³ /hab/año)	(m ³ /año)	(m ³ /hab/año)	(m ³ /hab/año)		
Vertiente hidrográfica del Océano Pacífico										
Achiguate	Achiguate	1,605,492,121.86	3,653.21	2,273.35	1,409,372,131.61	2,765.34	1,645.33	1,535,125,862.45	1,250.16	732.44
Atitlán-Madre Vieja	Lago de Atitlán	314,498,637.69	1,280.63	721.15	269,782,855.92	947.28	508.03	1,336,471,337.55	416.63	215.62
	Madre Vieja	963,318,031.15	8,158.84	4,615.48	834,859,336.29	6,097.18	3,218.87	1,899,423,331.15	2,752.97	1,423.79
Coatán	Coatán	219,792,719.16	2,905.65	1,940.47	181,785,143.54	2,072.26	1,318.41	2,967,540,742.70	961.90	609.18
Coyolate	Coyolate	3,480,886,526.43	7,570.61	4,437.73	3,093,776,133.56	4,566.06	2,388.36	2,106,296,295.55	2,653.25	1,453.71
Los Esclavos	Los Esclavos	2,199,031,271.70	6,627.85	4,912.80	1,723,459,931.89	4,479.18	3,200.93	1,138,587,451.59	1,902.07	1,326.08
María Linda	María Linda	2,482,277,518.47	1,427.80	1,000.12	2,173,672,308.96	1,078.12	723.26	1,253,643,634.99	449.14	295.22
Nahualate	Nahualate	2,433,394,872.68	6,228.26	3,935.72	2,178,542,179.99	4,808.14	2,888.74	1,729,454,593.18	2,216.23	1,314.45
Río Ocosito-Naranjo	Naranjo	2,279,414,962.22	5,768.05	3,139.56	2,092,565,904.25	5,802.12	3,233.13	2,072,710,751.12	2,156.18	1,118.54
	Naranjo Ocosito	772,608,739.89	2,927.57	2,227.31	632,593,181.20	2,066.95	1,519.72	630,863,882.98	982.71	718.11
	Ocosito	1,435,338,407.79	6,978.03	4,583.75	1,309,054,798.63	5,487.73	3,458.20	1,299,625,037.96	2,597.39	1,635.51
Ostúa-Güija	Ostúa-Güija	1,386,829,792.84	3,645.93	2,612.07	1,097,204,437.87	2,487.31	1,674.81	176,994,998.19	952.55	614.56
Paso Hondo	Paso Hondo	816,817,385.20	11,379.55	8,873.12	567,496,978.87	6,817.43	5,028.54	790,682,040.18	2,854.83	2,047.18
Paz	Paz	1,315,144,759.74	5,605.30	4,775.70	1,021,556,401.67	3,754.43	3,130.40	248,885,258.91	1,570.45	1,294.68
Samalá	Samalá	1,483,013,796.42	1,777.06	1,132.27	1,298,921,291.16	1,342.13	819.35	498,470,254.98	617.55	373.38
Sis-Icán	Sis-Icán	1,295,068,789.96	4,092.48	3,548.59	1,142,501,702.37	3,113.20	2,640.45	881,379,455.48	1,479.11	1,252.91
Suchiate	Suchiate	1,902,762,578.81	5,938.67	4,340.64	1,671,396,400.28	4,498.22	3,192.15	896,308,623.22	2,218.99	1,575.02

Subcuencas con estrés hídrico

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, las subcuencas con disponibilidad de agua por encima de los cuatro mil millones de m³ anuales son: Cahabón, Polochic y Lago de Izabal-Río Dulce.

Dentro de las subcuencas con disponibilidad de agua en el rango de los tres mil millones y cuatro mil millones de m³ se encuentran: Sarstún, Sebol, Coyolate, Ixcán, San Pedro y Chixoy.

El 77% del total de agua que se produce en el país se encuentra disponible como escorrentía superficial.

De esa cuenta, Guatemala se considera un país “exportador de agua”, ya que este volumen de agua drena a los países vecinos o directamente a los océanos.

Dado lo anterior, se considera que las aguas subterráneas son la única forma de almacenamiento de agua en el país.

Recuadro 1. Cuencas y vertientes hidrográficas

Cada vez que llueve, el agua de lluvia se moviliza hacia las partes más bajas formando una red de canales que se van uniendo entre sí hasta conformar una corriente de agua, la cual se une a otras corrientes hasta alcanzar un océano o un lago. Una cuenca hidrográfica es, entonces, la totalidad del territorio que alimenta a un determinado cuerpo de agua (río o lago).

Una vertiente hidrográfica es el conjunto de ríos con sus afluentes (es decir, las cuencas) que desembocan en un mismo mar. Debido a la orientación del sistema montañoso del país, en Guatemala hay tres vertientes hidrográficas: la del Océano Pacífico, la del Golfo de México y la del Mar Caribe.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Disponibilidad de agua en Guatemala al 2015 a nivel de vertientes hidrográficas (millones de metros cúbicos)

Rubro	Vertiente hidrográfica			Total del país
	Mar Caribe	Golfo de México	Océano Pacífico	
Escorrentía superficial (A)	20,864.43	33,905.84	16,279.83	71,050.10
Escorrentía subsuperficial (B)	968.56	1,125.67	1,515.88	3,610.11
Recarga subterránea (C)	5,488.51	6,378.81	8,589.98	20,457.30
Disponibilidad superficial (A+B)	21,832.99	35,031.51	17,795.71	74,660.21
Disponibilidad total (A+B+C)	27,321.50	41,410.32	26,385.69	95,117.51
Disponibilidad/km ²	0.79	0.84	1.09	0.88

Fuente: elaboración propia.

1.2 Disponibilidad hídrica

A la disponibilidad de agua en función del tamaño de la población humana que habita en cada vertiente hidrográfica, se le llama disponibilidad hídrica. En 2015, la disponibilidad hídrica promedio por persona fue cercana a 6,300 metros cúbicos, de los cuales el 78% correspondió a la disponibilidad hídrica superficial (cuadro 3).

En la figura 2 se presenta la disponibilidad de agua por habitante por año, en cada una de las subcuencas del país. Es de hacer notar, que en este análisis no se han considerado variables como los volúmenes de extracción de agua subterránea o la calidad del agua, especialmente de la superficial.

Las cuencas con mayores niveles de disponibilidad de agua por ha-

bitante están ubicadas en la parte norte y occidental del departamento de Petén, y corresponden a zonas con muy baja densidad poblacional, siendo estas las subcuencas de los ríos Candelaria, Hondo y Usumacinta. A ello se suman las contribuciones desde las subcuencas que predominan en la zona de la Franja Transversal del Norte (Icbolay, San Román, Machaquilá, Sarstún, Mohó y Pojóm).

Las cuencas con menor disponibilidad hídrica están ubicadas en el Corredor Seco, que contienen altas densidades de población. Las subcuencas con disponibilidades menores de 5,000 m³/habitante son: Las Vacas, Pixcayá, Motagua Alto, Grande, Suchicul, El Tambor, Chucús-Uyús, Selegua, Pucal, Cuilco, Blanco, Salamá, Lago de Atitlán, María Linda, Samalá, Coatán, Naranjo-Ocosito, Ostúa-Güija, Achiguate y Sis-Icán.

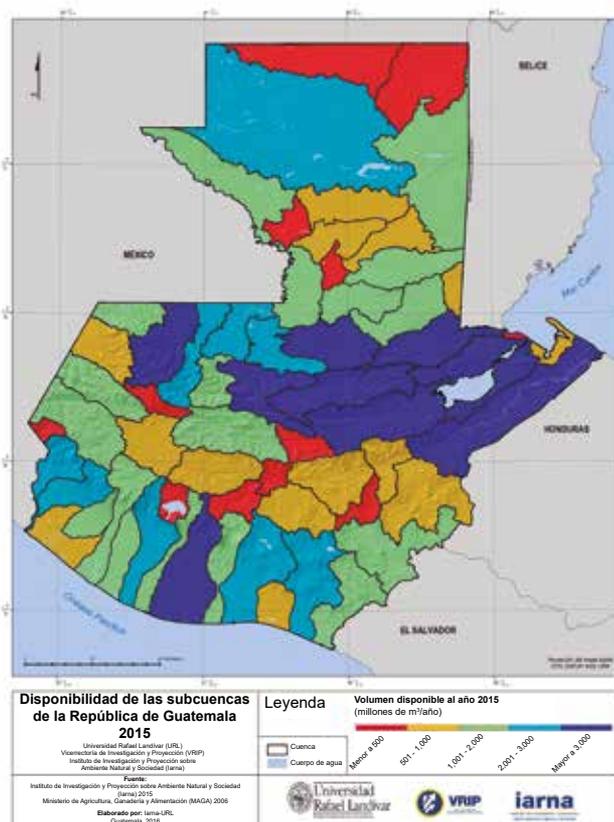
1.3 Estrés hídrico a nivel de subcuenca

El estrés hídrico se refiere a la dificultad de obtener fuentes de agua durante un cierto período de tiempo, y su origen puede encontrarse en los patrones climáticos alterados, la contaminación, el incremento de la demanda, e incluso el uso excesivo del agua.

La figura 3 muestra las subcuencas con estrés hídrico extremo (en rojo) y moderado (en amarillo). Para el 2015, más de 4.2 millones de personas se encontraban sometidas a condiciones de estrés hídrico. Es decir, con una disponibilidad inferior a la cantidad mínima de agua que cada persona necesita para cubrir sus demandas anuales para alcanzar una calidad de vida adecuada (1,700 m³).

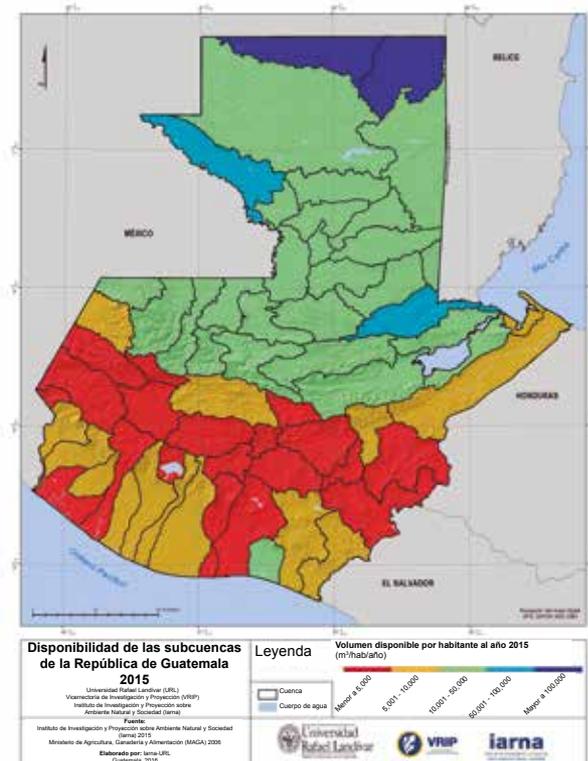
Con este volumen de agua, es posible atender las necesidades personales, domésticas, agropecuarias, industriales y ambientales (Brown & Matlock, 2011; Falkenmark, 1989, Nations & Singer, 2006).

Figura 1. Disponibilidad hidrológica total en Guatemala al 2015, a nivel de subcuencas (millones de m³/año)



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Disponibilidad hídrica total en Guatemala al 2015, a nivel de subcuenca (m³/habitante/año)



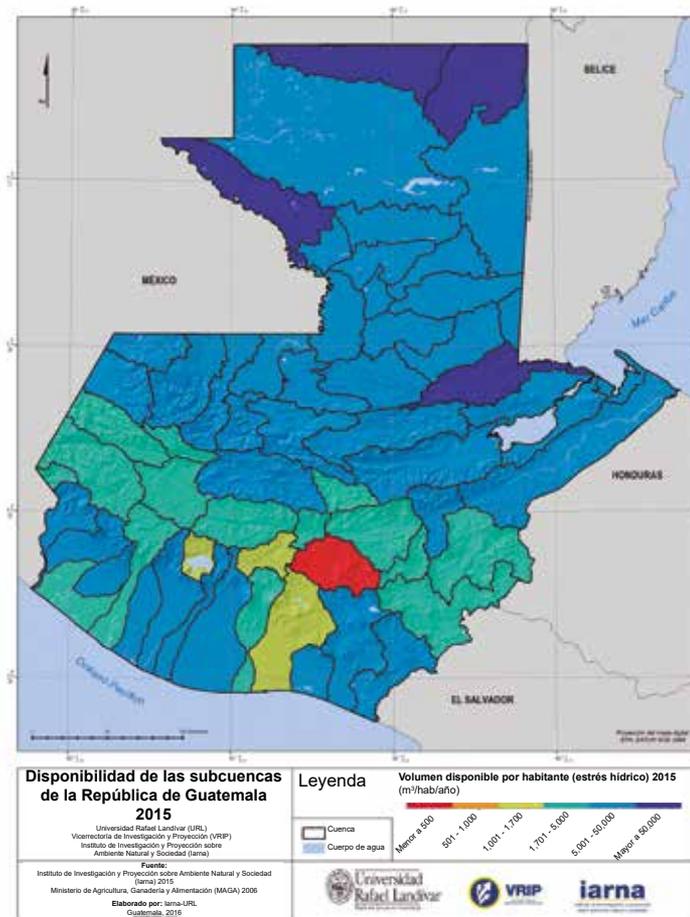
Fuente: elaboración propia.

A partir del umbral de 1,700 m³/habitante/año, se elaboró la ponderación presentada en el cuadro 4.

En términos de disponibilidad hídrica total, las poblaciones que se encuentran sometidas a condiciones de estrés hídrico extremo se ubican en la subcuenca del río Las Vacas, que forma parte de la cuenca del río Motagua y que alberga una población estimada de 1.9 millones de personas. La disponibilidad hídrica per cápita en esta subcuenca es de 496 m³/habitante/año.

Por otro lado, las cuencas que están sometidas a estrés hídrico moderado son: la subcuenca del río Pixcayá (que forma parte de la cuenca del río Samalá), la cuenca del Lago de Atitlán y la cuenca del río María Linda, que en su conjunto albergan a más de 2.3 millones de personas.

Figura 3. Distribución geográfica del estrés hídrico a nivel de subcuencas en Guatemala para el 2015 (m³/habitante/año)



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Disponibilidad hídrica en Guatemala al 2015, por vertiente hidrográfica

Vertiente	Población al año 2015	Disponibilidad hídrica	Disponibilidad hídrica superficial
	(Número de habitantes)	(m ³ /hab/año)	(m ³ /hab/año)
Mar Caribe	5,466,705.44	6,971.77	5,761.11
Golfo de México	2,823,545.67	10,844.23	8,985.23
Océano Pacífico	6,822,528.21	3,867.44	2,608.38
Guatemala	15,112,779.32	6,293.85	4,940.20

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Parámetros para la ponderación del estrés hídrico a nivel de subcuencas en Guatemala para el 2015 (m³/cápita/año)

Disponibilidad hídrica per cápita (m ³ /cápita/año)	Nivel de estrés hídrico en la subcuenca
>1,701	Sin estrés hídrico
1,000-1,700	Estrés hídrico moderado
500-1,000	Estrés hídrico alto
<500	Estrés extremo

Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN FUTURA

Impactos del cambio climático en la disponibilidad del agua en Guatemala

2.1 Disponibilidad hidrológica

Tomando como base las potenciales alteraciones en el comportamiento de

las condiciones ambientales debido a los impactos del cambio climático, especialmente en los escenarios de temperatura y precipitación pluvial

para los años 2020 y 2050, se elaboraron balances hidrológicos e hídricos para dichos horizontes de tiempo (cuadro 1).

Los hallazgos revelan que la cantidad de agua disponible de manera natural (almacenada o en movimiento) va a reducirse en un 26% a nivel nacional entre el 2015 y el 2050, producto del incremento de la temperatura y la disminución en el volumen de la precipitación pluvial, tal como se observa en el cuadro 5.

La reducción más significativa en cuanto a la disponibilidad hidrológica se proyecta para la vertiente del Mar Caribe, con una disminución de 31%; seguida por la vertiente del Golfo de México (25%) y la vertiente del Océano Pacífico (19%).

Al igual que en el 2015, todas las subcuencas del país presentarán un excedente hidrológico, tanto para el año 2020 como para el 2050. Sin embargo, como se observa en las figuras 4 y 5, no todas serán afectadas de la misma manera.

Según la figura 4 para el 2020, las subcuencas que presentarán los menores volúmenes de disponibilidad total promedio de agua anual, por debajo de los 500 millones $m^3/año$ son: Livingston, Suchicul, Río Hondo, Coatán, Las Pozas, Candelaria, Las Cruces, Lago de Atitlán, El Tambor, Pixcayá, Salamá, Río Blanco, Río Subín, Río Moho, San Juan y Sayaxché.

Las mayores disponibilidades de agua para el año 2020 se esperan en las subcuencas: Cahabón, Izabal-Río Dulce, Polochic, Sarstún, Sebol, Chixoy y Coyolate.

La figura 5 muestra que para el 2050, la disponibilidad por encima de los 3,000 millones de $m^3/año$ se conserva únicamente en la subcuenca del río Cahabón. Por tanto, se proyecta una significativa disminución en disponibilidad de agua en todas las subcuencas del país. Arriba del límite de los 2,500 millones de m^3 se ubicarán las subcuencas: Coyolate,

Izabal-Río Dulce, Chixoy, Polochic, Sebol, Ixcán y Sarstún.

El escenario elaborado para el 2050 revela que 19 subcuencas contarán con disponibilidades de agua por debajo de los 500 millones de m^3 . A las subcuencas que ya formaban parte de esta categoría desde el 2020, se sumarán las subcuencas: Paso Hondo, Mopán y Puerto Barrios. Las subcuencas que se encontrarán por debajo de los 100 millones de m^3 serán: Río Hondo, Candelaria y Livingston.

2.2 Disponibilidad hídrica

El análisis de las variaciones en la disponibilidad hídrica derivadas de los impactos del cambio climático se ha ampliado a la proyección del estrés hídrico. Como se ha señalado anteriormente, la población que puede encontrarse bajo estrés hídrico es aquella que tiene acceso a menos de 1,700 m^3 de agua/habitante/año para satisfacer sus necesidades de consumo, saneamiento y producción de alimentos.

Por debajo de este volumen, se categoriza como estrés moderado a la disponibilidad entre 1,000-1,700 m^3 de agua/hab/año. Una disponibilidad entre 500-1,000 m^3 de agua/hab/año corresponde a una población en situación de estrés alto, y si la disponibilidad es menor a 500 m^3 de agua/hab/año se considera que la población se encuentra en situación de estrés extremo.

Los datos revelan una significativa correlación entre el nivel de estrés hídrico y el crecimiento poblacional, variable que ha sido estimada con base en las tasas actuales de crecimiento demográfico y su proyección.

En el cuadro 6 se muestra la proyección de la cantidad de personas en Guatemala que pueden verse sometidas a situaciones de estrés hídrico para el año 2020 y 2050, en función de la disponibilidad total promedio anual de agua. El 43% de estas personas se encontrará afectada por algún tipo de estrés para el 2020, porcentaje que se incrementará a un 64% para el 2050.

Cuadro 5. Disponibilidad hidrológica por vertiente en función del escenario de cambio climático A2 (millones de $m^3/año$)

Año	Disponibilidad total (millones de $m^3/año$)			
	Mar Caribe	Golfo de México	Océano Pacífico	Total del país
2015	27,321.50	41,410.32	26,385.69	95,117.51
2020	23,984.36	34,660.27	22,698.54	81,343.18
2050	19,216.58	29,842.61	21,462.46	70,521.64

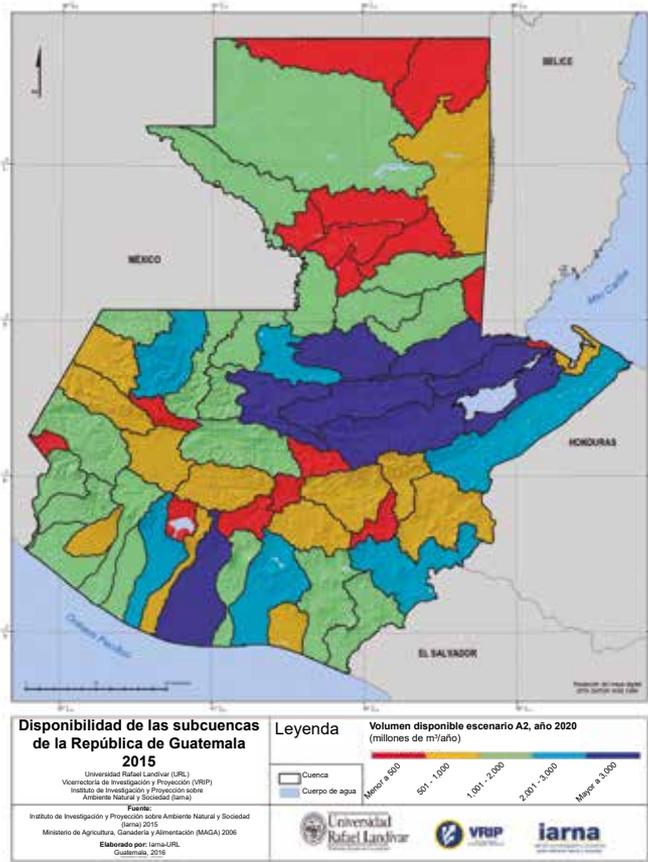
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6. Proyección de la población guatemalteca en condiciones de estrés hídrico para el 2020 y 2050 (miles de personas)

Año	Fuente	Estrés extremo	Estrés alto	Estrés moderado	Total	% de la población
		Miles de personas				
2020	Superficial/subsuperficial y subterránea	2,243.6	743.7	4,567.8	7,555.5	43
	Superficial	2,243.6	4,231.7	3,027.8	9,503.1	54
2050	Superficial/subsuperficial y subterránea	10,495.1	8,369.2	4,579.8	23,444.2	64
	Superficial	14,695.7	7,176.7	8,989.6	30,861.9	84

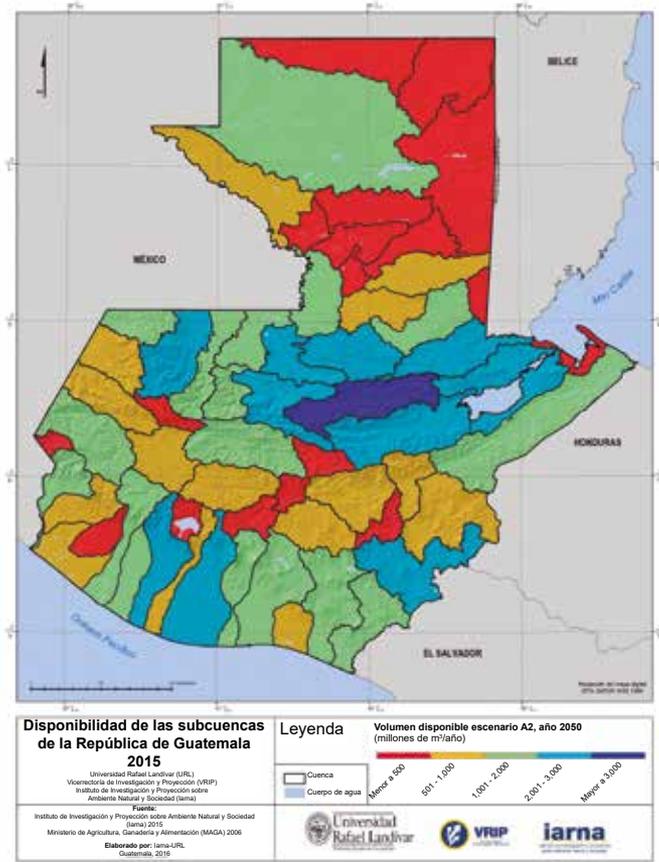
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Disponibilidad hidrológica en Guatemala para el 2020, según el escenario de cambio climático A2 (millones de m³/año)



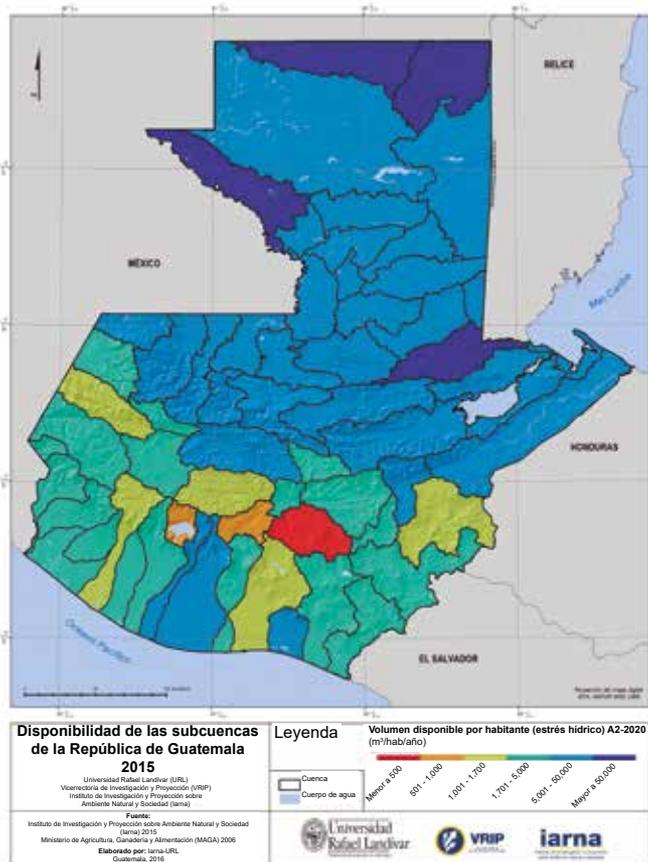
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Disponibilidad hidrológica en Guatemala para el 2050, según el escenario de cambio climático A2 (millones de m³/año)



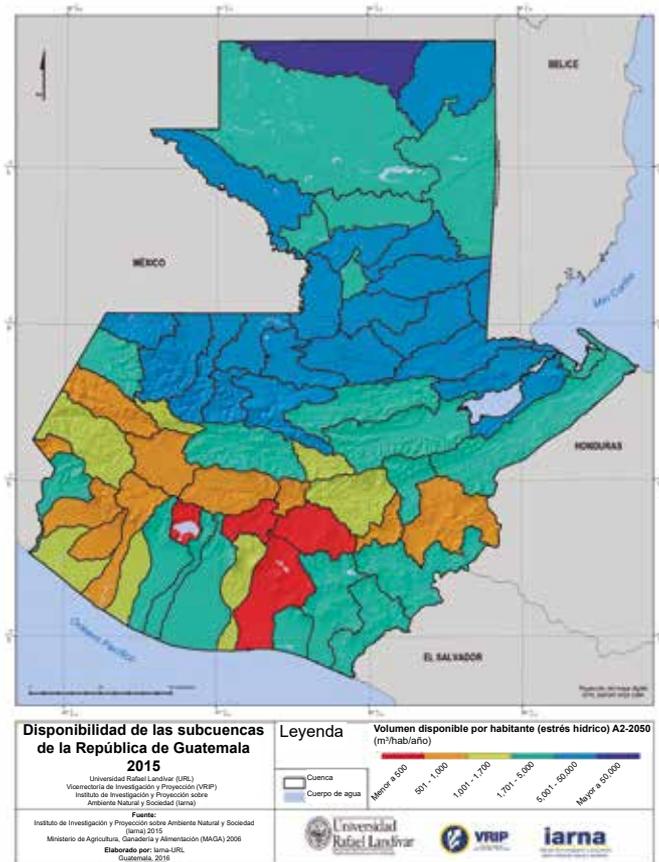
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Disponibilidad hídrica en Guatemala para el 2020 a nivel de subcuencas, según el escenario de cambio climático A2 (m³/hab/año)



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Disponibilidad hídrica en Guatemala para el 2050 a nivel de subcuencas, según el escenario de cambio climático A2 (m³/hab/año)



Fuente: elaboración propia.

2.3 Estrés hídrico

Según la figura 6, para el 2020, las subcuencas en las que la población se encontrará sometida a estrés hídrico serán:

1. Con estrés extremo: subcuenca de las Vacas.
2. Con estrés alto: Pixcayá y Lago de Atitlán.
3. Con estrés moderado: María Linda, Samalá, Motagua Alto, Selegua y Grande.

La población proyectada para dicho año en estas subcuencas es de 7.5 millones de habitantes.

La disponibilidad hídrica disminuirá significativamente en todo el país, según el escenario proyectado para el 2050 (figura 7).



Las subcuencas con población afectada por estrés hídrico forman parte del denominado Corredor Seco (Selegua, Cuilco, Coatlán, Blanco, Pucal-Cacá, Motagua Alto, Suchicul-Belejeyá, Pixcayá, Las Vacas, Chuacus-Uyus, Salamá, El Tambor y Grande) y algunas de la vertiente del Pacífico (Ocosito, Naranjo, Naranjo-Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Lago de Atitlán, Achiguate y María Linda).

En el cuadro 7 se presentan las proyecciones de disponibilidad del agua en función de las vertientes hidrográficas.

En el Mar Caribe, la disminución alcanzará un 72%, en la vertiente

del Océano Pacífico un 70% y en la del Golfo de México un 69%.

Esta reducción se verá influenciada de manera directa por el crecimiento poblacional, proyectado con base en la información del XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002 (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

En términos generales, la disponibilidad natural hidrológica a nivel nacional disminuirá en promedio un 26%, mientras que la disponibilidad hídrica se reducirá en un 83%. Estas son proyecciones significativamente preocupantes para el futuro del país.

Cuadro 7. Disponibilidad hídrica en Guatemala por vertiente hidrográfica, con base en el escenario de cambio climático A2 (m³/hab/año)

Año	Disponibilidad hídrica (m ³ /hab/año)			País
	Mar Caribe	Golfo de México	Océano Pacífico	
2015	529,993.29	2,098,489.54	85,965.49	2,714,448.32
2020	362,574.02	1,166,391.81	62,183.08	1,591,148.91
2050	117,310.85	325,374.90	28,032.11	470,717.86

Fuente: elaboración propia.

Recuadro 2. Escenario de cambio climático A2

En el contexto de este informe, los escenarios se conciben como historias de futuros posibles y muestran lo que puede pasar, no lo que necesariamente va a suceder. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas, el escenario A2 o escenario tendencial, se construye a partir de la trayectoria futura de las fuerzas impulsoras del cambio climático (crecimiento poblacional y económico, desarrollo tecnológico, consumo de energía y uso de la tierra) y su abordaje a partir de un modelo de desarrollo eminentemente extractivista y una institucionalidad débil, incapaz y corrupta.



3. ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LOS HOGARES

Análisis breve sobre el abastecimiento de agua en los hogares

Según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2014, en Guatemala hay 3.8 millones de personas que habitan en viviendas que no están conectadas a una red de distribución de agua, dato que representa el 23.5% de la población.

Del total de hogares, el 8.7% obtienen el agua de algún río, lago o manantial, o bien del agua de lluvia; este porcentaje representa 1.4 millones de personas cuya fuente de agua es precaria (figura 8).

Puede afirmarse que estas fuentes de agua son de menor calidad debido a que, por ejemplo, los niños en hogares que se abastecen de agua principalmente a través de la lluvia, tienen una incidencia dos veces mayor de diarrea que aquellos que obtienen el agua por medio de tubería dentro de su vivienda.

Asimismo, los niños en hogares que obtienen agua de ríos o lagos muestran una tasa de prevalencia de diarrea diez puntos porcentuales

más alta que los que poseen tubería. En los hogares que se habla predominantemente un idioma indígena es cuatro veces más probable que la fuente de abastecimiento de agua sea un río o un lago.

La diferencia es aún mayor en el caso del agua de lluvia, donde casi ningún hogar que regularmente habla español se abastece de esta fuente, mientras que para el caso de los que conversan en algún idioma indígena, este tipo de abastecimiento representa el 11.8% de los casos (figura 9).

Estar conectado a una red de distribución tampoco garantiza una provisión de agua constante y de calidad para las personas. De los hogares que reciben agua en tubería, en promedio 3.9 días al mes no tuvieron agua las 24 horas del día.

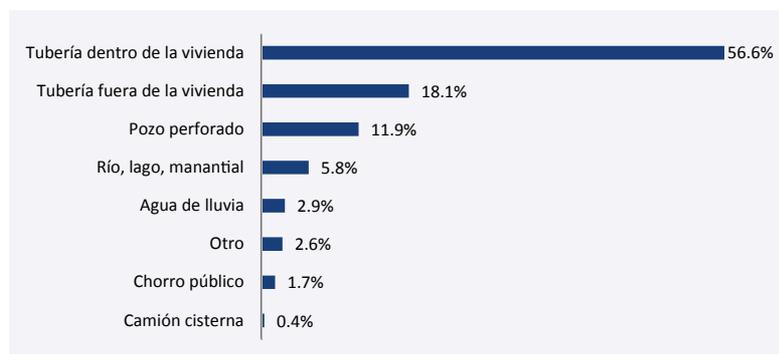
Entre los años 2006 y 2014, en 14 de 22 departamentos se incrementó el porcentaje de

hogares que compraron agua de un camión cisterna. Por su orden, los departamentos que registran este incremento son: Petén, Santa Rosa, El Progreso, Quetzaltenango, Jutiapa, Retalhuleu, Escuintla, Izabal, Totonicapán, Chimaltenango, Suchitepéquez, Alta Verapaz, Jalapa y Baja Verapaz.

De acuerdo con Iarna-URL (2012), una cuarta parte de los sistemas de suministro de agua monitoreados en 2008 por el Sistema de Vigilancia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social presentaron contaminación bacteriológica. El dato es relevante si se considera que Iarna-URL, IICA y McGill (2015) encontraron una relación directa entre la calidad del agua de consumo y la desnutrición crónica.

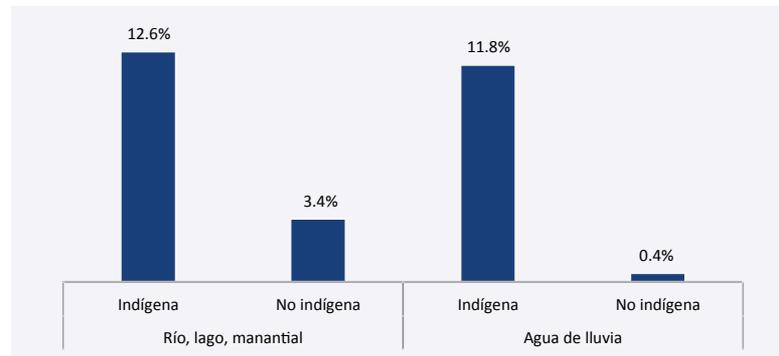
Un elemento interesante de análisis a partir de los datos de la Encovi 2014 es el papel que juega la institucionalidad pública (municipalidades) en el suministro del servicio de agua hacia a los hogares. La figura 10 muestra

Figura 8. Fuente principal de abastecimiento de agua de los hogares guatemaltecos en 2014 (porcentaje de hogares)



Fuente: elaboración propia con datos de la ENCOVI 2014 (INE, 2015).

Figura 9. Fuente principal de abastecimiento a nivel nacional en 2014, según el idioma predominante en el hogar (porcentaje de hogares)

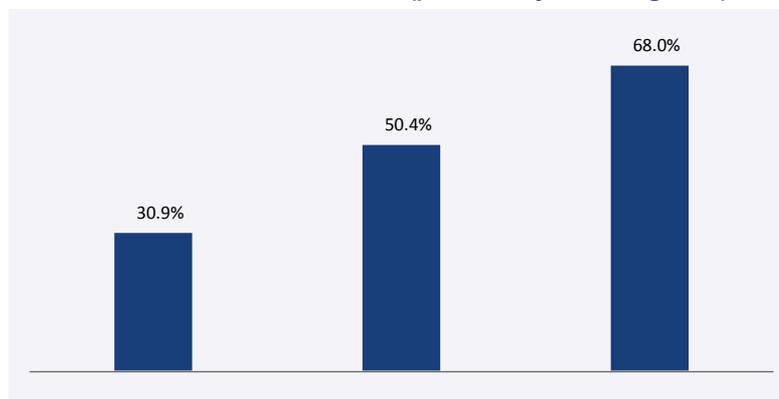


Fuente: elaboración propia con datos de la ENCOVI 2014 (INE, 2015).

que únicamente el 30.9% y el 50.4% de los hogares en condiciones de pobreza extrema y pobreza, respectivamente, están conectados a una red pública de suministro, lo cual evidencia una falta de atención por parte de las autoridades locales hacia estos grupos altamente vulnerables.

En el caso de los hogares no pobres, el 64.4% de aquellos que cuentan con conexión a un red de distribución, reciben el servicio desde la institucionalidad pública.

Figura 10. Hogares conectados a una red de distribución de agua cuyo servicio es público, según nivel de pobreza a nivel nacional en 2014 (porcentaje de hogares)



Fuente: elaboración propia con datos de la ENCOVI 2014 (INE, 2015).

4. A MANERA DE PROPUESTA

El análisis del balance hidrológico e hídrico sobre la disponibilidad de agua en Guatemala muestra que, en teoría, el país aún cuenta con un volumen suficiente para satisfacer las necesidades de diversos sectores que la requieren, en términos de cantidad.

En la práctica, la satisfacción de estas demandas se hace cada vez más difícil debido a:

- Las limitaciones de uso que impone la actual calidad del agua.
- La contaminación de prácticamente todos los cuerpos de agua del país.
- La distribución heterogénea del agua en el tiempo y en el espacio.
- Los impactos del calentamiento global sobre la variabilidad de las condiciones ambientales que regulan el ciclo hidrológico, especialmente la temperatura y la precipitación pluvial.

En Guatemala, el acceso y uso del agua deben percibirse como un derecho humano a partir de su categoría de bien público, más allá de las miradas de corte económico

que pretenden posicionarlo como un insumo ilimitado para la actividad productiva, o como un bien transable. Las disputas en torno al agua deben dirimirse desde un enfoque que priorice el bien común.

Lo anterior implica asumir la gestión del agua bajo principios de solidaridad, coordinación y cooperación, elementos que están muy alejados de los criterios de apropiación individual y de carácter lucrativo.

Dadas las perspectivas de corto y mediano plazo que presentan los escenarios construidos en torno a las disponibilidades futuras de agua, se propone enfocar los esfuerzos del Estado guatemalteco en la adopción, a la mayor brevedad posible, del enfoque de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), proceso que es reconocido como la ruta más adecuada para promover el desarrollo y administración eficiente, equitativa y sostenible de estos recursos, que son cada vez más limitados y sometidos a diversas demandas, la mayoría en permanente disputa.

Para ello, en una primera etapa, se deben retomar los lineamientos que fundamentan la Política Nacional del Agua de Guatemala aprobada por el Gabinete Específico del Agua en mayo de 2011, ya que se considera como la iniciativa política que recoge de mejor manera los conceptos, principios y objetivos que promueve la GIRH y los acopla a la realidad guatemalteca.

Esta política debe ser reforzada en, al menos, dos ejes temáticos esenciales para una adecuada dotación de agua a toda la población guatemalteca, en cantidad y calidad, todo el tiempo y para siempre:

1. Promover y asegurar un enfoque de diferenciación territorial basado en las dinámicas hidrológicas específicas de cada vertiente, cuenca y subcuenca hidrográfica, y las particularidades de los distintos sistemas socioecológicos que se ubican en cada una de estas regiones.
2. Asumir las proyecciones de disponibilidad de agua al

2050 como el horizonte de planificación e implementación de las estrategias, instrumentos y mecanismos que desde la política pública se promueven.

A la par del replanteamiento de la Política Nacional del Agua, se hace necesario elaborar, consensuar e implementar los dispositivos legales que dispongan las regulaciones a las que debemos someternos los habitantes del Estado guatemalteco, con el propósito de ordenar y organizar el acceso y uso del agua, y así asegurar la prevalencia del bien común.

Estos dispositivos legales deben estar acompañados de los mecanismos de carácter económico para la GIRH que aseguren y promuevan un uso eficiente del agua (ahorro, reúso, tratamiento), y que se privilegie el consumo humano, el uso doméstico

y la producción de alimentos, por encima de cualquier otro uso.

Adicional a lo anterior, se debe diseñar, consensuar e implementar el andamiaje institucional lo suficientemente robusto para implementar la política pública, velar por el cumplimiento de los dispositivos legales y administrar sus mecanismos económicos.

Tanto los mecanismos económicos como los arreglos institucionales que se promuevan e implementen deben estar matizados por el enfoque territorial, dado que la disponibilidad de agua en el territorio nacional presenta una significativa variabilidad.

Cada uno de estos instrumentos de gestión integrada de los recursos hídricos (política, ley, mecanismos económicos y andamiaje institucio-

nal) deben contar con mecanismos de retroalimentación que permitan incorporar de manera articulada y permanente los conocimientos e información que, como producto de su implementación y evaluación, se vayan generando; privilegiando la información y el conocimiento que provenga de espacios locales.

Por todo lo anterior, reafirmamos que la preservación y el cuidado del agua constituyen el primer eslabón de una larga cadena de acciones que deben promoverse en Guatemala para asegurar una adecuada armonía de los seres humanos y el entorno natural, a lo interno de los conglomerados humanos y, por ende, para la construcción y consecución de una sociedad incluyente y sostenible.

Desde este espacio, respaldamos y apoyamos a la **MARCHA POR EL AGUA, LA MADRE TIERRA, EL TERRITORIO Y LA VIDA**, que desde distintos puntos del país se moviliza hacia la ciudad de Guatemala, desde el lunes 11 de abril.

Referencias bibliográficas

1. Brown, A., & Matlock, M. D. (2011). A review of water scarcity indices and methodologies. *The Sustainability Consortium*, 19. Doi: White Paper #106.
2. Falkenmark, M. (1989). Scarcity now massive water the isn't it threatening add ressed bein. *Ambio*, 18(2), 112–118. Recuperado en abril de 2016, de: <http://www.jstor.org/stable/4313541>
3. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala: Bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo*. Guatemala: Autor.
4. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012: Vulnerabilidad local y creciente construcción del riesgo*. Guatemala: Autor.
5. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. (2005). *Situación del recurso hídrico en Guatemala*. Guatemala: Autor.
6. Instituto de Investigación y Proyección de la Universidad Rafael Landívar, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y McGill University. (2015). *Análisis sistémico y territorial de la seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala: consideraciones para mejorar prácticas y políticas públicas*. Guatemala: Autores.
7. Instituto Nacional de Estadística (2015). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014*. Guatemala: Autor.
8. Instituto Nacional de Estadística (2002). *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002*. Guatemala: Autor.
9. Nations, U., & Singer, C. (2006). *Human development report 2006*. *Journal of Government Information* (Vol. 28). Doi: 10.1016/S1352-0237(02)00387-8.
10. Real Academia Española. (s.f.). Sitio web institucional: <http://www.rae.es>

* El nombre del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente cambió en 2016 por el siguiente: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, y se siguen utilizando las mismas siglas: IARNA.

Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA)

Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa III, Campus Central, zona 16 Edificio Q, Oficina 101, Guatemala, Centroamérica.
Tel (+502) 2426-2559 o 2426-2626, extensión 2657
Correo electrónico: iarna@url.edu.gt, <http://www.url.edu.gt/iarna>
<http://www.infoiarna.org.gt>, Facebook: /iarna.url, Twitter: @iarna_url

Créditos

Autoridades institucionales

Rector: P. Eduardo Valdes Barria, S. J.

Vicerrectora Académica: Dra. Lucrecia Méndez de Penedo

Vicerrector de Investigación y Proyección: Dr. José Juventino Gálvez Ruano

Vicerrector de Integración Universitaria: P. Julio Enrique Moreira Chavarría, S. J.

Vicerrector Administrativo: Lcdo. Ariel Rivera Irías

Secretaría General: Lcda. Fabiola de la Luz Padilla de Lorenzana

Director IARNA: Héctor Tuy

Créditos de la publicación

Contenido: Raúl Maas, Nils Saubés, Virginia Mosquera, Rubén Narciso, Jaime Luis Carrera, Sofía Rodas, Gerónimo Pérez y Alejandro Gándara

Edición: Héctor Tuy, Raúl Maas y Cecilia Cleaves

Fotografía de portada: Sandra Sebastián/Plaza Pública

Fotografías de interiores: Raúl Maas

Diagramación: Cecilia Cleaves