

Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica



El Salvador

www.gwpcentroamerica.org

GWP Centroamérica, Colonia Rubén Darío, Avenida Las Minitas, Casa 322, Tegucigalpa, Honduras
Tel: +504-2232-0052, Email: gwpcam@gwpcentroamerica.org, [Facebook.com/gwpcam](https://www.facebook.com/gwpcam), [Twitter@gwpcam](https://twitter.com/gwpcam)

La Asociación Mundial para el Agua (GWP, por sus siglas en inglés) es una red internacional de organizaciones involucradas en el manejo de los recursos hídricos, su visión es la de un mundo con seguridad hídrica y su misión es promover la gobernabilidad y gestión de los recursos hídricos para un desarrollo sostenible y equitativo.

Una de las metas estratégicas de GWP es contribuir a la generación y al intercambio de conocimiento que permita a los técnicos y tomadores de decisión contar con la información necesaria para orientar los procesos que desarrollan a nivel nacional y regional para la GIRH. Por tal razón GWP ha elaborado una serie de documentos técnicos que abordan temas como la adaptación al cambio climático, las finanzas y la gobernanza entre otros, así como documentos que presentan información sobre el estado general del recurso y algunas experiencias en la implementación del enfoque de la GIRH.

El presente documento se elaboró en el período comprendido entre septiembre y diciembre de 2015, a solicitud de GWP Centroamérica. La revisión de dicho documento se llevó a cabo a principios del 2016 con la membresía de GWP y otros aliados del sector hídrico. El presente documento contiene la información correspondiente a la actualización del capítulo de El Salvador del documento de la *“Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada”*.

Elaboración Técnica:

Julio César Quiñónez Basagoitia, Consultor

Supervisión Técnica:

Fabiola Tabora, GWP Centroamérica

GWP Centroamérica, 2016

El contenido de este documento no refleja necesariamente la posición de GWP. Se permite la reproducción total o parcial de este documento citando a GWP Centroamérica como fuente.

Contenido

1. Características generales.....	4
1.1 Ubicación y geografía.....	4
1.2 Población y condiciones socioeconómicas.....	4
1.3 Clima	6
1.4 Hidrografía	10
Evaluación de los recursos hídricos.....	11
2.1 Oferta Hídrica.....	11
2.2 Demandas y usos del Recurso Hídrico	17
2.3 Calidad del agua	21
2.3.1 Estado de la calidad de las aguas superficiales en algunos puntos de la Región Hidrográfica Río Lempa:	21
2.3.2 Estado de la calidad de las aguas subterráneas en algunos puntos de la Región Hidrográfica Río Lempa:	24
2.4 Monitoreo hidrológico	27
3. Marco institucional y legal de los Recursos Hídricos en el país.....	27
4. Retos hídricos que enfrenta el País	31
4.1 Agua y Saneamiento para todos	31
4.2 Agua y energía.....	34
4.3 Agua, adaptación al cambio climático y gestión de riesgos	37
4.4 Agua para la seguridad alimentaria	43
4.5 Gestión de ecosistemas para garantizar los servicios hídricos	44
4.6 Gobernanza Hídrica y financiamiento	47
5. Estrategias para solucionar las prioridades hídricas	49
6. Prioridades de inversión con base a los retos y estrategias identificadas	52
7. Caso de estudio “La Poza” y otras iniciativas de importancia: Buenas prácticas en la gestión del agua ..	55
Fuentes consultadas	58
Acrónimos	58

1. Características generales

1.1 Ubicación y geografía

El Salvador se ubica en la vertiente pacífico de Centroamérica situada geográficamente en el hemisferio norte entre las coordenadas latitud 13° 09' 24 (extremo meridional) y 13° 27' (extremo septentrional); y longitud 87° 41'08 (extremo oriental) y 90° 07'50 (extremo occidental). Posee una extensión territorial de 21,040.79 Km² y se divide administrativamente en 14 Departamentos y en 262 municipios, tal como se observa en el mapa I. Sus fronteras limitan al Norte con la república de Honduras; al Sur con el océano pacífico; al Este con las repúblicas de Honduras y Nicaragua (Golfo de Fonseca de por medio) y al Oeste con la república de Guatemala, siendo El Salvador el único país centroamericano que no posee costa atlántica.

MAPA 1: División Político-Administrativa, El Salvador



Fuente: MARN

1.2 Población y condiciones socioeconómicas

El país cuenta con una población para el año 2014 de 6,401,415 hab., de acuerdo a las características demográficas establecidas en la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2014 (EHPM-2014)¹. Para ese año el 62.3% de la población (3,989,266hab) comprende el área urbana y

¹Ministerio de Economía. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM-2014).

el 37.7% (2,412,149hab) comprende el área rural, encontrándose el 27.5% correspondientes a 1,760,057 hab en el Area Metropolitana de San Salvador (AMSS).

En cuanto a sus condiciones socioeconómicas, la población económicamente activa (PEA) comprendida a partir de los 16 años es del 44.4% a nivel nacional. La tasa de desempleo, considerada como la población que no logra ser absorbida por el sistema laboral es de 7%. La escolaridad promedio es de 8.1 grados realizados y la tasa de analfabetismo es de 10.9% tal como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Poblaciones y condiciones socioeconómicas

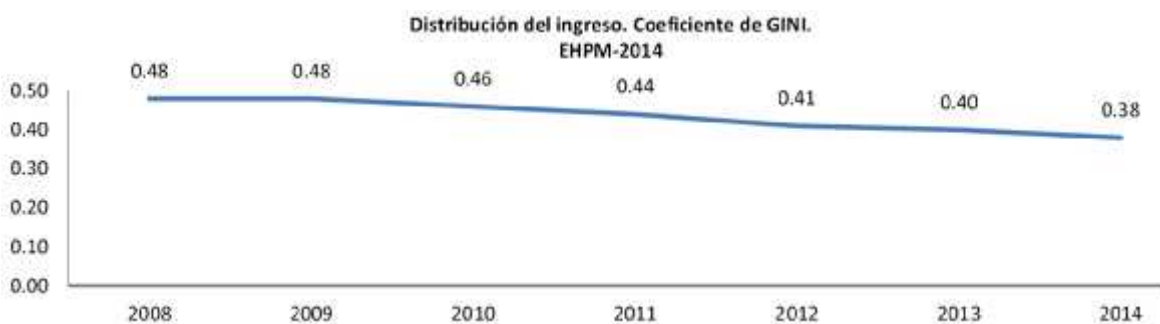
Indicador Socio-económico	Promedio Nacional	Urbano	Rural	Hombres	Mujeres
Población económicamente activa (%)	44.4	66.3	33.7	58.5	41.5
Tasa de desempleo (%)	7				
Escolaridad promedio (grados realizados)	8.1	9.3	5.9	8.4	7.9
Tasa de analfabetismo (10.9%)	10.9	7	17.7	9	12.6
Pobreza (%)	31.8	28.5	37.9		
Pobreza Extrema (%)	7.6	5.7	10.9		
Pobreza relativa (%)	24.3	22.8	27.0		

Fuente: elaboración propia en base a EHPM-2014

En cuanto a los niveles de pobreza, ésta se divide en extrema y relativa, y su parámetro de medición es el de la Canasta Básica Alimentaria (CBA) cuyo costo per cápita urbano es de \$49.53 y la rural de \$30.73. En pobreza extrema se ubican aquellos hogares que con su ingreso per cápita no alcanzan a cubrir el costo per cápita de la CBA y en pobreza relativa, los hogares que con su ingreso per cápita no alcanzan a cubrir el costo per cápita de la canasta básica ampliada (dos veces el valor de la CBA).

De acuerdo a la medición de la distribución del ingreso, el coeficiente de GINE, que se muestra en la gráfica 1, representa una medida del nivel de concentración del ingreso, indicando mayor incrementos de la concentración y menos distribución del ingreso en la medida se acerca a la unidad. En ese sentido se refleja una tendencia a disminuir en los últimos años, pues como se observa en el gráfico el valor para el 2014 es de 0.38. Esta reducción, según autoridades, se encuentra asociado a la implementación de programas sociales, principalmente en el ámbito de la educación, salud y agricultura.

Gráfica 1



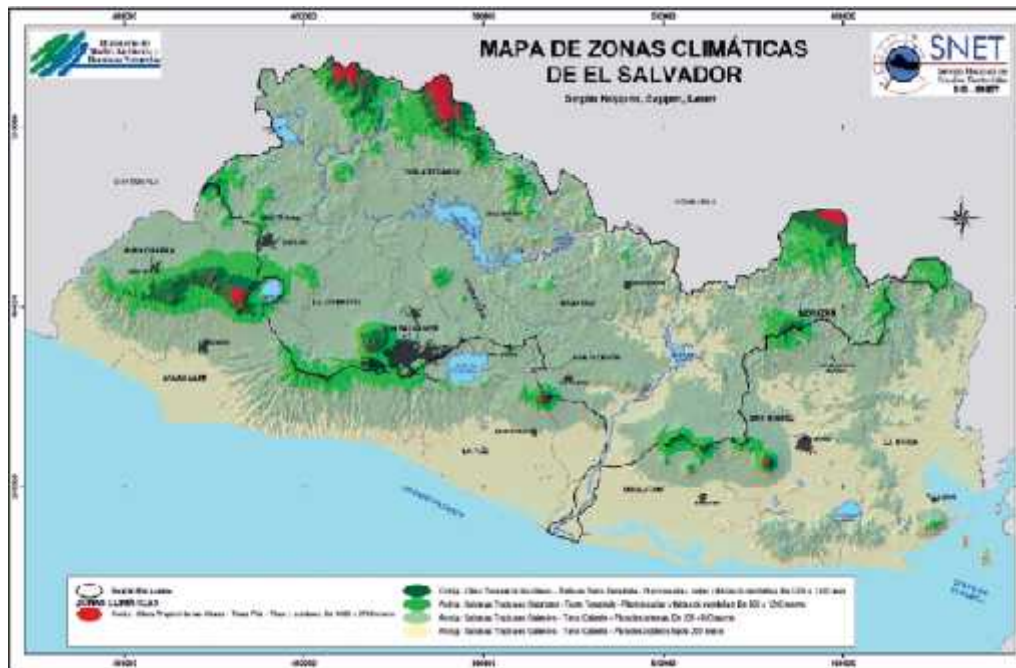
1.3 Clima

De acuerdo a su ubicación geográfica y condición fisiográfica, el clima de El Salvador se encuentra determinado por sus elevaciones entre los 0 msnm y lo 2700 msnm, así como por su posición en la latitud norte del cinturón tropical del globo terrestre y dentro de la zona de convergencia intertropical la cual se caracteriza por mantener temperaturas estables y cálidas en la mayor parte del país durante todo el año.

Bajo estas condiciones se distinguen tres zonas climáticas de acuerdo a la clasificación Koppen, Sapper y Lauer con temperaturas en el rango de 22 y 28 °C (0 a 800 msnm) en las planicies costeras y los valles intermedios; entre 19 y 22 °C en las planicies altas y zonas alomadas (800 a 1200 msnm); y entre los 10 y 19 °C en las zonas montañosas con elevaciones entre los 1200 y 2700 msnm, tal como se indica en el mapa II. Sin embargo, ocasionalmente, en las zonas más altas entre los 2000 y 2700 msnm, se pueden tener temperaturas cercanas a los 0 °C en los primeros meses de la época seca (noviembre – enero), los cuales se ven influenciados por vientos del noreste y vientos nortes que traen aire fresco originados en las regiones polares de Norteamérica, pero que se calientan en gran medida al ingresar al golfo de México en su camino a Centroamérica.

La humedad relativa media diaria a nivel nacional varía entre 30% y 40% llegando a alcanzar niveles de humedad hasta 55% en la mayor parte del país. En algunas zonas de valles interiores presenta humedades medias anuales en el orden de 70%, en la zona oriental del país en el orden de 65%, en la zona costera presenta valores medios anuales de 75% y en las zonas altas y norteñas montañosas entre un 80% y 90%.

Mapa II



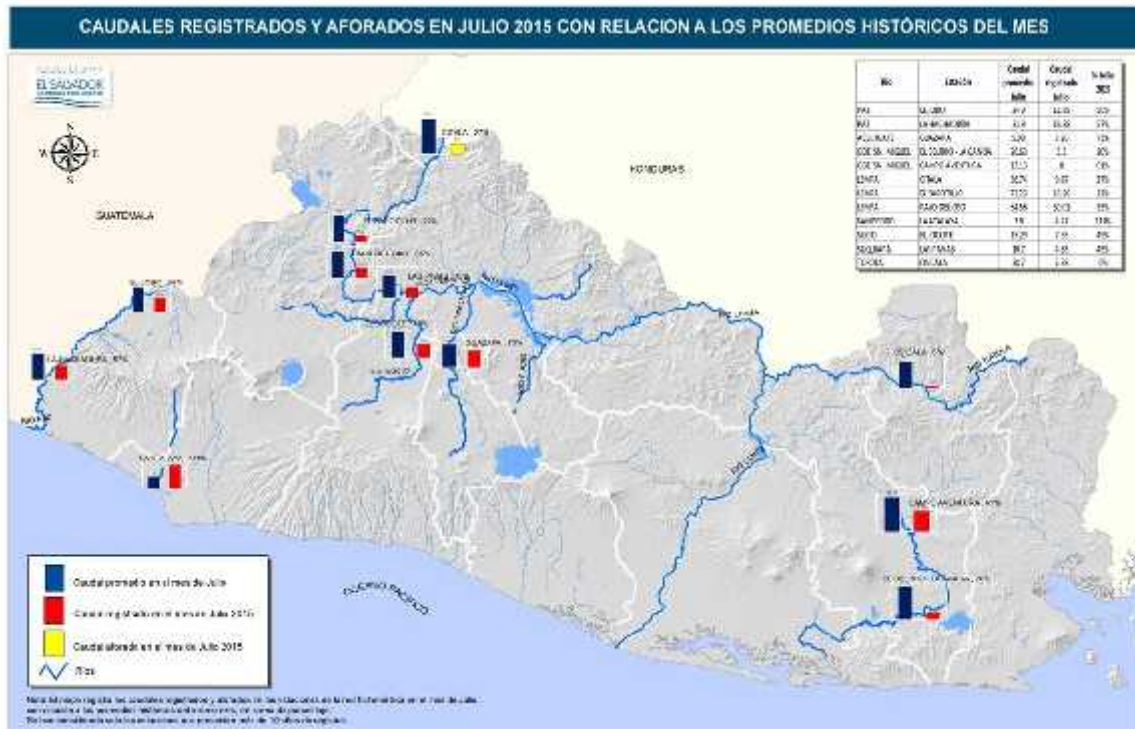
Fuente: MARN 2006

Entre los eventos meteorológicos, las sequías se presentan periódicamente repitiéndose con menor o mayor intensidad. Regularmente se presentan al inicio de la época lluviosa, alargando el periodo de transición época seca - época lluviosa en el mes de mayo, o bien, al final de la época lluviosa acortando el periodo de la misma en el mes de Octubre y en otras ocasiones durante la canícula en el mes de Agosto. Este fenómeno ocurre casi todos los años en la zona oriental del país, generando impactos negativos en la economía y la agricultura.

Al respecto, el presente año 2015 se ha caracterizado por el fuerte impacto del fenómeno del niño generando reducciones notorias de lluvia durante los primeros cuatro meses de la estación lluviosa (mayo – agosto), en el orden del 60% al 80% de los caudales promedios en la cuenca media y alta del río Lempa y entre el 50% y el 95% de los promedios históricos en la zona oriental del país, lo cual se observa en el mapa III, de acuerdo al boletín sobre la sequía hidrológica presentada por el MARN².

²MARN; Informe Monitoreo de la Sequía Hidrológica, 2015.

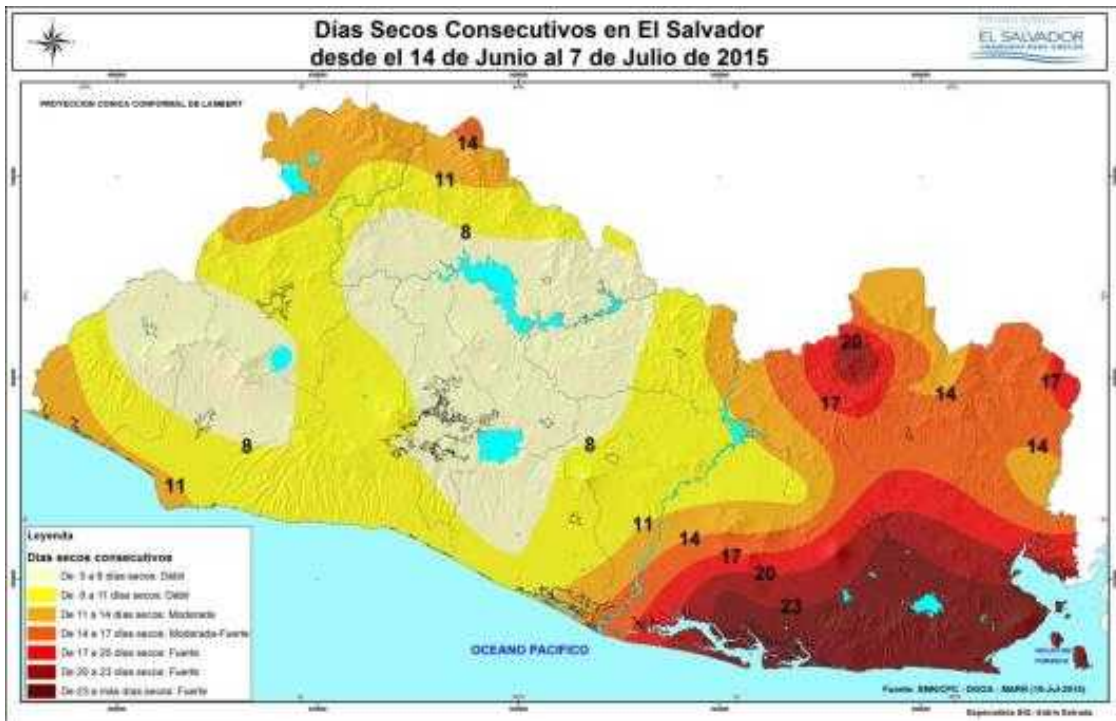
Mapa III



Fuente: MARN-DGOA 2015

De igual forma, en los mapas IV y V del reporte meteorológico presentado por el MARN se destaca el comportamiento en cuanto a días consecutivos secos experimentados con mayor énfasis en la zona oriental del país.

Mapa IV



Fuente: MARN – DGOA 2015

Mapa V



Fuente: MARN-DGOA 2015

1.4 Hidrografía

En el mapa VI se presenta las Regiones Hidrográficas del país, destacándose la cuenca hidrográfica del río Lempa, compartida con Guatemala y Honduras, como la principal con la que cuenta el país, la cual posee una extensión de 17, 790 km², de los cuales 10,082 Km² pertenecen al territorio Salvadoreño.

Mapa VI: Regiones Hidrográficas



Fuente: Mapa de regiones hidrográfica PNGIRH MARN

Mapa VII: Regiones Hidrográficas y Zonas Prioritarias



Fuente: PNGIRH MARN

Evaluación de los recursos hídricos

2.1 Oferta Hídrica

El análisis de la oferta hídrica en El Salvador se ha desarrollado a partir de tres importantes estudios efectuados desde principios de los años 80's. El primer análisis fue realizado por el PNUD-MAG en 1982, en el marco del Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (PLAMDARH). El segundo llevado a cabo por SNET durante el año 2005 a través del Balance Hídrico Dinámico de El Salvador, y el tercero, efectuado recientemente por el MARN en el marco del PNGIRH.

El estudio del PLAMDARH determinó que la disponibilidad hídrica por el escurrimiento superficial, tomando en cuenta el escurrimiento generado en las cuencas nacionales como el generado en la porción externa de las cuencas transfronterizas que ingresa al país, es de 17,778 MMC (millones de metros cúbicos), estimando por otra parte la aportación subterránea en 183.93 MMC, con cual se obtenía una oferta hídrica o aportación total de 17,971.93 MMC.

En la tabla 2 se presenta el resumen del Balance Hídrico desarrollado por SNET-2005³ para el territorio nacional y las cuencas transfronterizas. En el mismo se presenta la distribución de la precipitación en evapotranspiración, escurrimiento y cambio de almacenamiento expresados en mm, y para un área hidrográfica total de 31,805.01 Km², obteniéndose una precipitación promedio anual de 1784 mm.

³SNET; Balance Hídrico Dinámico de El Salvador. Componente de Recursos Hídricos, SNET, 2005.

Tabla 2: Resumen Balance Hídrico de El Salvador (valores en mm)

Región Hidrográfica	Área (Km2)	Pre-cipitación	Evapora-ción de Cuerpo de Agua	Evapo-transpira-ción Real	Evapora-ción de Áreas Urbanas	Suma Evapot	Escorrentia Superficial	Cambio de Almacena-miento
A. Lempa	17.978,51	1.830,22	29,47	1.029,60	4,08	1.063,15	589,52	183,74
B. Paz	2.633,02	1.373,56	21,28	1.007,34	3,96	1.032,58	419,56	-78,58
C. Cara Sucia-San Pedro	769,16	1.852,31	7,24	1.021,49	3,80	1.032,54	584,00	235,77
D. Grande de Sonsonate-Banderas	778,43	1.892,26	2,94	926,24	7,14	936,32	638,84	317,10
E. Mandinga-Comalapa	1.294,22	1.908,09	1,91	972,70	4,14	978,75	582,75	346,60
F. Jiboa-Estero Jaltepeque	1.638,62	1.833,26	108,23	948,48	5,47	1.062,18	477,40	293,68
G. Bahía de Jiquilisco	779,01	1.782,92	76,80	953,50	5,21	1.035,50	436,97	310,44
H. Grande de San Miguel	2.389,27	1.689,91	30,79	977,48	4,64	1.012,91	528,44	148,56
I. Sirama	1.116,79	1.590,14	25,99	933,68	3,27	962,94	551,80	75,40
J. Goascoran	2.427,98	1.908,70	7,34	1.036,99	2,67	1.047,00	747,10	114,60
TOTAL	31.805,01	1.783,66	29,99	1.009,95	4,15	1.044,09	572,85	170,22

%			1,68	56,62	0,23		32,12	9,54
%			58,5				3,2	9,5

Fuente : MARN SNET 2005

Con los valores obtenidos en mm para cada uno de los parámetros, se establece en la tabla 3 los volúmenes correspondientes y en base al área del territorio nacional. En la tabla 4 se presenta el resumen de la disponibilidad hídrica total el cual se determinó para el año 2005 en 21,801.06 millones de mt³ considerando la lluvia que cae directamente sobre el país y los flujos que ingresan de países vecinos por las cuencas transfronterizas. Tomando en cuenta la población de referencia para el año 2014 de 6,401,415hab.el volumen per cápita anual es de 3,508 mt³ / hab /año.

Tabla 3: Balance Hídrico Tomando en Cuenta solo el Territorio Nacional

Parámetros del Balance Hídrico	Km ²	mm	Mm ³ (millones de Mt ³)	Km ³	%
Precipitación		1784	37529.62	37.53	100
Evapotranspiración Real		1044	21968.48	21.97	58.5
Escorrentía Superficial		573	12053.22	12.05	32
Cambio de Almacenamiento		170	3581.56	3.58	9.5
Área del Territorio Nacional	21040.79				

Fuente: Elaboración propia en base a datos Balance Hídrico MARN-SNET-2005

Tabla 4: Disponibilidad Hídrica

Parámetros del Balance Hídrico	Millones de Mt ³	Km ³
Escorrentía total	18219.50	18.22
Escorrentía generada en el país	12053.22	12.05
Escurrimiento adicional que ingresa al país	6166.28	6.17
Cambio de almacenamiento	3581.56	3.58
Oferta total	21801.06	21.80

Fuente: Elaboración propia en base a datos MARN-SNET-2005

Es importante destacar que en ambos estudios se llevó a cabo el análisis del Balance Hídrico y la disponibilidad hídrica a nivel nacional, utilizando y analizando directamente el escurrimiento superficial como promedios de caudales mensuales medidos en la red de estaciones hidrométricas, determinando así las aportaciones totales.

Bajo esta metodología, los caudales medidos representan caudales “no naturales” o “alterados” debido, por una parte, a las extracciones de agua para los diferentes usos consuntivos que se ejercen agua arriba de las estaciones, y por otra, a las adiciones de aguas residuales provenientes de las áreas urbanas y retornos que provienen del excedente de agua de los diferentes usos, especialmente del agua para riego que ya no es aprovechada por el uso consuntivo de los cultivos y que se origina principalmente por la baja eficiencia en los sistemas de riego, principalmente en los sistemas manejados por gravedad, avenamiento y canalizaciones de conducción y distribución, estimándose su eficiencia en el orden del 20% al 25% según el análisis efectuado en el estudio “Modelos para el manejo de los Recursos Hídricos en El Salvador” NipponKoeiCo.- ANDA 2007.

Según el mismo estudio se estimó en 10% la tasa de retorno del agua utilizada para riego y en 70% la tasa de retorno del agua utilizada para el abastecimiento y consumo humano. Puede observarse que aunque los excedentes en el caso del riego pueden ser muy altos dadas las bajas eficiencias, solamente se ha estimado un 10% de tasa neta de retorno al sistema hídrico, lo cual es debido a que existe una gran pérdida por evapotranspiración asociada a la época seca que es la época donde mayoritariamente se ejerce el riego. En el caso del retorno por abastecimiento y consumo humano, el mismo se destaca con mayor énfasis en las principales cuencas urbanas, como son el caso de las cuencas del río Acelhuate la cual ejerce el drenaje de las aguas servidas del Área Metropolitana de San Salvador, la cuenca del río Sucio, ubicada en la zona centro-occidental del país, y que se conforma como una cuenca de alto nivel de desarrollo industrial y urbanístico habitacional-comercial, y las cuencas del río Suquiapa y río Grande de San Miguel las cuales drenan las aguas servidas de la ciudad de Santa Ana y de la ciudad de San Miguel respectivamente. En ese sentido, son cuencas que aún en la época seca, siempre mantienen un caudal base mensual muy alto registrado en sus estaciones hidrométricas, en comparación a otras cuencas “rurales” de similar magnitud, las cuales presentan caudales base en la época seca muy reducidos.

Esta metodología basada en la aplicación directa de los registros de la red de estaciones hidrométricas, permitió realizar una estimación de la disponibilidad hídrica en relación a los usos del agua, como una medida de la disponibilidad neta para la sustentabilidad de los ecosistemas y otras funciones primordiales, pudiéndose llevar a cabo un análisis de forma directa y comparativa en el tiempo.

En el año 2013 se dio inicio a la elaboración de los documentos del Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (PNGIRH) por parte del MARN, el cual se realizó a través de una serie de etapas correspondientes al diagnóstico de la disponibilidad hídrica, formulación y desarrollo de Planes de Acción en cuencas hidrográficas prioritarias, consulta ciudadana, una estrategia ambiental y proyectos específicos para la gestión del Plan.

En primera instancia, de acuerdo al análisis de los registros de caudales medios en las estaciones hidrométricas de las 10 regiones hidrográficas del país, se ha obtenido un volumen de escurrimiento o aportación total anual promedio de 17,939.82 millones de Mt³.⁴, correspondiente a caudales medios multianuales y volúmenes totales referenciales, considerados como caudales “no naturales” o “alterados” que pueden abordarse desde un marco comparativo con los 18,219.50 millones de mt³ estimados por el estudio de SNET 2005.

Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, dado que los caudales medidos en las estaciones, son caudales que han experimentado previamente una posible reducción o incremento debido a las extracciones para abastecimiento, para riego agrícola o demanda de diferentes usos, o bien, a incrementos de flujos debido a aguas residuales, principalmente provenientes de cuencas urbanas-, es que se llevó a cabo un proceso de “naturalización” o cálculo de caudales “no alterados” en base a los caudales medidos en las estaciones hidrométricas. Es decir, el estudio del PNGIRH aplicó, a diferencia de los estudios anteriores, un abordaje metodológico basado en la restitución de caudales medidos en las estaciones hidrométricas y su conversión hacia “caudales naturales”. A partir de ese proceso se obtuvo una aportación total de 20,293 millones de Mt³ como volumen proveniente de caudales naturalizados⁵, de esa cantidad, el 73% corresponde al flujo superficial ascendiendo a 14,813.90 millones de Mt³ y el 27% corresponde a la aportación subterránea que constituye mayoritariamente el caudal base de los ríos, equivalentes a 5,479.1 millones de Mt³.

En la tabla 4.1 se presentan las aportaciones mensuales y totales promedio multianual para cada región hidrográfica desarrolladas por el PNGIRH-MARN en su etapa de diagnóstico y de acuerdo a los resultados finales obtenidos a escala nacional.

⁴MARN; Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH), documento No. 5 “Inventario de Aguas Superficiales y Subterráneas”, tabla 27, MARN-2014.

⁵MARN; Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH), Resumen Ejecutivo, Febrero de 2016

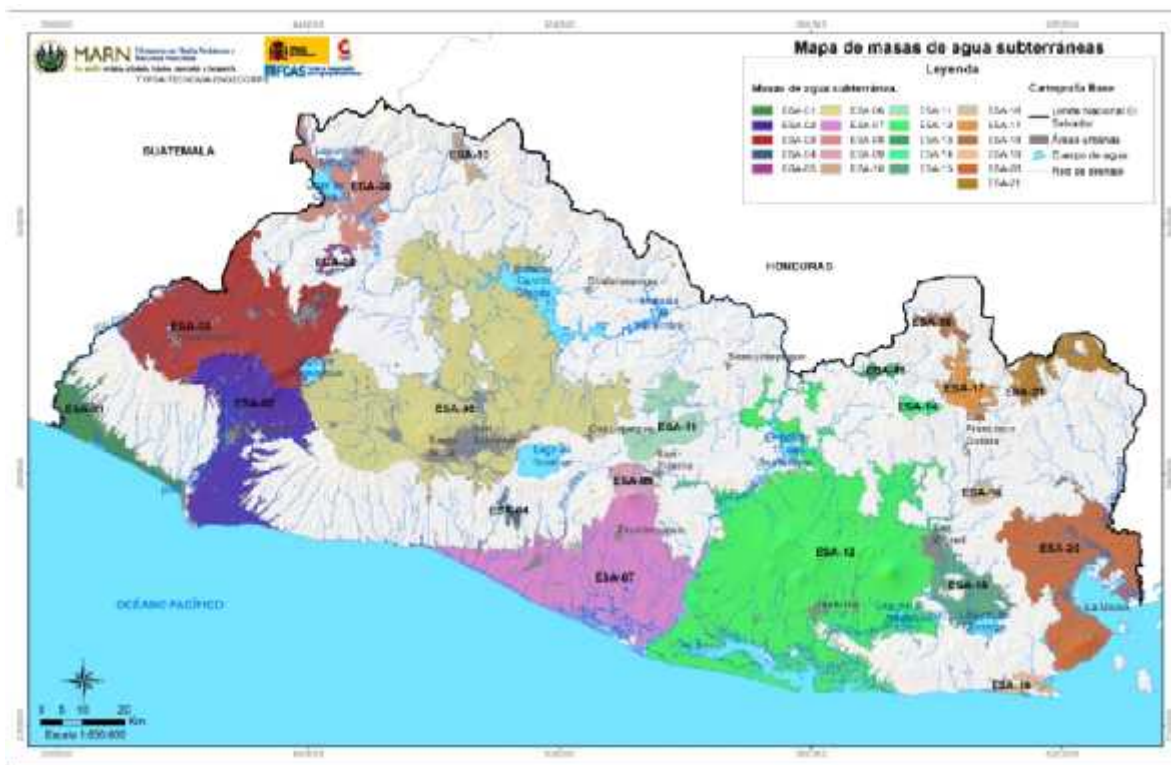
Tabla 4.1: Aportaciones totales y mensuales promedio multianual en MMC/mes y MMC/año por región hidrográfica.

I	A. Lempa	404.7	1,140.8	1,193.1	1,743.5	2,764.3	1,856.5	668.6	491.4	399.1	332.5	283.9	260.7	11,538.8
	Subtotal	404.7	1,140.8	1,193.1	1,743.5	2,764.3	1,856.5	668.6	491.4	399.1	332.5	283.9	260.7	11,538.8
II	B. Paz	25.6	86.9	104.7	162.0	272.5	159.8	45.8	35.5	31.7	28.3	25.4	23.3	1,001.4
	C. CSu-SPe	26.4	43.5	59.7	83.9	117.8	103.1	68.5	51.6	39.4	30.6	24.0	19.1	667.5
	D. Son-Ban	31.5	55.3	68.8	96.6	129.7	89.4	48.7	40.1	36.4	33.2	30.3	27.8	687.8
	E. Man-Com	13.6	49.9	81.7	127.7	219.6	159.7	37.2	21.0	16.1	12.4	9.6	7.5	755.9
	F. Jib-Jal	92.5	178.1	161.2	229.8	312.7	227.9	82.3	45.5	29.9	19.9	13.7	13.6	1,407.2
	Subtotal	189.6	413.7	476.1	700.0	1,052.3	739.9	282.5	193.7	153.5	124.4	103.0	91.3	4,519.8
III	G. B. Jiquilisco	16.9	43.1	31.8	73.4	149.2	115.1	23.7	12.1	10.4	9.0	7.7	6.7	499.2
	H. San Miguel	53.9	105.6	97.8	155.6	285.7	258.5	100.4	69.8	51.1	37.7	27.9	23.5	1,267.5
	I. Sirama	38.8	88.2	72.1	98.0	204.8	139.5	16.6	4.8	2.4	1.3	0.8	2.6	669.9
	J. Goascorán	137.3	259.9	221.2	273.3	459.8	288.4	65.8	32.9	20.7	13.5	9.5	15.6	1,797.8
	Subtotal	246.9	496.8	422.9	600.3	1,099.5	801.5	206.5	119.6	84.6	61.5	45.9	48.4	4,234.4
Total		841.2	2,051.3	2,092.1	3,043.8	4,916.1	3,397.9	1,157.6	804.7	637.2	518.4	432.8	400.4	20,293.0

Fuente: PNGIRH – MARN Diagnóstico, Documento de Aguas Superficiales y Subterráneas.

En el mapa VIII se presenta la distribución de las Masas de Aguas Subterráneas definidas y elaboradas en el PNGIRH a partir de mapa geológico e hidrogeológico de El Salvador. Las mismas representan la geografía hidrogeológica de las aguas subterráneas donde se encuentran las áreas primordiales de recarga hídrica directa, y donde se han definido las direcciones de flujos subterráneas, el comportamiento de las líneas isofreáticas y las áreas de aprovechamiento hídrico a través de nacimientos y pozos. Su análisis, protección y monitoreo es de gran importancia para el conocimiento y aprovechamiento sustentable de la disponibilidad hídrica subterránea y de los acuíferos.

MAPA VIII: Mapa de Masas de Agua Subterránea PNGIRH MARN 2016



Fuente: PNGIRH MARN

2.2 Demandas y usos del Recurso Hídrico

De acuerdo al análisis de los usos del agua realizado en el marco del PNGIRH, los usos del agua globales del país son de 1,884.4 MMC. Estos usos del agua, según el informe de Resumen Ejecutivo del PNGIRH febrero 2016, habrían experimentado una reducción en comparación a la demanda de agua determinada por el estudio de NipponKoei Co, ANDA 2007⁶ estimados en (2,118 Mm³) y un fuerte incremento en relación a la estimación del volumen de agua utilizada en el año 1982 (852 Mm³). Esta reducción se estaría expresando específicamente en el uso para riego agrícola, tal como

⁶NipponKoei, Co., Ltd. "Informe para el Levantamiento de la Demanda", ANDA-NipponKoei Co., Ltd. 2007

se expresa en la tabla 5. En dicha tabla puede observarse que todos los usos han experimentado un incremento sustancial, a excepción del riego para usos agrícolas. Es de destacar que los usos dirigidos al consumo humano han tenido un incremento del 21.9% mientras los usos industriales han experimentado un incremento del 252%. De acuerdo a los reportes del PNGIRH, estos usos se han incrementado en las áreas de producción de alimentos, textiles, bebidas, papel y agroindustria, los cuales en conjunto representan más del 85% de los usos del agua en la industria.

Tabla 5: Demanda bruta por sector 2007 y 2016 (MMC)

Sector	NipponKoeiLtd (2007)		PHGIRH-MARN 2016	
	(MMC/año)	%(del total)	(MMC/año)	%(del total)
Consumo Humano	473.41	22.35%	577	30.6%
Riego	1389.12	65.59%	953	50.6%
Uso Industrial	28.03	1.32%	70.6	3.70%
Termo eléctrico	184.74	8.72%	245	13%
Pecuario	18.18	0.86%	--	--
Acuícola	24.27	1.15%	33.30	1.80%
Hotelero	0.19	0.01%	0.5	0.02%
TOTAL	2,117.94		1,884.40	

Fuente: Elaboración propia en base a Estudio ANDA-NipponKoei Co. 2007 y Resumen Ejecutivo MARN-PNGIRH febrero 2016

Según el informe de NipponKoeiCo.,ANDA 2007, la estimación de la superficie regada a nivel nacional en esa época se determinó en el orden de las 40,000 Ha tomando en cuenta los informes del MAG (registros temporada 2005-2006 fue de 22,204 Ha) y llevando a cabo una proyección del total de áreas regadas en base a informes de rendimientos, cultivos principales bajo riego, cosechas y áreas regadas por parte del MAG. Para estas condiciones la eficiencia de riego puede estimarse en el orden del 20% en base a requerimientos hídricos de referencia de 7,000 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$.

En el reporte del PNGIRH MARN 2016 se estima una superficie de referencia de 29,000 Ha, tomando como base los registros del MAG, la cual es muy inferior a la estimada en el estudio de 2007. Esta disminución de la superficie de riego podría estar asociada a las variaciones interanuales de los registros de regantes y extensiones de riego inscritas en el MAG, así como a la estimación de las superficies de riego no inscritas o reportadas, entre las cuales puede destacarse el riego dedicado a la Caña de Azúcar, el cual a diferencia de otros, ha experimentado un

incremento paulatino en los últimos años, de acuerdo a la percepción de representantes locales en algunas de las regiones hidrográficas principalmente en la franja costera.

Los registros del MAG varían anualmente en función de los regantes inscritos y sus extensiones de riego. Entre los años 2007 y 2013, la superficie de riego ha venido variando entre 15,000 Ha y 31,500 Ha.

Con respecto a la eficiencia de riego, tomando en cuenta el volumen de agua (953 MMC) y la superficie de riego indicada (29,000 Ha), la misma se determina en el orden del 21%, lo cual sigue siendo una eficiencia muy baja y cuyo incremento se vuelve una prioridad a corto plazo mediante la implementación de medidas que promuevan la diversificación agrícola, la investigación y selección de variedades de cultivos con mejor adaptabilidad local y tolerancia hidro-climática y el desarrollo e implementación tecnológica de sistemas de riego focalizados y de buena eficiencia, tanto para extensiones de monocultivos, como a nivel de huertos y parcelas agrícolas.

Una proyección de la demanda a corto y largo plazo fue efectuada por la firma NiponKoei, la cual se muestra en la tabla 6. El escenario representa las proyecciones de altos volúmenes de agua principalmente para riego y consumo humano considerando una situación similar a las actuales condiciones de baja eficiencia y de considerables pérdidas en la distribución para el abastecimiento de las poblaciones estimado entre el 47% - 48%.

Con ello, un aspecto clave para la ampliación de la cobertura de agua a la población a mediano plazo y la ampliación sustentable de la superficie de riego en los próximos años, será precisamente la promoción de acciones y medidas dirigidas a disminuir esos niveles de pérdidas actuales.

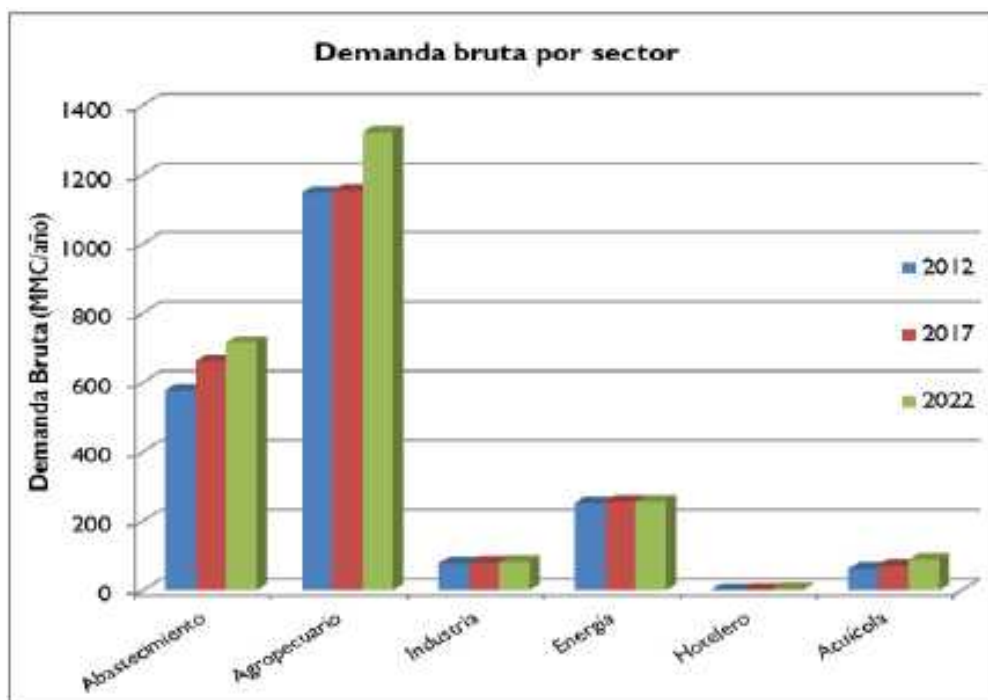
Tabla 6: Proyecciones de Uso de Agua a Nivel Nacional - Millones de Mt³ (Mm³)

Año	2005		2025		2050	
	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%
Humano	473,41	22,35	1.152,52	34,40	1.515,05	32,84
Riego	1.389,12	65,59	1.739,98	51,94	2.183,77	47,33
Uso Industrial	28,03	1,32	46,63	1,39	80,49	1,74
Termo eléctrico	184,74	8,74	353,28	10,55	754,53	16,35
Pecuario	18,18	0,86	20,86	0,62	24,82	0,54
Acuícola	24,27	1,15	36,23	1,08	54,63	1,18
Hotelero	0,19	0,01	0,39	0,01	0,82	0,02
TOTAL	2.117,94	100,00	3.349,89	100,00	4.614,11	100,00

Fuente: Proyecciones ANDA-NIPPON KOEI, 2007

En la gráfica II se presentan las proyecciones de demanda bruta por sector determinadas en el PNGIRH para los años 2012, 2017 y 2022. Puede observarse que tanto el sector agropecuario como el sector de abastecimiento para la población representan los principales usos del agua, tanto en la actualidad como a un corto plazo.

Grafica II: Proyecciones de demanda bruta por sector PNGIRH MARN 2016



Fuente: PNGIRH-MARN 2016

Según reportes de la Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego (DGOFCR) las áreas de cultivo y riego, principalmente destinadas a granos básicos, hortalizas y caña de azúcar, que se expresan en la tabla 7 indican un área bajo riego de 20,470.63 Ha y un uso de volumen de agua de 442.6 Mt³ para el último periodo disponible 2013-2014, sin contabilizar los distritos de riego. Puede observarse que la cifra de 928.6 m³ para el año 2012 discrepa mucho de las de 2013 y 2014, pudiendo tratarse de un dato erróneo que requiere revisión por parte de la institución ya que de acuerdo a ese valor el volumen per cápita estaría en el orden de 58,000 mt³/ha/año cuando la referencia nominal de riego por Ha podría estar, tal como se ha indicado anteriormente, en el orden de 7,000 mt³/ha/año, equivalentes a 700mm de acuerdo a los requerimientos por los usos consuntivos de agua de la mayoría de cultivos, considerando su aplicación principal en los seis meses de la época seca y bajo las condiciones climáticas locales de evapotranspiración.

Tabla 7: Comparativo de usos de agua para riego (2012-2014)

AÑO	AREA BAJO RIEGO (Ha)	MILLONES DE MT ³
2012	15,762.30	928.6
2013	19,710.43	426.4
2014	20,470.63	442.6

Fuente: Consumo de agua para riego por las asociaciones de regantes, DGOFCR, MAG 2012-2014 (no se incluyen los distritos de riego).

Los volúmenes de agua que se reflejan en los años 2013 y 2014 equivalen a gastos percapita en el orden de 21,600 mt³/ha/año, llevándose a cabo mayoritariamente mediante el tipo de riego por gravedad y aspersión, con una eficiencia en su aplicación en el orden del 32%.

2.3 Calidad del agua

Según el último informe del Programa de Monitoreo de Calidad del Agua de los ríos, marzo 2012, de 123 sitios evaluados, el índice de calidad del agua (ICA) refleja una calidad ambiental de regular para el 50% de los sitios evaluados, 7% de pésima, mala para el 31% de los mismos y de 12% con calidad buena, de tal forma que el agua con calidad excelente es del 0 %. En general la calidad “buena” es el agua que es posible potabilizar por métodos convencionales y una parte del agua considerada como “regular” cuando han cumplido con las normativas (Decreto No. 51 Diario Oficial 16 de noviembre de 1987) para algunos parámetros claves. En ese sentido, de los puntos analizados, únicamente el 17% cumple con la norma de aptitud de uso del agua cruda para potabilizar, pues el resto (83%), no cumplió con la calidad requerida para dicho uso debido a altos valores de su DBO₅ de hasta 122 mg/lit, altos valores de color aparente, fenoles, turbidez, sólidos disueltos totales, y coliformes fecales de hasta 3.5 millones bacterias/100 ml.

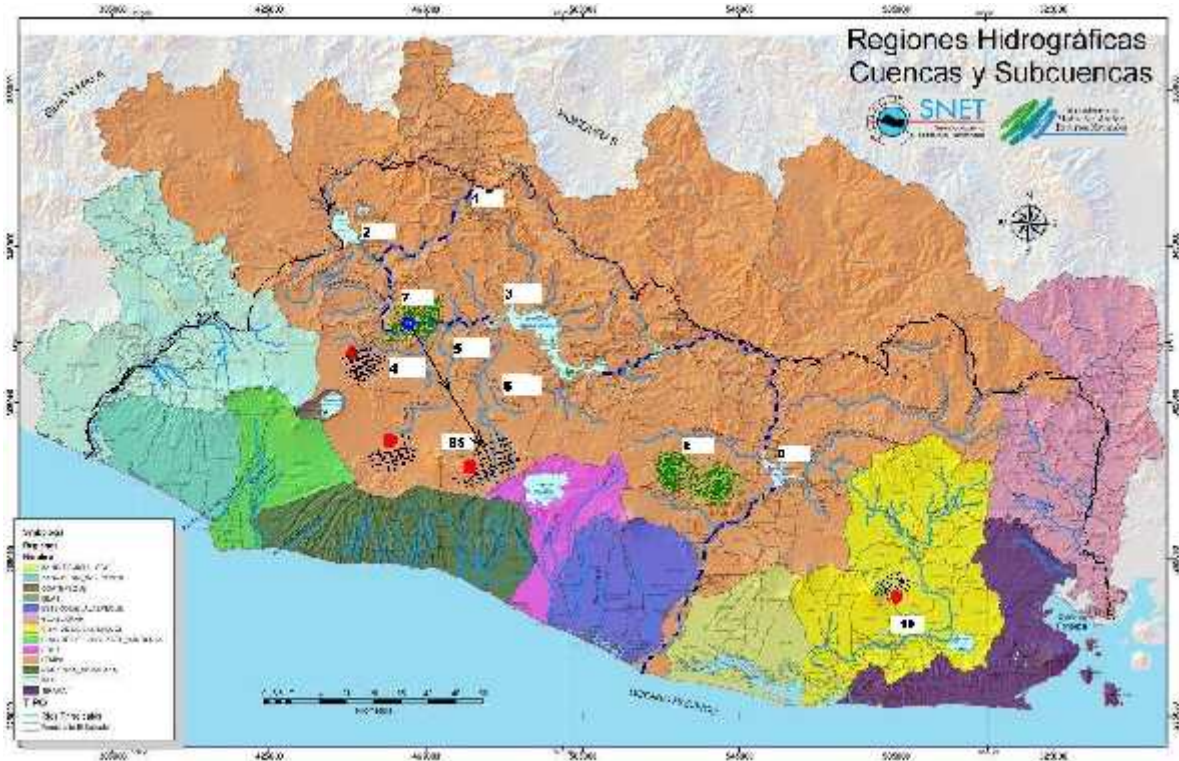
Por otra parte de los 123 sitios de muestreos ubicados en 55 ríos a nivel nacional, únicamente el 26% cumple con la aptitud de uso del agua para riego. El restante 74% no cumple con dicha aptitud debido principalmente a las altas magnitudes de coliformes fecales, valores de Conductividad de hasta 1319 μ S/cm y algunos sitios con excedencia de sodio y sulfatos. En esta misma dirección, de acuerdo a los resultados de la evaluación de la calidad de aguas superficiales y subterráneas realizada en el marco del PNGIRH MARN, para la región hidrográfica del río Lempa, tanto en su parte alta como media, se presenta para los puntos indicados en el mapa VIII, la síntesis de la evaluación realizada de la calidad de las aguas superficiales:

2.3.1 Estado de la calidad de las aguas superficiales en algunos puntos de la Región Hidrográfica Río Lempa:

- a. **Área (1)** En esta zona alta del noroeste del país con escasa población, el tramo aguas abajo del río Lempa y sus afluentes tributarios poseen adecuadas concentraciones de oxígeno disuelto, bajas concentraciones de DBO₅ y coliformes totales, así como también bajas concentraciones de nutrientes y metales. Existen algunas zonas de cultivos agrícolas y pequeñas poblaciones

aguas arriba, en el lado Hondureño, que contribuyen al incremento de las concentraciones de Coliformes totales, ortofosfatos y fenoles, pero que se mantienen dentro de los límites permisibles para riego y recreación.

Mapa IX: Puntos de evaluación de la calidad de agua superficial en la zona alta y media de la cuenca. PNGIRH



Fuente: Elaboración propia en base PNGIRH

b. **Área (2)** Áreas pobladas y zona sitio RAMSAR conformado por lagunas Guija y Metapán, humedales y áreas naturales protegidas. Lagunas para pesca y riego de cultivos.

- En esta zona en el afluente tributario del río lempa se han encontrado altas concentraciones de Fenoles, fosfatos, nutrientes (nitrógeno), coliformes fecales, metales como aluminio y cobre en altas concentraciones que superan los límites permisibles para riego según recomendaciones de la FAO.
- Se han encontrado bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua de las lagunas, a bajas y medianas profundidades, produciendo zonas anóxicas y eutrofización debido a la presencia de altas concentraciones de nutrientes.
- En algunos ríos tributarios que confluyen en las lagunas se han encontrado altas concentraciones de metales, referentes a mercurio, cobre, níquel, plomo, cromo y zinc pero que no superan los límites establecidos por la EPA y la FAO. Sin embargo, debido a la explotación minera en zonas de Guatemala, se han encontrado altas concentraciones de cianuro y arsénico que rebasan los límites permisibles.

- c. **Área (3)** La conforma el embalse del cerrón grande construido para la producción hidroeléctrica y algunos usos de riego local. El Reservorio recibe los aportes de 3 ríos provenientes de importantes ciudades y zonas industriales, entre ellos el río Acelhuate (6) el cual descarga todas las aguas residuales de la capital San Salvador con un bajo o nulo tratamiento.
- Por lo general estos ríos presentan importantes problemas de oxigenación, altas concentraciones de DBO₅, coliformes fecales, turbidez, conductividad, fosfatos, cobre, y fenoles, pues los vertidos de carácter doméstico e industrial sobre dichos ríos, se realizan con muy escasa depuración.
 - Esta baja calidad del agua originada por la fuerte presión de las ciudades y descargas de industrias, afecta directamente las áreas de riego de su entorno (7) (extensión de 7,000 ha aprox.), pues la capacidad natural de autodepuración de los ríos se ve superada por las altas concentraciones de los elementos contaminantes (DBO, coliformes totales, nutrientes y metales, principalmente). En ese sentido los sistemas de riego aprovechan principalmente los tiempos estacionales de mayor oxigenación, mayor dilución por caudales y mayor depuración que se logra en el tramo del río Lempa, ubicado aguas arriba a las confluencias con los ríos Sucio y Acelhuate.
 - En el punto (7) indicado sobre el río Lempa se sitúa, aguas arriba de la desembocadura de los 3 ríos tributarios analizados, la principal captación de agua superficial para el abastecimiento de la capital. La planta depuradora presenta frecuentemente incrementos en sus costos de operación para la depuración y tratamiento de los volúmenes captados del río Lempa, el cual como se ha dicho, presenta problemas de cargas contaminantes en los tramos iniciales aguas arriba.
 - El embalse del Cerrón Grande (3), aunque recibe toda esa carga contaminante tiene cierta capacidad de autodepuración debido al constante movimiento de sus caudales regulados para la generación hidroeléctrica. Sin embargo, los análisis en ciertas épocas del año indican un bajo contenido de oxígeno, una alta concentración de coliformes fecales y totales, grasas, nutrientes (nitrógeno y fosfatos) y una alta concentración de cadmio y cobre por encima de los límites sugeridos por la EPA para la vida piscícola. Con lo cual se reduce la actividad pesquera considerablemente.
- d. **Área (9)** Lo conforma el embalse hidroeléctrico 15 de Septiembre el cual abastece una segunda zona de riego de gran importancia en el país (5,000 ha).
- Después de todo el trayecto del río Lempa y la incorporación de otros ríos tributarios de menor carga contaminante, el embalse 15 de Septiembre presenta una baja a moderada oxigenación, bajas concentraciones de DBO₅ y bajas concentraciones de coliformes fecales, lo cual fomenta la actividad pesquera local.

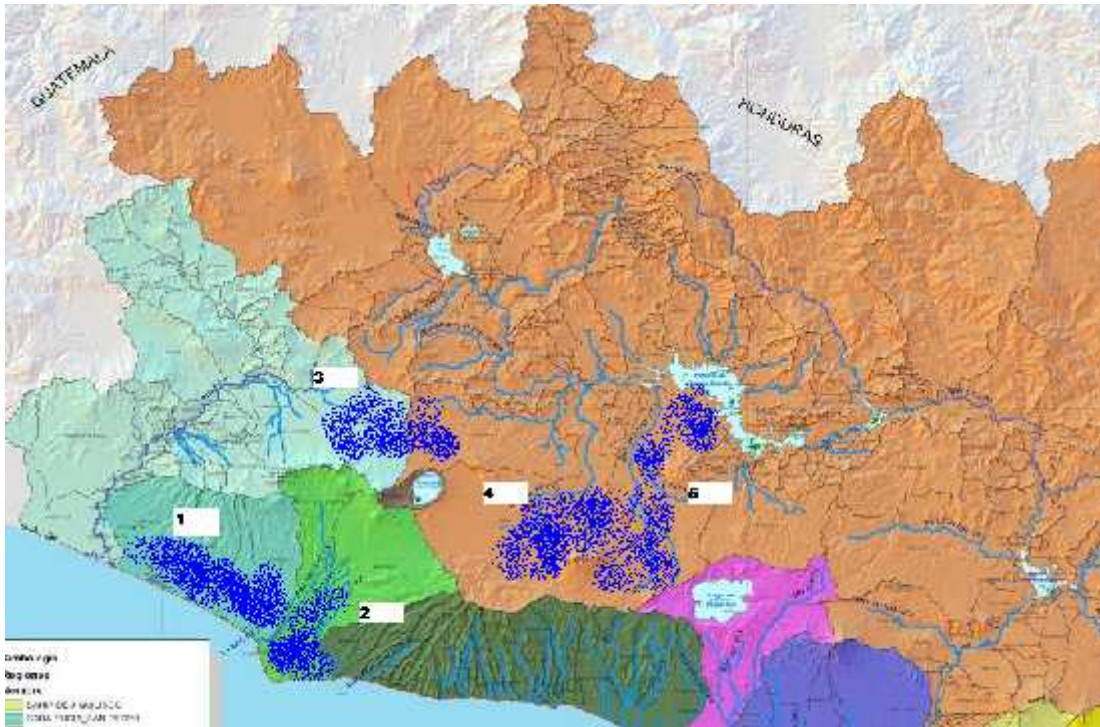
- Presenta altas concentraciones de fenoles, fosfatos y nitrógeno, derivados del uso intensivo de fertilizantes en áreas de cultivos agrícolas aguas arriba, lo cual favorece la eutrofización del embalse en algunos puntos.
- El embalse representa un aporte sustancial al área de riego de la zona conformada por un estimado de 5,000 ha.

2.3.2 Estado de la calidad de las aguas subterráneas en algunos puntos de la Región Hidrográfica Río Lempa:

En el mapa IX se refleja en coloración azulada y numerada las zonas de ubicación de algunas masas de agua subterránea en la Región Hidrográfica del río Lempa, y en los siguientes apartados se presenta información sobre los análisis de algunos pozos situados en dichas áreas:

- (1) y (2) En las zonas costeras se reporta presencia de intrusión salina y afectación por contaminación de aguas salobres con altas concentraciones de sales (magnesio, cloruros, sulfatos, sodio, dureza) en varios pozos analizados por encima de los valores permisibles.
- Las altas concentraciones de hierro (Fe) y el magnesio (Mg) podrían encontrarse asociadas a un proceso de acidificación lo cual es debido a la influencia de la geología de la zona o procesos industriales.

Mapa X: Puntos de evaluación de la calidad de agua superficial en la zona alta y media de la cuenca. PNGIRH



Fuente: Elaboración propia en base a datos PNGIRH

- (3) En algunos pozos del acuífero de Santa Ana (segunda ciudad en importancia) se han encontrado altas concentraciones de Calcio Ca y Potasio K (max 70 K mg/l) y Nitratos (max 60-80 mg/l) lo cual se encuentra asociado al uso intensivo de fertilizantes en las zonas agrícolas aledañas.
- De igual forma en el acuífero de Santa Ana se han encontrado algunos pozos con presencia de Hierro, Manganeso, Mercurio y Boro, lo cual puede estar asociado a contaminación por geotermalismo, actividades industriales, detergentes y minería.
- (4) En las áreas industriales de San Salvador, algunos pozos presentan un pH 2.8 – 5.5 lo cual puede estar asociado a la presencia de contaminantes con metales que inciden en la acidificación del agua.
- (5) En las masas de agua subterráneas de la zona central del país, colindantes al embalse del Cerrón Grande se tiene un incumplimiento generalizado en cuanto a los LMP de Coliformes totales y fecales, así como de ciertos metales y sales: plomo, mercurio, boro, calcio, potasio, hierro y manganeso. De igual forma se tienen bajos niveles de pH, el cual de acuerdo a los informes puede estar asociados a flujos ácidos hidrotermales por la zona volcánica, o bien, debido a la contaminación procedentes de las actividades industriales desarrolladas en las zonas aguas arriba o incidentes.

En la tabla 8 se presentan los reportes de análisis de calidad de agua subterránea efectuada en algunos de los pozos para cada una de las masas de agua subterránea consideradas en la cuenca hidrográfica del río Lempa.

Tabla 8: Síntesis de reportes de calidad de aguas en pozos representativos de masas de agua de acuerdo a los datos del PNGIRN MARN -2014

Parámetros	Cara Sucia San Pedro	Sonsonate	Santa Ana	La Libertad Río Sucio	Zona Central	Normativa de país (Decreto 51 y NSO)
Período de análisis de pozos	Masa Subterránea 1 1993, 1999- 2004, 2007, 2013	Masa Subterránea 2 2013	Masa Subterránea 3 2005-2012	Masa Subterránea 4 2005, 2008, 2010, 2012	Masa Subterránea 5	LMP
Cantidad aproximada de pozos analizados	30	9	29	39	52	
Cantidad aproximada de pozos con incumplimiento de límites máximos permisibles	6	3	8	28	32	
Conductividad eléctrica μ/cm	17,000- 80,000				500-1700	700
Nitratos (NO_3 mg/l)	54-104		60-80	60-287	71-95	45
Mg (mg/l)		77				
Coliformes fecales NMP/100ml	800-900				35,000-1.5 millones	1000
Coliformes totales NMP/100ml		>23	1100-2800	1600-17,000	300,000-2.5 millones	1000
Bacterias Heterotróficas UFC/100ml		>950	>59,000			10,000
Fe (mg/l)	1.2-37	0.49	0.6			0.3
STD (mg/l)	14,800- 39,500			1500		600
Ca (mg/l)		112				
Dureza $CaCO_2$ (mg/l)		586		605		500
Mn (mg/l)		0.14	0.34			0.1
B (mg/l)			0.3-1.8	0.67-0.9		0.3
K (mg/l)			70	58		
Hg (mg/l)			0.0017	0.01		0.001
Sulfatos SO_4				520		400
pH					3.5-5.5	6.5-9.0

Fuente: Elaboración propia en base a calidad de aguas en masas de agua PNGIRH

2.4 Monitoreo hidrológico

El monitoreo hidrológico lo realiza la Dirección General del Observatorio Ambiental (DGOA), entidad adscrita y dependiente del MARN, a través de 37 estaciones hidrométricas, 35 de las cuales son telemétricas y 2 convencionales, lo cual posibilita mayoritariamente conocer la dinámica de los caudales de los ríos en tiempo real mediante la correlación de niveles – caudales en las curvas de descarga. Las estaciones se encuentran dispuestas en los principales ríos del país y constituyen la base de información para el análisis de la disponibilidad hídrica a nivel nacional, balances hídricos y en algunas de ellas, para la gestión de los Sistemas de Alerta Temprana, principalmente en las zonas de mayor vulnerabilidad y riesgo por desbordamientos e inundaciones. Al respecto, en varias estaciones se disponen de umbrales de niveles de riesgo, de tal forma que mediante el monitoreo de los niveles alcanzados enviados por las estaciones telemétricas, se puede establecer con varios minutos de antelación, los niveles y áreas de inundación o afectación que se alcanzarán aguas abajo, posibilitando alertar a las comunidades o poblaciones expuestas, en coordinación con el sistema de protección civil para activar los protocolos y medidas establecidas para eventos meteorológicos.

Para el año 2016, a través del Fondo del Agua patrocinado por la AECID, se tiene en perspectiva la actualización y remediación topográfica de algunas secciones transversales donde se disponen estaciones hidrométricas, con la finalidad de lograr una mejor correlación entre los niveles y caudales, para el ajuste y mejoras de los umbrales de riesgo. De igual forma se tiene proyectada la instalación de nuevas estaciones de control hidrométrico, en algunos de los puntos de ríos que ingresan al país y en otros puntos claves en las regiones hidrográficas.

Otra de las acciones de gran importancia, es el programa de aforos mensuales realizados en al menos 30 estaciones hidrométricas. Esto contribuye grandemente a la determinación de caudales puntuales, los cuales pueden compararse con los obtenidos de forma telemétrica con la finalidad de llevar a cabo las validaciones o ajustes necesarios. Por otra parte, permite monitorear y controlar “in situ” la dinámica geomorfológica de las secciones transversales y el perfil longitudinal del río, como parte entre otros aspectos, del control de calidad de las curvas de descarga y del comportamiento hidrodinámico interanual

3. Marco institucional y legal de los Recursos Hídricos en el país

Por lo general, el marco jurídico e institucional de los recursos hídricos, se ha configurado históricamente a partir de ciertas funciones y atribuciones sectoriales conferidas por mandato de ley en la constitución originaria de algunas instituciones claves. En primera instancia, el MARN a través de la Ley de Medio Ambiente promulgada en 1998 posee atribuciones constitucionales de protección, conservación y recuperación ambiental, estableciéndose en el artículo 48 y otros, el mandato específico de protección del recurso hídrico y sus bienes hídricos asociados, como son la protección del suelo, del medio costero marino, bosques, zonas de recarga y ecosistemas, ejerciendo su gestión y otorgando permisos de aprovechamiento. Otro aspecto de importancia es el

control y aplicación de medidas sancionatorias por responsabilidad y perjuicio al medio ambiente y por contaminación, cuando las infracciones alteren o violen las normativas vigentes. Aunado a ello, el Ministerio de Salud (MINSAL) amparado en el Código de Salud (Decreto 955, Diario Oficial 11-05-1988) ejerce con mayor protagonismo que el MARN, acciones de promoción de higiene y educación sanitaria, principalmente en el ámbito rural, definiendo directrices y haciendo énfasis en el monitoreo y mejoras de los sistemas unifamiliares y comunitarios de disposición de excretas a base de letrinas, fosas o tanques sépticos y pozos de absorción. En el ámbito urbano y suburbano, donde se cuenta con sistemas de alcantarillado público, el MINSAL tiene menor incidencia y es el MARN quien establece el control, monitoreo y regulación de los sistemas de tratamiento y vertidos a los cuerpos de agua.

Por otra parte, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) constituida como entidad autónoma de carácter pública en 1961, se encarga fundamentalmente de proveer y garantizar el servicio de agua potable a la población y el servicio de evacuación y disposición final de las aguas residuales, a través del alcantarillado público y los sistemas de tratamiento. Además, entre otros aspectos, tiene a su cargo elaborar y aplicar las normativas técnicas para la construcción de proyectos hidráulicos, emitiendo autorizaciones de explotación o “cartas de no afectación” y la elaboración de estudios hidrogeológicos de aguas subterráneas y su monitoreo, así como la potabilización y control de la calidad de las aguas en los puntos de extracción, captaciones y redes de distribución, implementando un pliego tarifario por consumo de agua.

Sin embargo, dados sus roles fundamentales y sus competencias directas, históricamente la institución se ha desvinculado de una labor permanente de preservación sustentable del recurso a través de una gestión integrada del mismo, mediante planes hidrológicos de preservación de áreas de recarga hídrica de acuíferos, o bien, a través de la gestión hídrica de cuencas para el mantenimiento de los caudales en ríos esenciales para la captación y el abastecimiento. No ha sido, sino, hasta en los últimos años, que se ha generado una mayor coordinación y trabajo conjunto, entre ANDA y el MARN, y otras instituciones del Estado, promovidos en un primer momento por la Secretaría Técnica de la Presidencia y posteriormente en el marco de la creación del “Gabinete de Sustentabilidad”, donde participan diversas carteras del Estado.

Adicionalmente, se ha desarrollado en este mismo periodo, un proceso de fortalecimiento de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) en el marco de la Reforma Hídrica Nacional, la cual posee diferentes ejes de acción dirigidos al Agua y Saneamiento, al ordenamiento territorial e institucional, ya la priorización y el esfuerzo por hacer cumplir la legislación vigente.

Por otra parte, el Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico PNGIRH MARN-2014, posee entre sus objetivos y fases, llevar a cabo Planes de Acción y estrategias de implementación a corto y mediano plazo, derivándose por otro lado, esfuerzos en apoyo a la aprobación de la Ley General de Aguas y la ratificación del derecho constitucional del agua y la seguridad alimentaria.

El cuerpo jurídico y normativo vinculado a la gestión del agua y saneamiento es la siguiente:

- LMA Medio Ambiente, Decreto 233-98;

- Código de Salud, Decreto 955, Diario Oficial 11-05-1988;
- Ley de Reglamento Especial de Aguas Residuales, Decreto 39
- “Ley de Riego y Avenamiento”, Decreto 153;
- “Ley Forestal” Junio 2002.
- “Reglamento Especial de Aguas Residuales, Decreto 39;
- Decreto 50: Reglamento sobre la Calidad del Agua, Control de Vertidos y Zonas de Protección, Diario Oficial 16-10-1987;
- Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario (2004), ANDA.
- Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Decreto 40, Diario Oficial 101, tomo 347, junio de 2000.
- NSO 13490109 “Aguas Residuales descargadas a un cuerpo receptor” CONACYT acuerdo No. 249 marzo 2009

Con respecto a la Ley Forestal, es importante destacar que su primera emisión fue el 8 febrero de 1973 con el objetivo de promulgar la conservación, regulación y acrecentamiento de los recursos forestales en el país. En Junio de 2002 se derogó y emitió una nueva Ley Forestal, ejerciéndose su última modificación en abril de 2012.

La misma establece como objetivo fundamental el “incremento, manejo y aprovechamiento de forma sostenible de los recursos forestales y el desarrollo de la industria maderera”, destinada a promover la participación del sector privado con fines productivos en el incremento y aprovechamiento de la cobertura arbórea. Aunque en sus principios esta ley promueve el incremento de la reforestación, la misma presenta grandes limitaciones en cuanto a la promoción de los recursos hídricos, pues no hace énfasis en su vinculación o articulación a una estrategia de gestión de cuencas y preservación de los ecosistemas, en coordinación y trabajo conjunto con el MARN, sino que se orienta a la particularidad de promover sectorialmente la producción maderable a través de planes de manejo forestal, quedando excluidas de su competencia la gestión y protección de las zonas “boscosas naturales”, áreas naturales protegidas y bosque salado. Esta situación provoca una desconexión entre el MARN y el MAG, ejerciendo cada institución sus propias acciones sin un enfoque coordinado y oportuno de preservación hídrica quedando la cobertura arbórea existente, expuesta a ser suprimida en el marco de la suplantación por la producción forestal, con el riesgo de volverse una nueva presión sobre los ecosistemas.

Si bien en el pasado, bajo la cobertura de la antigua ley forestal, el MAG ejercía ciertas funciones de vigilancia, inspección y regulación sobre la tala de árboles en zonas arborizadas, principalmente municipales y rurales, lo cual contribuía de alguna manera al control de la deforestación

desmedida, con la nueva ley, este rol queda sin efecto, pues su quehacer únicamente se limita al control y seguimiento de las plantaciones forestales que se encuentran dentro de un plan de manejo económico-productivo.

Esta situación ha sido percibida notoriamente por algunas Juntas de Agua y Asociaciones de Cuenca en diversas regiones hidrográficas al interior del país, quienes advierten de la débil función del MAG y el MARN, para el control de la tala de árboles y el evitar el cambio en los usos del suelo que actualmente se encuentran arborizados. Aspectos que fueron resaltados en el marco de los talleres de divulgación de los primeros resultados de diagnóstico del PNGIRH MARN desarrollados en las 10 regiones hidrográficas a nivel nacional, en diciembre de 2014.

En la región Hidrográfica Goascorán, en el oriental departamento de La Unión, la mancomunidad de municipios al norte del departamento, a través de sus Unidades Ambientales y Juntas de Agua locales, consideran que existen grandes vacíos en la Ley Forestal, dado que se refleja una baja regulación y control institucional, permitiendo la tala de árboles en zonas de recarga de fuentes de agua que deberían protegerse ya que son esenciales para el abastecimiento de las comunidades y población local.

Debe destacarse que estas Asociaciones de Cuenca y Juntas de Agua, constituyen las entidades locales y organizaciones comunitarias de gran importancia en la gestión hídrica, y el manejo y operación de muchos sistemas de agua y abastecimiento rurales, llegando a alcanzar más de dos mil asociaciones municipales, comunitarias y juntas de agua formalmente constituidas a nivel nacional, y reconocidas por las entidades locales, municipales y nacionales, con las que se ha establecido algún nivel de cooperación y trabajo conjunto.

Históricamente han desarrollado una labor primordial en la gestión hídrica, así como en la producción y abastecimiento de agua a comunidades y poblaciones que carecen de abastecimiento por parte de ANDA. Entre algunas de sus funciones a nivel general se tienen: la protección de las áreas de recarga y zonas aledañas a las fuentes de agua, gestión de la mejora y cobertura de los sistemas de abastecimiento a través de instancias municipales, organismos de cooperación internacional, ONG'S y entidades nacionales, organización para la gestión de cuencas, administración financiera, mantenimiento y operación de los sistemas de agua, entre otros.

En la cuenca del río Sucio, en el municipio de Ciudad Arce, las Junta de Agua locales consideran que debe revisarse la Ley Forestal, ya que se emiten autorizaciones de tala de árboles en zonas claves para la conservación de manantiales, ojos de agua y nacimientos, lo cual va propiciando la disminución de los caudales y su disponibilidad hídrica. Similar situación se destaca en otras regiones hidrográficas al occidente, en la región de Cara Sucia- San Pedro, Ahuachapán río Paz, centro, Zacatecoluca, y el oriente del país, Bahía de Jiquilisco, Usulután.

4. Retos hídricos que enfrenta el País

4.1 Agua y Saneamiento para todos

De acuerdo al monitoreo periódico que ejerce el Ministerio de Economía a través de la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples, la cobertura en agua ha experimentado mejoras en los últimos años. Así, para el año 2011, la cobertura en cuanto a acceso de agua por cañería a nivel nacional fue de 83.8%, (EHPM-2011), mientras que para el año 2014 fue de 86.1%(EHPM-2014). Un mayor incremento se destaca en cuanto al acceso por cañería en el área rural, donde para 2011 se reportaba una cobertura de 66.4%, mientras que para el año 2014 se reporta una cobertura de 72.1%, tal como se presenta en la tabla 9.

Tabla 9: Datos sobre cobertura de agua y saneamiento (%)

Fuentes de agua para abastecimiento	Nacional	Urbano	Rural
Acceso de agua por cañería	86.1	93.9	72.1
Agua mediante pozo	7.8	3.7	15.3
Otros medios (ej. Recolección de agua lluvia)	6.1	2.4	12.6

Fuente: EHPM-2014

Según la misma EHPM-2014, el 70.3% de la población que cuenta con agua accesible por cañería y pozos a nivel nacional no hace ningún tratamiento de la misma (hervir el agua, uso de filtros caseros, etc.) antes de ser utilizada para beber. Es decir, la gran mayoría de la población bebe directamente el agua suministrada del sistema de abastecimiento. La misma encuesta determinó que un 12.8% ejerce algún tratamiento consistente en hervir el agua o filtración y un 16.9% compra el agua envasada. En la tabla 10 se presenta los datos sobre la implementación doméstica de medidas de purificación de las aguas para beber.

Tabla 10: Datos sobre tratamiento de agua para beber(%)

Realiza Tratamiento de agua para beber	Nacional	Urbano	Rural
Algún tratamiento de agua	12.8	11.3	15.5
No hace ningún tratamiento pozo	70.3	64.7	80.4
Compra agua envasada	16.9	24	4.1

Fuente: EHPM-2014

La cobertura en cuanto a inodoro con conexión a alcantarilla reportó una disminución estableciéndose 38.6% para el año 2011 y 37.4% para el año 2014; inodoro con conexión a fosa

septica reporta 13.2% para el año 2011 y 14.20% para el año 2014. Letrinas de diversos tipos presenta una cobertura de 44.6% para el año 2011 y 48.4% para el año 2014. En 2011 se reportaron 58,576 familias sin servicio de saneamiento, equivalentes al 3.7% de familias que cubren sus necesidades fisiológicas al aire libre. Sin embargo, para el año 2014 el informe de la EHPM no reporta familias sin acceso a algún tipo de servicio sanitario. En la tabla 11 se reflejan las cifras sobre cobertura de acceso a servicio sanitario y disposición de excretas.

Con estos datos puede observarse que aunque se tiene una disminución en cuanto a cobertura por alcantarillado, se ha experimentado un incremento en cobertura por conexión a fosa séptica y disposición en letrinas, con lo que se básicamente se ha alcanzado en este año, de acuerdo a los informes, una cobertura de disposición y acceso a servicio sanitario o disposición de excretas del 100%, beneficiando notoriamente a la población y propiciando con ello una mejora fundamental en las condiciones de vida y con especial énfasis en la salubridad por la reducción de la contaminación directa, reducción de vectores y microorganismos patógenos.

Tabla 11: Cobertura sobre tipo de servicio sanitario y disposición de excretas (%)

Tipo de servicio sanitario	Nacional	Urbano	Rural
Inodoro con conexión a alcantarilla	37.4	56.1	1.0
Inodoro a fosa séptica	14.2	13.3	16
Letrinas de diversos tipos	48.4	30.6	83

Fuente: EHPM-2014

Sin embargo, aunque la disposición de excretas haya alcanzado una cobertura del 100%, el nivel de saneamiento en cuanto a la eficiencia y cobertura de sistemas de tratamiento y sistemas unifamiliares para la disposición o vertido final de las aguas residuales tratadas sigue siendo muy bajo, de tal forma que persisten los altos índices de Coliformes fecales, DBO₅, Sólidos Totales, entre otros, que afectan considerablemente las fuentes de agua y acuíferos.

En la tabla 12 puede observarse que la disposición de aguas grises (%) hacia la calle o algún cuerpo receptor sin tratamiento previo, sigue siendo muy alta, principalmente en el área rural.

Tabla 12: Disposición final de aguas grises (%)

Disposición final de aguas grises o jabonosas	Nacional	Urbano	Rural
Tirandola a la calle o aire libre	56	37	90.5
Mediante alcantarillado	37.8	57.8	
Tirándola a quebrada o río	2.6		2.4
Fosa séptica o pozo	3.6		

Fuente: EHPM -2014

Tal como se ha indicado anteriormente, uno de los aspectos que aún persisten es la baja capacidad de tratamiento biológico de los dispositivos unifamiliares y comunitarios para el saneamiento (letrinas, fosas sépticas y pozos de absorción), lo que constituye un permanente foco de contaminación de aguas subterráneas y nacimientos o captaciones superficiales. En el caso de las letrinas, su bajo mantenimiento y operación en relación a aspectos claves, limita grandemente su capacidad de tratar coliformes y otros microorganismos patógenos. De acuerdo a investigaciones y muestreos llevados a cabo por el MINSAL y publicados en 2004, “Evaluación del funcionamiento y seguridad microbiológica de letrinas secas en El Salvador” y otros estudios recientes de índole académica, estos factores se encuentran asociados a falta de separación entre orina y heces, exceso de humedad, falta de volteo periódico y aireación de sólidos, limitación de recursos económicos para obtener el material para el desecado de sólidos mezclados, desconocimiento y falta de rutina en el manejo de compartimentos separados, dificultad de manejo en el invierno, así como en la remoción y disposición final de sólidos para su aprovechamiento como mejorador de suelos, entre otros. En el caso de las letrinas solares, se han obtenido mejores resultados cuando se ha aplicado un buen manejo y exposición solar entre tres y seis meses. Sin embargo, es necesario profundizar en la disciplina, responsabilidad y conocimiento del manejo adecuado según el tipo de letrinas o sistemas de fosas sépticas y pozos de absorción que se implemente.

Gran parte de esta problemática se ve reflejada en los altos índices de contaminación bacteriológica por coliformes fecales y totales que se presentó en el apartado de calidad de aguas.

Con el propósito de fortalecer el conocimiento y aplicación de sistemas unifamiliares y comunitarios, a partir del año 2013 se han realizado esfuerzos a través del FISDL y MINSAL en coordinación y cooperación con la organización española Alianza por el Agua (AxA), con el propósito de establecer vínculos de cooperación mediante el desarrollo de cursos de capacitación y talleres conducidos por expertos del CENTA de España. El propósito de dichas jornadas ha sido la implementación de sistemas de tratamiento unifamiliares a través de biofiltros o biojardineras, o

bien, extensivos como unidades comunitarias o en pequeñas poblaciones, integrando tecnologías apropiadas y de bajo coste, mediante sistemas de tratamiento preliminar, separación de sólidos, filtración, biofiltros por gravedad horizontales y verticales, y lagunajes. Con ello, uno de los objetivos es su aplicación en comunides donde se presenten las condicones fisiográficas apropiadas y de espacio requeridas para la la disposición de los componentes del sistema y el tratamiento y el aprovechamiento del efluente tratado como agua de reuso para el riego de jardines, áreas verdes, árboles frutales y forestales.

4.2 Agua y energía

La matriz energética en El Salvador se constituye primordialmente de cuatro fuentes generadoras, donde la hidráulica representa en promedio el 30.2% de la capacidad de generación equivalentes a 472.6 Mw a través de cuatro centrales hidroeléctricas dispuestas en la cuenca del río Lempa, las cuales se presentan en la tabla 13.

Tabla 13: Capacidad de generación en El Salvador (Mw)

Fuente de Generación	Potencia (Mw)	Generación (%)
Energía Hidráulica	472,6	30.2
• Guajoyo	19.80	
• Cerrón Grande	172.80	
• 5 de Noviembre	100	
• 15 de Septiembre	180	
Biomasa	129.5	8.3
Térmica	755.7	48.4
Geotérmica	204.4	13.1
Total	1562.2	100

Fuente: Consejo Nacional de Energía (CNE-2014)

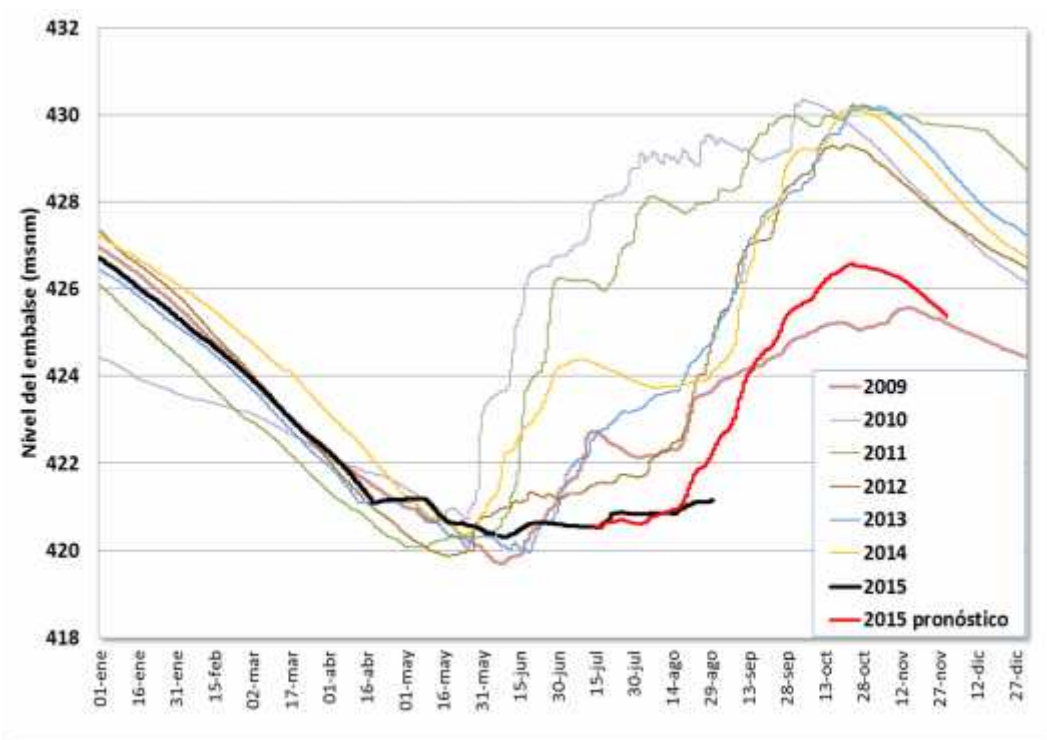
En la generación hidroeléctrica participan además unas 16 pequeñas hidroeléctricas dispuestas en cuencas y subcuencas menores que alcanzan una capacidad de generación estimada en 15.2Mw. Muchas de éstas pequeñas centrales se han desarrollado en los últimos 6 años, debido a las crecientes posibilidades de incorporación y venta al mercado eléctrico local, promovido por un nuevo marco legal favorable de ley de incentivos fiscales, socios públicos-privados, ley de inversiones y agilización de trámites y permisos. Sin embargo uno de los inconvenientes ha sido la falta de regulación en sus posibilidades de operación de una forma ambientalmente sustentable, principalmente en la época del verano, pues en algunos casos se han generado conflictos locales por embalsamiento de caudales o reducción de los mismos en tramos del río, afectando el agua disponible para el abastecimiento y el riego agrícola de parcelas situadas aguas abajo de los puntos de presa. La cuenca del río Sensunapán en el departamento de Sonsonate es un ejemplo de ello, donde la presión de uso del agua para fines de generación hidroeléctrica es muy alta

ocasionando controversias con otros usos prioritarios y con el mantenimiento de los caudales ambientales. De acuerdo al PNGIRH, esta cuenca se constituye en el ámbito hidrográfico que actualmente refleja una mayor intensidad de uso del agua a nivel nacional, dentro de una dinámica de baja sustentabilidad y de alto impacto sobre la preservación de su disponibilidad. En ese sentido, es considerada como una de las regiones prioritarias en la zona occidental del país, para la pronta implementación de planes de acción y de una gestión integrada del recurso.

A una escala mayor, la situación de reducción de lluvias a nivel nacional, tal como ha ocurrido en el presente año, debido al impacto por el fenómeno del niño, ejerce una presión sobre la generación hidroeléctrica debido a la disminución de los influjos que ingresan a los embalses y que constituyen la reserva, principalmente para la época seca.

Al respecto el informe hidrológico sobre la reducción de lluvias y caudales, ilustrado anteriormente en el mapa III, indica una disminución de caudales en el orden del 50% al 80% para la zona media alta de la cuenca del río Lempa. Esta disminución, de acuerdo a los reportes del MARN determinó que el nivel del embalse Guajoyo alcanzara el 95% de su capacidad como reserva de entrada al inicio de la época seca, lo que obligará a una mayor regulación en la operación y generación hidroeléctrica del próximo año. En la gráfica 1 puede observarse que en los años anteriores los niveles máximos del embalse habían sido alcanzados entre los meses Julio y Octubre, para luego empezar de nuevo el descenso de la curva de recesión en la generación de verano.

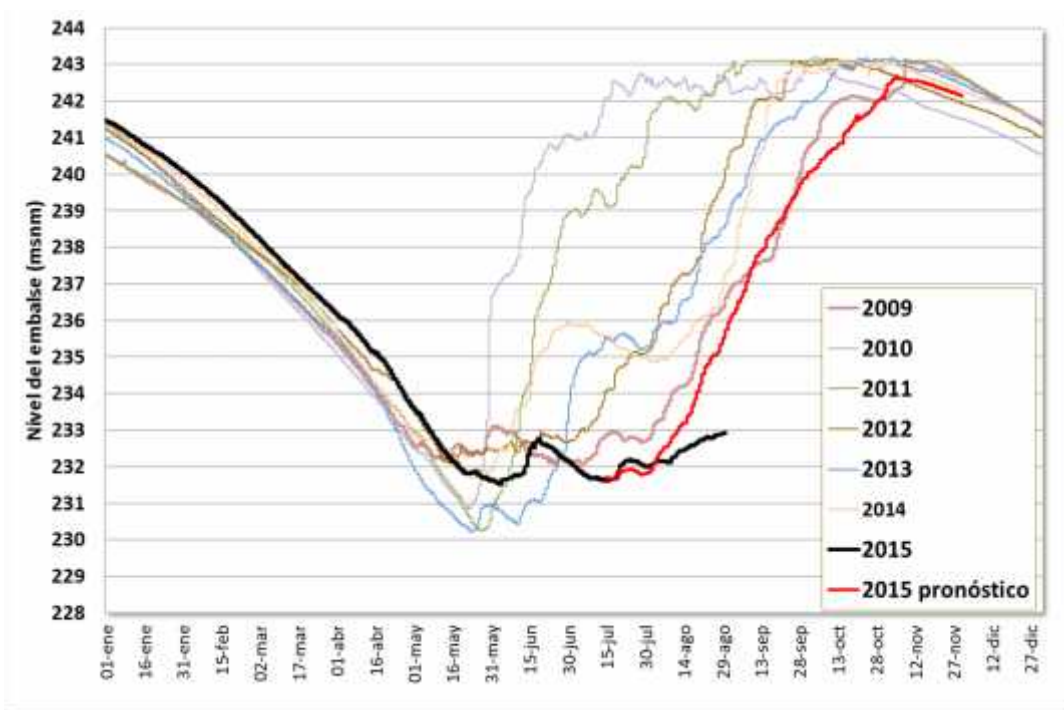
Grafica 1: Comparativa de Niveles 2009-2015, Embalse Guajoyo



Fuente: MARN-DGOA Octubre 2015

Por otra parte, con respecto a la represa hidroeléctrica del Cerrón Grande, la misma alcanzó sus niveles máximos a finales de octubre del presente año, para inmediatamente después iniciar el descenso de su curva de niveles al inicio de la época seca. De acuerdo a los registros de los últimos siete años en la gráfica 2, puede observarse que el nivel máximo había sido alcanzado con mucha antelación, mayoritariamente entre los meses de Julio y Septiembre, lo que refleja la condición límite que se presentó este año, debido a la reducción severa de los influjos al embalse.

Gráfica 2: Comparativa de Niveles 2009-2015, Embalse Cerron Grande



Fuente: MARN-DGOB octubre 2015

Al respecto es importante destacar que la generación hidroeléctrica en el país se ve altamente impactada por las bajas condiciones hídricas actuales, incluso volviéndose una variable determinante en el análisis y reevaluación de la viabilidad energética, económica y ambiental de los futuros proyectos. Así, uno de los proyectos fundamentales, como lo es la represa hidroeléctrica de “El Chaparral” se proyecta precisamente en la zona oriental del país, siendo su ubicación tal como se ha visto, uno de los puntos de mayor afectación por reducción de caudales y por periodos de sequia recurrente de forma interanual, alcanzando de acuerdo a los registros de la estación hidrométrica Torola, una reducción para este año del 95% de sus caudales en relación a sus promedios históricos.

Además de la producción hidroeléctrica, la generación termo eléctrica y por biomasa incide en una mayor demanda de uso del agua para los sistemas de enfriamiento, lo cual se ha visto reflejado en el incremento de usos del agua que se reportan en el análisis de la demanda efectuada por el PNGIRH, tal como se presentó en la tabla 5.

Desde esa perspectiva, es importante destacar la importancia de la implementación de regulaciones en los usos del agua que se derivan del crecimiento del sector energético, pues su desarrollo como sector fundamental social y económico debe ser ajustado a las actuales condiciones y posibilidades hídricas del país, desde un enfoque de sustentabilidad en interacción con otros usos esenciales y prioritarios del agua.

Según los datos del Consejo Nacional de Energía la potencia máxima utilizada en el país ha sido de 1089 Mw, requerida el pasado día 29 de abril, pues la potencia promedio utilizada interanualmente se encuentra en el orden de los 900 Mw. La capacidad de generación o potencia instalada, tal como se ha visto, es de 1562.2 Mw, lo cual representa una excedencia o reserva de potencia de aproximadamente el 30% en relación a la potencia máxima utilizada en el país.

Con relación a la demanda nacional de energía eléctrica, se cuenta que para el año 2014 fue de 6,067 Gwh, correspondiente a una potencia media estimada de 800 Mw y con requerimiento de picos de potencia en el orden de los 1000 Mw, alcanzando los 1089 Mw, tal como se mencionó anteriormente. En ese sentido, de acuerdo a la capacidad instalada de potencia y de producción de energía eléctrica, la demanda nacional y su ritmo de crecimiento, puede ser satisfecha desde las capacidades actuales, permitiendo ampliar la matriz energética con otras fuentes de energía renovable, así como gestionar y llevar a cabo de forma planificada, sustentable, por fases y desde una perspectiva de gestión hídrica-ambiental, los proyectos afines a un crecimiento energético equilibrado con las capacidades hídricas del país.

4.3 Agua, adaptación al cambio climático y gestión de riesgos

Los impactos por el cambio climático y la variabilidad climática en los recursos hídricos y su disponibilidad, así como el surgimiento de eventos asociados a riesgo por desbordamientos, inundaciones o sequías, se han experimentado con mayor intensidad en la última década con la presencia de eventos recurrentes de altas precipitaciones en cortos periodos de tiempo (mm/min), disminución de la precipitación media, incremento de la temperatura de acuerdo al análisis de registros de las estaciones en diferentes puntos del país, y la presencia de una mayor frecuencia de más de 15 días consecutivos secos principalmente en la zona oriental y nor-occidental del país, con afectación directa a la producción agrícola.

A partir de estas condiciones climáticas que interactúan con los aspectos inherentes al deterioro ambiental del país, debido entre otros aspectos, a la pérdida progresiva de la cobertura arbórea, pérdida de capacidad de infiltración en áreas de recarga y avance urbanístico en zonas frágiles, se han ido configurando a nivel institucional y sectorial estrategias y medidas de adaptación para reducir las condiciones de riesgo en zonas de mayor exposición y con el fin de favorecer la preservación de los medios de vida de la población.

En ese sentido, posterior a los eventos de la baja presión asociado al Huracán IDA (7 noviembre de 2009), tormenta tropical Agatha (29-30 mayo del 2010) y depresión tropical 12E (10-20 octubre de 2011), en los cuales se reportaron pérdidas en vidas humanas y cuantiosos daños materiales, se realizaron a través del Ministerio de Obras Públicas, importantes inversiones en obras de

mitigación y protección relacionadas a ordenamientos de cauces, estabilización de taludes, muros de confinamiento en las secciones de los ríos en algunos tramos de mayor exposición en San Salvador y rehabilitación e incremento de diámetros de colectores, contribuyendo significativamente a controlar los desbordamientos en los puntos críticos.

A diferencia de esos años 2009-2011, a partir del año 2012, el territorio nacional ha experimentado años con menor cantidad de lluvia, incluso inferior a los promedios históricos tal como ha ocurrido en el presente año 2015, en el cual se reportó una reducción de lluvias severa principalmente en la zona oriental del país durante los meses de junio a agosto, pero posteriormente se tuvo la presencia de un incremento de lluvias en los meses de septiembre a noviembre.

Al respecto, el informe hidrológico presentado por el MARN en noviembre, destaca la perspectiva climática analizada por CEPAL -2010, para El Salvador, donde se establece el desaparecimiento de la curvatura bimodal característica del régimen de precipitación, en el que se tienen la mayores precipitaciones entre los meses de Mayo-Junio y en un segundo momento entre los meses de Septiembre-Octubre, hacia una transición de un comportamiento de mayor presencia de altas precipitaciones, únicamente en el último trimestre del invierno en los meses de Septiembre a Noviembre, con la consecuente reducción en cuanto al promedio anual de lluvias.

Esta situación ha venido siendo analizada por varios estudios realizados para el área centroamericana y con enfoque particular de país, en los que se determina para el caso salvadoreño una reducción de las lluvias promedio, incremento de eventos de altas intensidades, mayor frecuencia de eventos con presencia mayor a 15 días consecutivos secos, e incrementos en la temperatura y las tasas de evapotranspiración con el consecuente aumento de la celeridad en la pérdida de humedad del suelo.

De acuerdo a los estudios iniciales por impacto de cambio climático conducidos por Abel Centella del Centro Nacional de Cuba en 1998, tomando en cuenta una línea base de 30 años (1961-1980), los resultados establecen:

- Incremento de la temperatura entre 0.8 °C – 1.1°C para 2020 y hasta 2.5 °C – 3.7°C para 2100.
- Reducción de precipitación -11.3% a incrementos de +3.5% para el 2020 y de -36.6% a +11.1% para el 2100.

De acuerdo al estudio realizado a través de la Universidad de Santa Clara California (E.P. Maurer, 2008) el cual tuvo como propósito principal evaluar la capacidad de generación hidroeléctrica del principal embalse del país, “Cerrón Grande” se establecieron los siguientes resultados:

- Estableciendo la línea base como referencia climática en el periodo (1961-1990), para los escenarios de emisiones B1 y A2, los resultados reportaron incrementos entre 1.9 °C – 3.4°C para la segunda mitad del siglo XXI.

- Disminución de precipitación de -5% y -10.4% para ambos escenarios de emisiones, respectivamente.
- Se determinó una reducción de entrada de los caudales a los embalses, principalmente entre los meses lluviosos de Junio a Septiembre entre 13% y 24% y un decrecimiento de acumulación de agua para la generación hidroeléctrica entre 33% y 53% como resultado del incremento en la frecuencia de años con flujos reducidos e incremento de la evapotranspiración.

Asociado a esto último se refleja la disminución de acumulación de agua que se tuvo este año en el embalse de Guajoyo y la condición de reducción de ingresos de flujos en el embalse “Cerrón Grande”, el cual alcanzó su nivel máximo, con casi dos meses de retraso en cuanto al comparativo de los últimos años.

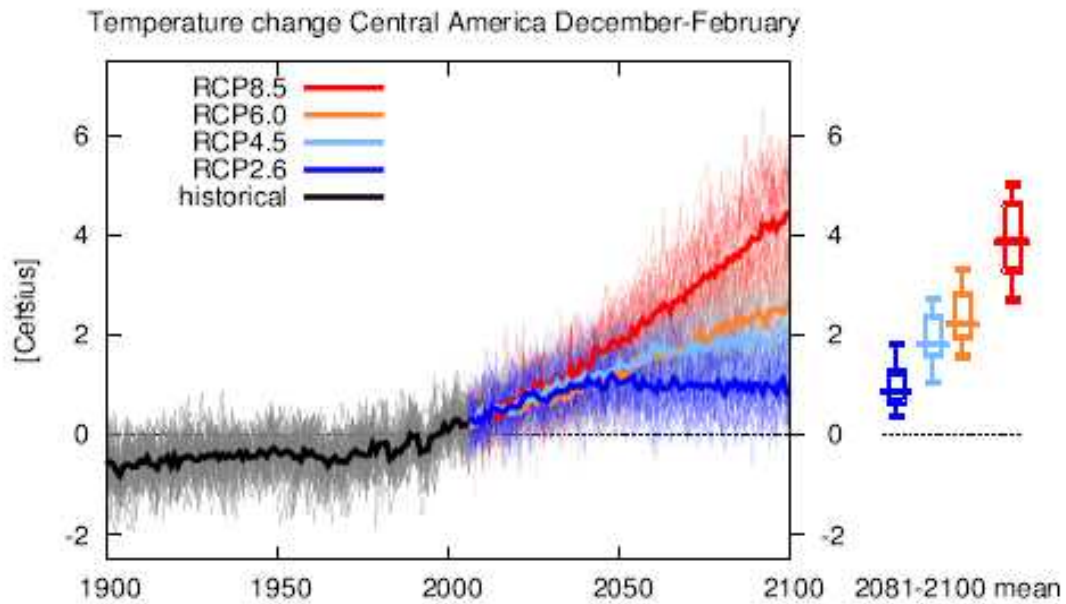
Posteriormente en el año 2010, el estudio de CEPAL-2010, establece una tendencia similar a los estudios anteriores, para el caso salvadoreño.

- De acuerdo al escenario de mayores emisiones de gases de efecto invernadero A2, se esperaría un incremento entre 0.77°C y 2.03°C para la primera mitad del siglo y entre 2.9°C y 4.73°C para la segunda mitad del siglo.
- En relación a la lluvia, se esperaría una reducción entre -2.67% a -15.23% para la primera mitad del siglo y una reducción entre -15.73% y -31.67% para la segunda mitad del siglo.
- Para el escenario A2 se esperaría una reducción significativa en la disponibilidad hídrica neta a nivel nacional (precipitación menos pérdidas por evapotranspiración) de 44% para el año 2050 y de 82% para el año 2100, así como una reducción para ese mismo año 2100, del 93% de la disponibilidad per cápita (estimada en el orden de 3,508 m³/habitante/año de acuerdo a cálculos del MARN).

De acuerdo a las perspectivas climáticas de CEPAL, bajo las condiciones del escenario A2 para finales del presente siglo, y de continuar con el deterioro paulatino de los ámbitos hídrico-ambientales y los ecosistemas, el país podría verse en una situación extrema cercana al agotamiento hídrico.

Similar condición en cuanto a las proyecciones climáticas se derivan de los últimos informes del IPCC-2013 del grupo de trabajo I en preparación al reporte AR5, tomándose como línea de referencia (1986-2005). De acuerdo a las proyecciones de temperatura indicadas en la gráfica 3, para los escenarios RCP(2.6-8.5) se tienen incrementos de 1.5°C a 2°C para mediados de siglo y en el orden de 1.5°C a 5°C para finales de siglo.

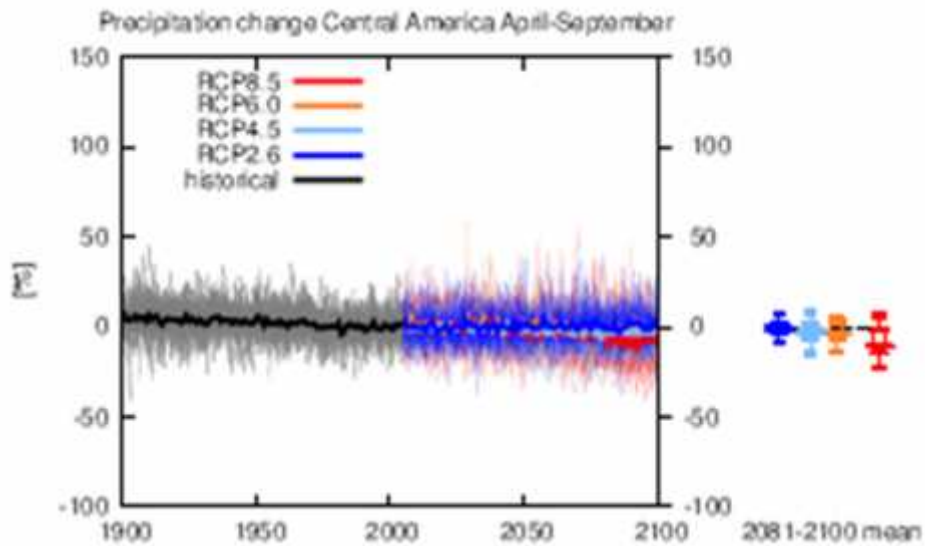
Gráfica 3: Proyecciones de variación de temperatura °C en Centroamérica



Fuente: IPCC Grupo de Trabajo I AR5-CC 2013

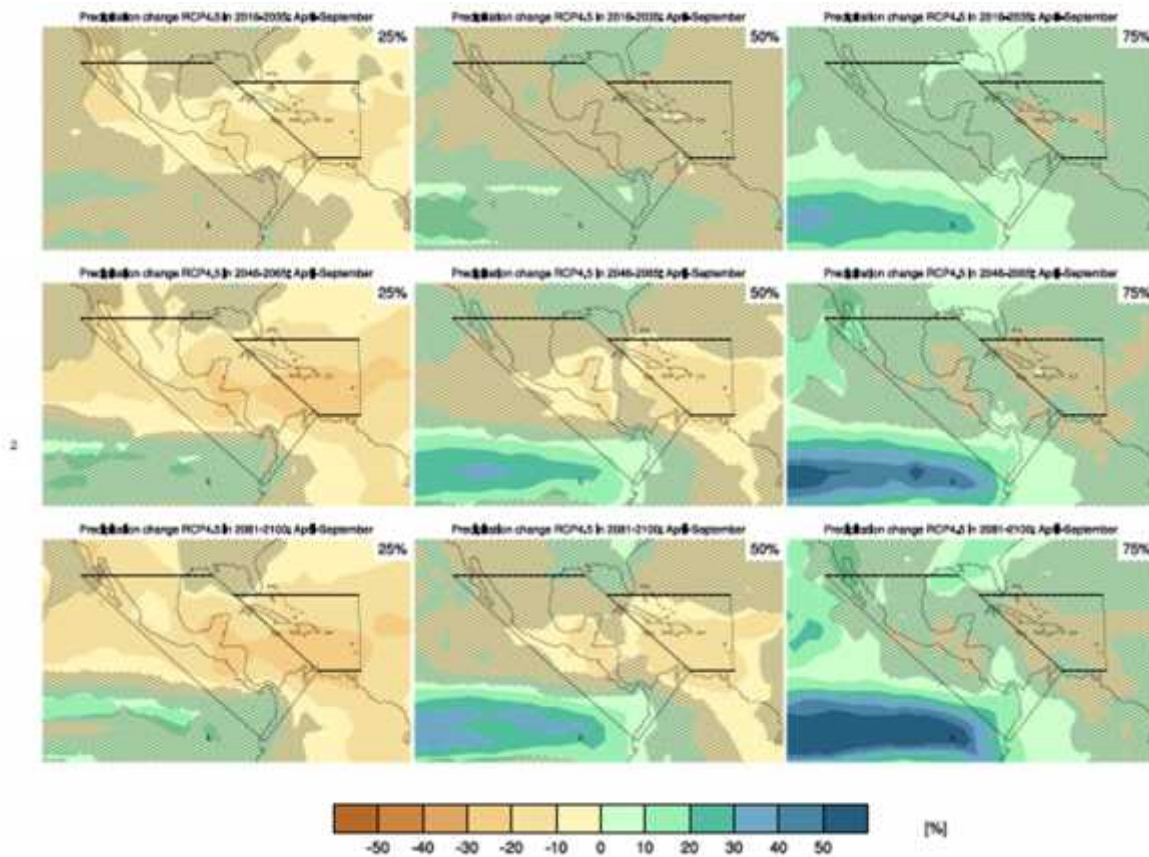
En el caso de precipitaciones, para los mismos escenarios se proyectan preferencialmente tendencias de reducciones entre -20% y -30% para 2050 y 2100 respectivamente, tal como se observa en la gráfica 4 y 5.

Gráfica 4: Proyecciones de variación de precipitación en Centroamérica(%)



Fuente: IPCC Grupo de Trabajo I AR5-CC 2013

Gráfica 5: Proyección de la variación de la Precipitación (%) en Centroamérica para tres niveles de dispersión, tres periodos en el presente siglo y para el escenario RCP4.5



Fuente: IPCC Grupo de trabajo I AR5-CC 2013

Considerando estas condiciones y escenarios de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y ecosistemas, en el año 2013 el MARN lanzó la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), la cual tiene como objetivo implementar acciones prioritarias para la adaptación en coordinación con otras líneas claves impulsadas por otras instituciones y carteras de Estado en el ámbito económico, social y productivo. Siendo así, la ENCC conlleva acciones en el ramo de la agricultura y gestión de cuencas, infraestructura y modernización vial para promover la conectividad y reducir la contaminación de emisiones de gases carburantes, eficiencia energética, ordenamiento territorial, saneamiento enfocado al control y manejo de vertidos domésticos, y restauración de ecosistemas y paisajes naturales, entre otros. Adicionalmente, a la ENCC, se está impulsando el Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC) lanzado en Junio del presente año y el Plan de Adaptación Nacional los cuales contendrán los lineamientos y acciones prioritarias, así como el marco jurídico, agenda de trabajo y gestión del financiamiento concibiéndose como los instrumentos claves para la tercera comunicación nacional sobre cambio climático.

Un aspecto primordial que debe tenerse en cuenta en la ENCC y la implementación del PNCC es que sus líneas estratégicas y acciones deben surgir precisamente del análisis, información y resultados de los estudios de cambio climático, dirigiendo su enfoque especialmente hacia la

adaptación de los sectores poblacionales más vulnerables y sus medios de vida, hacia la preservación de los recursos hídricos y ecosistemas, hacia la promoción de los planes de acción en cuencas prioritarias, tal como lo establece el PNGIRH y hacia la diversificación agro productiva y seguridad alimentaria, por mencionar algunos aspectos, de tal forma que las estrategias de adaptación identificadas, relacionadas a infraestructura de mitigación y lagunas de laminación, modernización y mejoras de la conectividad vial y construcción de ejes preferenciales en el entorno de zonas frágiles, eficiencia energética y ampliación de la capacidad de generación mediante la construcción de los grandes proyectos hidroeléctricos, etc., no se vuelvan contradictorios con los objetivos de adaptación y sustentabilidad hídrica – ambiental que se persiguen.

Dentro de esta perspectiva es importante destacar las proyecciones de escenarios futuros, incorporando los impactos por cambio climático y medidas de planificación en el escenario 3, de las condiciones hídricas en las regiones hidrográficas a un mediano y corto plazo (condiciones actuales - 2022), estimadas por el PNGIRH y que se presentan en la tabla 14.

De acuerdo a las proyecciones puede observarse que 3 regiones hidrográficas no presentan estrés hídrico, 4 regiones presentan o presentarán a corto plazo estrés hídrico bajo, 2 estrés hídrico medio y 1 estrés hídrico alto.

Tabla 14: Condiciones para escenarios para la situación actual y escenarios futuros (2017 - 2022)

Índice de estrés en los escenarios futuros en las RH transfronterizas					
Sistema de Explotación/Ámbito		Situación Actual Escenario 1	Escenario 2 2017+Qeco	Escenario 3 2000+Qeco	Escenario4 2022+Qeco+CC
SE Lempa	Nacional+ transfronterizo	0.09	0.10	0.11	0.11
	Sólo nacional	0.12	0.13	0.15	0.15
SE Paz	Nacional+ transfronterizo	0.06	0.12	0.12	0.11
	Sólo nacional	0.08	0.14	0.15	0.15
SE Goascorán	Nacional+ transfronterizo	0.01	0.01	0.01	0.01
	Sólo nacional	0.01	0.01	0.01	0.01

Índice de estrés en los escenarios futuros en el resto de SE				
Sistema de Explotación	Situación Actual Escenario 1	Escenario 2 2017+Qeco	Escenario 3 2000+Qeco	Escenario4 2022+Qeco+CC
SE Cara Sucia-San Pedro	0.22	0.23	0.23	0.22

SE Grande de Sonsonate-Banderas	0.64	0.65	0.65	0.64
SE Mandinga-Comalapa	0.05	0.06	0.06	0.06
SE Jiboa-Estero de Jaltepeque	0.18	0.22	0.23	0.22
SE Bahía de Jiquilisco	0.11	0.11	0.12	0.11
SE Grande San Miguel	0.08	0.08	0.14	0.13
SE Sirama	0.02	0.02	0.02	0.02

Leyenda de colores. Verde: sin estrés hídrico (0-0.1); Amarillo: estrés hídrico bajo (0.1-0.2); Naranja: estrés hídrico medio (0.2-0.4); Rojo: estrés hídrico alto (0.4-0.8)

Fuente: Resumen Ejecutivo, PNGIRH.

4.4 Agua para la seguridad alimentaria

El aprovechamiento y manejo del agua con fines a mejorar la seguridad alimentaria de la población cada vez ha ido adquiriendo una mayor importancia y centralidad en la gestión del MAG, lo cual se ha expresado a través del trabajo y cooperación que ha venido desarrollando con pequeños agricultores, asociaciones cooperativas, sectores privados y regantes, no solamente en la gestión del agua, sino además, en los otros aspectos relacionados y necesarios para favorecer la seguridad alimentaria.

El Programa de Agricultura Familiar (PAF), iniciado en 2011, se presenta como uno de programas destacados para tal fin, y que tiene entre sus acciones articular adecuadamente las cadenas logísticas y de comercialización, capacitación y asesoría técnica, tenencia y acceso a la tierra, acceso a insumos e implementos agrícolas, y eficiencia en el uso del agua. Según reportes del MAG, este programa ha contribuido a la diversificación agrícola mediante huertos caseros, a la implementación de reservorios de agua para riego y sistemas de riego eficiente, a la ampliación de la producción acuícola y a la conservación de suelos, beneficiando principalmente, a amplios sectores de escasos recursos en zonas rurales. De acuerdo a la institución, entre Junio de 2013 y Mayo de 2014 se han beneficiado a más de 11,000 familias, promoviendo la seguridad alimentaria de la misma cantidad de familias. De igual forma se ha fomentado la construcción de un estimado de 2,665 obras de conservación de suelo y agua, siendo la ampliación y rehabilitación de los sistemas de riego, y su uso de manera más eficiente, uno de sus objetivos fundamentales para los cuales ya se cuentan con proyectos realizados y fuentes de financiamiento para futuras obras a corto y mediano plazo.

Al respecto, en el marco del plan estratégico 2014-2019 “Agricultura para el Buen Vivir” se ha hecho énfasis en los programas de agricultura familiar propiciando la consolidación de huertos familiares, muchos de ellos con aplicación de riego por goteo y micro aspersión, construcción de

reservorios de agua, y siembra de árboles frutales y forestales, que en su conjunto han beneficiado a un estimado de 17,000 familias. Por otra parte, se ha llevado a cabo la rehabilitación de 3 pozos en el Distrito de Riego de Zapotitán y el inicio del proceso de rehabilitación de otros 9, lo cual permitirá la producción de alimentos en 1,870 mz de terrenos regables.

Todas estas medidas se enmarcan adicionalmente, en los esfuerzos que la institución está llevando a cabo para la formulación de una política y estrategia para la adaptación de la producción agropecuaria al cambio climático, la cual persigue fomentar y promover inversiones dirigidas a la adaptación agro productiva y la seguridad alimentaria.

Como parte de las acciones iniciales se ha realizado el establecimiento de 8 estaciones agroclimáticas para conformar una red de registro y observación climática de áreas productivas y zonas marino costeras, con la finalidad de conformar un sistema de alerta temprana en interrelación con el estudio de análisis de las condiciones climáticas, de especies resistentes y de mejor adaptación, y de medidas dirigidas a la promoción de la diversificación agrícola, protección de fuentes de agua y captación de agua lluvia, entre otras, que contribuyan en su conjunto a disminuir las pérdidas agrícolas y acuícolas por sequía o inundaciones. Entre algunas medidas realizadas en el periodo Junio 2014 – Mayo 2015 se destaca la protección de 1,085 manzanas con obras de conservación y de agua, siembra de frutales, disponibilidad de 21,500 mt³ de agua lluvia, protección de ocho fuentes de agua, fomento de sistemas silvopastoriles y de buenas prácticas mediante la no quema y el desarrollo agro productivo sustentable.

Uno de los objetivos primordiales con respecto al agua para la seguridad alimentaria, es mejorar la eficiencia en los sistemas de riego, pues tal como se explicó en el apartado 2.2 sobre Demandas del Recurso Hídrico, los gastos per cápitas reflejan un alto excedente que se pierde como evaporación y evapotranspiración en las aguas de retorno, luego de ser aprovechadas por los usos consuntivos de los cultivos. En ese sentido, gran parte de los incrementos de áreas regadas, 760 Ha adicionales en 2014 con respecto a 2013, comprenden la incorporación de sistemas por goteo y microaspersión, en parcelas y extensiones dedicadas a la producción de granos básicos y hortalizas.

4.5 Gestión de ecosistemas para garantizar los servicios hídricos

La Política Nacional de Medio Ambiente (PNMA) presentada en 2012 por el MARN establece como objetivo primordial reducir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático, priorizando entre sus ejes fundamentales revertir la degradación de los ecosistemas y ordenar ambientalmente el uso del territorio.

Al respecto destaca que la dinámica de la deforestación y la expansión de algunos cultivos como la caña de azúcar fue motivo de especial preocupación durante la consulta pública, señalando que la superficie de cultivo de dicho rubro aumentó en más de 30,000 ha durante los años 2000 y 2010. Por otra parte destaca que si bien los *“ecosistemas forestales tuvieron un incremento y recuperación durante la época del conflicto armado, para el año 2007, se estimó una cobertura boscosa (excluyendo café) de 247,321 ha, representando una reducción de 48,280 ha con respecto*

a 1998. De similar forma, la superficie de café se redujo en 48,706 ha entre 2000 y 2009, cuando alcanzó en ese año 174,481 ha, debido al cambio hacia otros usos agrícolas, lotificaciones y parcelaciones industriales”⁷.

Aunque los ecosistemas constituyen comunidades de vida que interactúan entre sí y su entorno físico, desde el nivel de especies superiores hasta microorganismos, la Política Nacional de Medio Ambiente concibe, desde el punto de vista de la gestión ambiental nacional, la gestión de los ecosistemas como algo íntegramente vinculado a la gestión de tierras cultivadas y pastizales, ríos y humedales (lagos, lagunas, esteros, pantanos), los bosques, así como a la gestión de los parques y zonas verdes en los espacios urbanos.

Tomando en cuenta esta concepción, se establecieron líneas prioritarias de acción dirigidas a la restauración y conservación inclusiva de dichos ámbitos, integrando en su esfuerzo el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) cuyos componentes consisten en el desarrollo de una agricultura resiliente al clima, el desarrollo de una infraestructura física e infraestructura natural, y la restauración y conservación inclusiva de ecosistemas críticos.

Aunque estas líneas de acción comprenden esfuerzos diversos en el área del saneamiento ambiental integral y la preservación de la biodiversidad, adquiere un especial énfasis en la gestión y restauración de los ecosistemas con un enfoque de cuenca hidrográfica, según la PNMA, *“tomando en cuenta su parte alta, media y baja, para lograr la recuperación del suelo, la regulación hídrica... y la preservación de las fuentes de agua,... así como la reducción de la erosión y la sedimentación”*.

Al respecto, una referencia importante de investigación sobre los impactos de estos procesos de degradación, es el estudio realizado en base a modelación hidrológica sobre cambios en los usos del suelo en la cuenca alta del río Acelhuate en el AMSS (Erazo, A. MARN 2009)⁸, en el cual se refleja una pérdida de cobertura arbórea de 5.5 km²(550 ha) entre 1992 y 2009. Esta pérdida de cobertura ha significado un efecto negativo sobre la zona de recarga hídrica del acuífero de San Salvador y sobre la regulación del escurrimiento cuya atenuación natural se ha visto altamente disminuida. De acuerdo al estudio, los caudales en puntos de control aguas abajo se han visto incrementados en un 22% con relación a los caudales generados por la misma condición de lluvia en 1992 en la que la cobertura arbórea presentaba un 12.7% más que la cobertura existente en 2009. Por otro lado, los caudales picos se presentaron con 25 minutos de antelación a los caudales pico que se hubiesen presentado en 1992.

⁷ MARN; Política Nacional del Medio Ambiente, “Degradación de Sistemas de gran valor”, 2012.

⁸ Erazo, A., “Análisis de los Impactos de los Cambios de Usos de Suelo en la Escorrentía Superficial del Arenal Seco, San Salvador”, SNET-MARN 2009.

Además de su importancia para la reducción de la vulnerabilidad, la zona ecosistémica al sur poniente de la capital, brinda un servicio esencial para la recarga del acuífero de San Salvador, el cual, de acuerdo a diferentes estudios ha experimentado disminuciones periódicas de sus niveles freáticos en las tres últimas décadas. En ese sentido, dicha área boscosa constituye una extensa área de recarga hídrica sometida a un proceso de continuo deterioro, debido principalmente a la presión que ejercen grandes intereses económicos por la construcción de complejos habitacionales, centros comerciales, y apertura y ampliación de ejes viales preferenciales que promueven a su vez, la continuidad de la expansión urbanística.

En virtud de esta dinámica y en correspondencia a los lineamientos de la PNMA, se han desarrollado en los últimos años, planes zonales de ordenamiento ambiental en el área metropolitana, los cuales aunque tienen como propósito regular ambientalmente el uso del suelo, se han orientado en gran medida a adaptarse a esta realidad, formulando actualmente en ese sector sur poniente de la capital, una re categorización como “áreas urbanas continuas” o “áreas a rehabilitar”, de zonas que en los años 90 fueron categorizadas como de máxima protección y conservación por el PLAMADUR-96.

Similar situación se experimenta en las estribaciones sur de la Cordillera del Bálsamo, en los municipios de Antigua Cuscatlán, Nuevo Cuscatlán y Santa Tecla, los cuales experimentan el deterioro y eliminación de zonas que constituyen importantes áreas boscosas con cobertura arbórea natural y fincas de café con bosque de sombra, situadas en las partes altas y medias de cuencas hidrográficas que poseen un gran valor ecosistémico e hídrico, pero que se ven sometidas a un continuo y severo proceso de intervenciones urbanísticas sin una mínima adecuación de compatibilidad ecológica con su entorno y con el área que intervienen, pues los proyectos urbanísticos se basan en la eliminación casi total del área arborizada para luego suplantarla en una fracción por áreas engramadas y especies ornamentales que su vez demandan más agua.

Es desde esta perspectiva que se plantea, en el marco de una estrategia nacional a diversas instancias, uno de los principales desafíos en cuanto a la promoción de un enfoque de desarrollo socio económico sustentable y ecosistémico, en el cual, es preciso la priorización de la problemática como un ámbito de discusión, participación y diálogo, entre las instituciones competentes con los diversos sectores involucrados.

Sobre ello y en relación a la degradación de los ecosistemas, es necesario la formulación de un nuevo marco conceptual urbanístico, adaptado a las condiciones ambientales límites y actuales del país, que dé paso a la creación de nuevas normativas y reglamentos de la construcción con el fin de promover, entre algunos aspectos, la prioridad de la preservación de los ecosistemas y de manera particular la permanencia predominante de espacios naturales en toda la configuración arquitectónica, la edificación en altura, la integración de los proyectos a la fisiografía de los terrenos, minimizando la remoción de tierras así como las áreas impermeables en relación a las áreas naturales permeables, es decir, revalorizando los porcentajes que no se deben impermeabilizar de acuerdo a las condiciones de cada sitio, y conservando los espacios necesarios

para los sistemas de saneamiento y la posibilidad de reutilización en zonas verdes de las aguas tratadas.

Especial atención requieren, por otra parte, algunas zonas al interior del país, en las cuales se presentan similares procesos de deterioro por deforestación intensiva de áreas de recarga hídrica esenciales para la preservación de caudales ambientales en los ríos y fuentes de agua para el abastecimiento de la población, como son entre otras, por mencionar algunas, el área conocida como la “Montañona” en el norteño departamento de Chalatenango y su importancia para la preservación del río Tamulasco como fuente de agua para el abastecimiento de la población del municipio. La cobertura natural en las zonas de Juayua y Apaneca, en la cuenca alta del río Sensunapán, en el occidental departamento de Sonsonate, la cual se ve intervenida continuamente por lotificaciones “eco-turísticas”, con todas las características de intervenciones urbanas, que agudizan aún más la precaria situación hídrica de dicha cuenca, tal como se ha mencionada anteriormente. Otras áreas de importancia son las zonas medias y altas de la cuenca del río Chilama, en el departamento de La Libertad, las cuales se han caracterizado históricamente por una amplia hidrografía conformada por áreas boscosas que son fundamentales para la atenuación y recarga del flujo subsuperficial que provee el mantenimiento de los caudales ecológicos en el río, afluentes y manantiales locales, los cuales se ven severamente impactados por el incremento permanente de proyectos habitacionales en la parte alta y la reconversión a zonas de producción agrícola sin obras de conservación de suelos, ni corredores biológicos para el mantenimiento de la biodiversidad local, repercutiendo en la reducción de la cantidad y calidad de caudales medios aguas abajo, que son esenciales para el mantenimiento de una de las principales captaciones de ANDA para el suministro de agua a la población de la ciudad “Puerto de la Libertad”.

Con ello, la preservación hídrica y sus bienes asociados, desde la gestión de los ecosistemas, adquiere un lugar prioritario en la agenda ambiental y en la formulación de los planes zonales, los cuales deben reflejar las pautas para un desarrollo socio-económico regulado y equilibrado con su entorno natural y en correspondencia a las condiciones específicas y valores hídrico-ambientales de cada lugar que se articulan a través de la gestión prioritaria de los ecosistemas.

4.6 Gobernanza Hídrica y financiamiento

La gobernanza de la gestión hídrica se encuentra articulada actualmente por el marco institucional, jurídico y normativo que se presentó en el apartado 3, destacándose el MARN como la entidad principal con atribuciones claras y específicas de protección del recurso hídrico, zonas de recarga y los bienes asociados como son los bosques, suelos y ecosistemas. En esa línea, la Ley de Medio Ambiente le confiere al MARN el rol de asegurar un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales tal como lo indican los artículos 64 y 65, estableciendo que *“las instituciones que tengan competencia para el uso de un mismo recurso deberán coordinar y compatibilizar su gestión con las disposiciones de la ley de medio ambiente para asegurar la sostenibilidad en el aprovechamiento de dicho recurso”*. Por otra parte, el artículo 70 establece la potestad del MARN de elaborar los reglamentos necesarios para la gestión, uso, protección y

manejo de las aguas y los ecosistemas, como propuestas para su aprobación por el Presidente de la República, tomando en cuenta la legislación vigente y sujetos a los criterios siguientes: priorización del consumo humano, protección de los ecosistemas y el ciclo hidrológico con finalidad que el mismo no sufra alteraciones que afectan la productividad hídrica, aseguramiento de la cantidad y calidad de las aguas mediante la regulación de sus usos, protección del recurso hídrico de la contaminación y asegurar que todo concesionario de un recurso hídrico para su explotación sea responsable de su preservación. La misma ley establece por otra parte, la cobertura jurídica para su cumplimiento y el marco sancionatorio a nivel administrativo y penal, cuando se incurra en infracciones ambientales.

Todos estos aspectos constituyen un campo de acción coherente que brinda el potencial necesario, a nivel institucional y con los instrumentos técnicos y jurídicos, para consolidar un quehacer eficaz, protagónico y fortalecido en la preservación, ordenamiento y gestión del recurso hídrico, principalmente, ante la ausencia de una Ley General de Aguas,

En ese sentido, problemáticas sobre la paulatina degradación hídrico-ambiental que se indicaron en el apartado 4.5 *Gestión de los ecosistemas para garantizar los recursos hídricos*, deberían abordarse con mayor énfasis, a través de la elaboración, implementación y cumplimiento de planes zonales específicos que prioricen el cuidado de los ecosistemas y se ajusten a los propósitos esenciales que el mismo marco legal establece.

El PNGIRH MARN 2014, proporciona sobre este aspecto, los análisis actualizados de los inventarios hídricos, tanto superficiales como subterráneos, los cuales son la base para la formulación de los planes de acción en las cuencas priorizadas, como son entre otras, las cuencas del río Acelhuate, Sucio, Suquiapa, Metayate y Mojafloras. Estos planes de acción tienen en perspectiva el financiamiento proveniente del Fondo del Agua a través de la AECID para el fomento de los planes de gestión hídrica, infraestructura, participación ciudadana, capacitación local y ampliación de la red de monitoreo. Tal como se mencionó en apartados anteriores, se tiene proyectado para el año 2016 la ampliación de la red de monitoreo en algunas cuencas priorizadas, tanto para el monitoreo de los flujos superficiales como de los niveles en los acuíferos. Por otra parte, mediante el financiamiento de la cooperación internacional y prestamos internacionales, se tiene previsto, de acuerdo a lo anunciado por autoridades del MARN, el inicio del “Plan de Descontaminación de ríos Urbanos” iniciando la construcción de sistemas de tratamiento de agua residuales en puntos críticos de la cuenca del río Acelhuate, lo cual constituye una de las apuestas principales.

Además de éstas acciones proyectadas para la ampliación del monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas, así como del saneamiento mediante la construcción de sistemas de tratamiento en áreas prioritarias de San Salvador, el Fondo de Cooperación de Agua y Saneamiento (FCAS) se ha constituido en una de las más importantes fuentes de financiamiento, entre cuyos proyectos se destacan: programas de infraestructura de agua y saneamiento básico en zonas periurbanas y rurales de El Salvador, planes de gobernabilidad y planificación del recurso hídrico, mejoramiento de la red de acueductos y alcantarillados en el AMSS, el proyecto regional de Nexos Hídricos (FOCARD-APS), y el Proyecto Integrado de Agua Saneamiento y Medio Ambiente donde se cuenta

entre uno de sus principales productos con el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PNGIRH). Todos estos proyectos han estado canalizados primordialmente a través del Ministerio de Relaciones Exteriores y ejecutados administrativamente por MARN y ANDA. El monto de las inversiones realizadas ha sido por un estimado de 59.99 millones de euros por parte del fondo de cooperación y de 24.63 millones de euros como contrapartida local, provenientes de fondos públicos, préstamos internacionales y donaciones o fondos no reembolsables. Otros proyectos de gran importancia han sido el levantamiento de modelos de elevación digital de superficie con tecnología LIDAR y Ortofotos, la elaboración de directrices de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) del PNGIRH para la integración ambiental y la evaluación de oportunidades y de riesgos en tres zonas hidrográficas, así como las acciones enmarcadas en la restauración de ecosistemas y paisajes en la zona de Ahuachapán Sur, ésta última iniciativa, llevada a cabo con un financiamiento de \$2.0 millones de dólares provenientes de la cooperación alemana GIZ.

En relación a la protección de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y humedales, es importante destacar la cooperación proveniente del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) por sus siglas en inglés, con un monto de \$2.2 millones de dólares dirigidos a la “conservación, usos sostenibles de la biodiversidad y preservación de los servicios eco sistémicos en humedales de importancia internacional”. Proyectos similares han sido financiados mediante préstamos provenientes del BID dirigidos al mejoramiento de fuentes y conservación de suelos en microcuencas prioritarias así como el apoyo a la Estrategia Nacional de Cambio Climático por un monto estimado de \$1.03 millones de dólares.

5. Estrategias para solucionar las prioridades hídricas

Entre las estrategias para enfrentar y solucionar las prioridades hídricas, asumidas e impulsadas por el MARN se pueden destacar las siguientes:

- Promoción para la aprobación de la Ley General de Aguas, cuyo proyecto se encuentra en discusión en la Asamblea Legislativa desde marzo de 2012. La misma posibilitaría brindar al país el marco jurídico para enrumbar una estrategia de ordenamiento hídrico-ambiental con un enfoque de sustentabilidad y equidad, llevando a cabo las acciones requeridas dentro del esquema de una política nacional y bajo la autoridad de carácter pública para la gobernanza y el ejercicio de la Gestión Hídrica.
- Implementación de la la Estrategia Nacional de Medio Ambiente lanzada en 2013, la cual es uno de los instrumentos de la Política Nacional del Medio Ambiente 2012, que tiene como objetivo, de acuerdo a las mismas autoridades del MARN, “*revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático*”. La misma está integrada por cuatro estrategias nacionales: Recursos Hídricos, Saneamiento Ambiental, Biodiversidad, y Cambio Climático.

- Implementación de la Estrategia Nacional del Cambio Climático lanzada en 2013, la cual establece líneas prioritarias de adaptación en coordinación con los objetivos de otras entidades del Estado concernientes entre algunos aspectos, a la promoción de un mayor desarrollo de la diversificación agroproductiva, conectividad e infraestructura vial, eficiencia energética, ordenamiento territorial, saneamiento enfocado al control y regulación de vertidos, así como a la mejora y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales, promoción de inversiones en la franja marino-costera y restauración de ecosistemas y paisajes rurales.
- Desarrollo del PNGIRH, en base a la fase de Diagnóstico, mediante la ejecución de 8 Planes de Acción en zonas prioritarias, llevando a cabo una Estrategia de Participación, la Estrategia Ambiental y las medidas para la Gestión del Plan, principalmente en las cuencas prioritarias. Actualmente ya se cuenta con la realización de los encuentros generales para la socialización, divulgación y discusión en las regiones hidrográficas, sobre los aspectos del Diagnóstico y conocimiento de las problemáticas específicas planteadas por los actores locales. Posterior a ello, se tiene previsto en el año 2016, con el apoyo financiero de la AECID, iniciar la implementación de los Planes de Acción en las cuencas priorizadas, con involucramiento directo de los actores y sobre la base de una iniciativa ambiental enmarcada en las medidas y acciones concretas a desarrollar. Aunado a ello, se tienen acciones claves en la cuenca del río Acelhuate, la cual representa la principal cuenca urbana del país.

Entre las acciones estratégicas recientemente expresadas por las autoridades del MARN se encuentran:

- En el marco del PNGIRH, el MARN ha anunciado en el pasado mes de Junio, en coordinación con otras instituciones del Estado, “El Plan de Descontaminación de Ríos Urbanos” el cual tiene como objetivo la reducción de la descontaminación del río Acelhuate en un 80%. mediante la construcción y rehabilitación de cuatro Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en San Salvador, situada en sectores densamente poblados y zonas Industriales. Se estima una inversión inicial de \$150 Millones.
- Ampliación de la red de monitoreo de aguas subterráneas y aguas superficiales para un mejor control y gestión de los acuíferos y los cursos fluviales.
- Iniciar un proceso de revisión y actualización del marco normativo de disposición de efluentes tratados de aguas residuales industriales en los cuerpos receptores.
- Establecimiento de relaciones de cooperación y coordinación con los principales agentes causales de contaminación en el sector industrial, para apoyar procesos de modernización y rehabilitación de los sistemas de tratamiento locales, propiciando mayor eficiencia en los procesos industriales, reducción de volúmenes de agua utilizada, reutilización del agua tratada, irrigación, etc.

Estos aspectos se encuentran articulados dentro de cuatro ejes estratégicos concebidos en el PNGIRH:

1. Aprovechamiento sostenible del recurso hídrico
2. Calidad del agua
3. Gestión de riesgos por fenómenos extremos
4. Gobernanza del agua

En el contexto Salvadoreño, el PNGIRH se ha fijado los Objetivos de Agua Segura (OAS) para las áreas rurales y urbanas en 79% y 95%, estableciendo para ello medidas a nivel municipal en interacción y coordinación con ANDA.

A nivel nacional se establece como primordial garantizar los caudales ecológicos y medidas para para el control y eliminación de la erosión en las cuencas hidrográficas.

En la perspectiva del eje temático de **Calidad del Agua** incluyen las medidas para la mejora de los sistemas de saneamiento y la depuración de las aguas residuales que incluyen el mantenimiento, operación y ampliación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como la ampliación del conocimiento en la protección del recurso hídrico y contaminación por actividades agrícolas.

Desde el eje temático de **Riesgos por fenómenos extremos** se destacan las medidas de prevención para el riesgo por inundaciones, mediante estudios y medidas estructurales, así como riesgo por sequía que afecta principalmente la seguridad alimentaria de la población. Para ello se proponen medidas para incrementar la capacidad de almacenamiento y el reuso de las aguas tratadas en aplicaciones agrícolas y forestales, así como la implementación de un Sistema de Alerta Temprana por Sequía para dar seguimiento a los indicadores de peligrosidad por sequía.

En el eje temático de **Gobernanza** se destaca la importancia de la gestión integrada de los recursos mejorando el conocimiento y la información de la disponibilidad y la calidad del agua, mediante la ampliación de las redes de monitoreo, lo cual debe servir de herramienta de soporte para la planificación.

Por otro lado se destaca la importancia de la aprobación de la Ley General del Agua y la necesidad de efectuar ajustes al marco normativo e institucional, de tal forma de favorecer los mecanismos de coordinación y concertación sectorial y multisectorial para la toma de decisiones y monitoreo de la gestión integrada del recurso hídrico. Es importante la aplicación de los resultados en las decisiones fundamentales, así como también fortalecer el conocimiento ciudadano sobre la valoración de la gestión de los recursos hídricos, recuperando tradiciones y practicas de buen uso del agua, del sistema ecológico y de buenas prácticas agrícolas. Finalmente, el PNGIRH considera de gran importancia la participación social en la toma de decisiones, control y vigilancia en la gestión del recurso hídrico.

Si bien, tal como se ha destacado anteriormente, se han concebido importantes líneas estratégicas en torno a la gestión de los recursos hídricos y la adaptación al cambio climático, es importante profundizar y consolidar un enfoque coherente, integral y articulado de sustentabilidad hídrico-ambiental que perfile y oriente el modelo de Desarrollo Social y Económico actual, mediante la modernización de métodos y abordajes en referencia a experiencias y logros reconocidos internacionalmente, así como a través de la promoción de la Academia y formación Universitaria para la focalización de programas de estudio en temas y disciplinas claves, profundizando por otro lado, la cooperación y establecimiento de convenios para la implementación y desarrollo Tecnológico-Científico local, que permita acrecentar el conocimiento y comprensión de las problemáticas, así como fortalecer las capacidades para las propuestas de soluciones.

6. Prioridades de inversión con base a los retos y estrategias identificadas

A partir de los objetivos trazados dentro de las acciones programáticas a corto plazo de algunas instituciones claves, se han identificado y proyectado la realización de inversiones prioritarias en infraestructura y proyectos dirigidos a fortalecer las capacidades técnicas y disponer de mejores instrumentos tecnológicos para el logro de los fines planteados.

En el área del abastecimiento de agua, ANDA ha definido entre sus planes operacionales la captación de agua del Lago de Ilopango en un aproximado de 500 lt/seg y su potencial incremento a un corto plazo para alcanzar una extracción estimada en 1.5 mt³/seg para beneficiar a un estimado de 700,000 hbs de la población del AMSS, habiéndose invertido en la primera fase un monto de \$15 millones de dólares. Aunado a este proyecto se ha invertido en el proyecto de evaluación de la eficiencia de la remoción de Boro por medio de tecnologías de intercambio iónico y ósmosis inversa en la planta de extracción de agua del lago de Ilopango, Proyecto de Agua Potable del Lago de Ilopango (PAPLI).

Otro proyecto de gran importancia es la rehabilitación de la Planta de Captación “Las Pavas”, la cual se constituye en la principal planta de captación para el AMSS. El monto estimado del proyecto es de \$64 millones, mediante un préstamo con el BCIE.

En el ámbito del saneamiento, de acuerdo a estimaciones realizadas por diversas entidades y retomadas en el estudio de FOCARD-APS se determinó en el año 2013 un monto en el orden de los \$792.16 millones para cubrir las demandas de saneamiento a nivel nacional, tal como se presenta en la tabla 14.

Tabla 14: Estimaciones de inversión para cubrir la demanda de saneamiento, sistemas individuales, alcantarillado urbano y sistemas de tratamiento

Descripción	Población (EHPM 210)	Monto per cápita	Monto total
Población urbana sin alcantarillado	27,050.00	\$325.00	\$8,791,250.00
Población rural sin saneamiento mejorado	243,295.00	\$150.00	\$36,494,250.00
Población urbana sin tratamiento de aguas residuales	2,378,735.00	\$275.00	\$654,152,125.00
Mejoramiento de sistemas individuales	3,090,702.50	\$30.00	\$92,721,075.00
Monto total			\$792,158,700.00

Fuente: estimaciones realizadas por Foro del Agua, RASES y GWP

En esta misma dirección tal como se destacó anteriormente, el MARN planea a corto plazo la implementación de cuatro plantas de tratamiento en la cuenca del río Acelhuate a un monto estimado en \$150.00 millones.

En la tabla 15 se presenta el desglose presupuestario para la realización de las medidas y acciones estratégicas impulsadas por el PNGIRH en el marco del desarrollo de los cuatro ejes temáticos estratégicos.

Tabla 15: Presupuesto General del las acciones estratégicas de los ejes temáticos definidos por el PNGIRH

Eje temático	Tipología de medida	Prioridad de medida*	N de medidas	Costa de inversión total
Aprovechamiento Recursos Hídricos	Ampliación red de abastecimiento	1	16	\$27,785,852.50
		2	25	\$8,514,832.50
		3	8	\$1,043,781.00
		4	15	\$815,577.50
	Aprovechamiento recursos subterráneos	4	2	\$207,942.67
	Conservación	0	2	\$8,460,694.20
	Mejora del conocimiento procesos erosivos	1	3	\$5,457,900.00
		2	2	\$2,495,322.50
	Mejora del conocimiento sobre caudales ecológicos	1	3	\$1,507,759.00
		4	1	\$120,006.00
	Modernización regadíos: goteo o aspersión	4	1	\$332,925.12
	Modernización regadíos: mejora canales	2	1	\$1,163,244.60
		4	4	\$4,969,875.60
	Obras de regulación (presa, con o sin aprovechamiento hidroeléctrico, grandes balsas)	4	1	\$344,141.16
	Satisfacción demandas: mejora conocimiento	1	4	\$3,560,307.95
		3	2	\$296,139.10
4		2	\$71,561.89	
Subtotal Eje Temático Arpovechamiento de Recursos Hídricos			92	\$67,147,863.29
Riesgos por fenómenos extremos	Ampliación/Construcción PTAR	2	1	\$1,418,722.42
	Ampliación/Construcción PTAR y alcantarillado	1	7	\$588,413,715.71
		2	6	\$46,151,633.16
		3	3	\$21,672,043.73
		4	6	\$54,458,305.08
	Estudio	1	2	\$5,977.70
		4	2	\$40,793.00
Subtotal Eje Temático Calidad de Agua			27	\$712,161,190.80
Gobernanza	Elaboración y seguimiento de planes	1	3	\$4,633,000.00
	Fortalecimiento de la capacidad de gestión	1	3	
		2	3	
		3	4	
	Mejora del marco normativo	1	6	
		3	14	
	Promoción de una nueva cultura del agua	1	3	
		2	7	
	Redes de monitoreo	1	8	\$4,587,244.02
4		2	\$105,429.00	
Refuerzo de la institucionalidad	1	2		
Subtotal Eje Temático Gobernanza			55	\$9,325,673.02
Total			207	\$807,966,315.12

Fuente: PNGIRH_MARN

7. Caso de estudio “La Poza” y otras iniciativas de importancia: Buenas prácticas en la gestión del agua

Las buenas prácticas en la gestión del agua pueden reflejarse en varias experiencias a diferentes niveles, entre ellas, comunitarias, municipales, institucionales o particulares que han contribuido notoriamente a fomentar el cuidado, preservación y aprovechamiento sostenible del agua y de los ecosistemas en diferentes zonas del país. Al respecto se presentan tres iniciativas, el Plan Trifinio, reconocido por su trabajo en el mantenimiento de los ecosistemas y fuentes de agua en la zona trinacional al noroeste del país, el programa de apoyo a la restauración de los ecosistemas en algunas áreas naturales protegidas llevado a cabo por el “Fondo de Iniciativa para las Américas” (FIAES) y la experiencia de “La Poza”, como un emprendimiento realizado a partir de la organización social y comunitaria, la cual se reconoce por sus logros en materia de preservación y producción hídrica, y como un proyecto llevado a cabo por comunidades y asociaciones de agricultores, con el apoyo de algunas Ong’s y contando con recursos limitados.

La experiencia la Poza impulsada inicialmente por Fundamuni-Care-Usaid, en el año 2004 en el marco del “Proyecto AGUA”, consistió en la recuperación y protección de la microcuenca La Poza, ubicada en los municipios de Usulután y Ozatlán en el oriental departamento de Usulután. El “Proyecto AGUA” tenía como propósito el abastecimiento de agua de gran parte de la población local a partir de los nacimientos de agua y captaciones en la microcuenca. Sin embargo, ello no podría darse, si conjuntamente no se emprendía un proceso de recuperación de la disponibilidad hídrica, la cual cada vez se veía más limitada por la alta deforestación, quemas, vertido de aguas residuales, siembras de cultivos sin obras de protección de suelos, etc. En ese sentido se inició un proceso de recuperación de la microcuenca a partir de diversas acciones estratégicas las cuales incluyeron el apoyo organizativo de las juntas de agua, jornadas de capacitación ambiental y el financiamiento mediante un fondo inicial el cual permitió la implementación de las primeras medidas de gestión planificada de la microcuenca. Estas medidas incluyeron la construcción de acequias (más de 7000 mts), fosas de infiltración (más de 150 fosas) y barreras vivas (más de 7000 mts). Adicionalmente, como parte de todo un proceso de comprensión de la problemática y de la importancia de desarrollar una gestión sustentable se empezaron a abandonar y controlar algunas prácticas nocivas y a incorporar una figura de Pago por Servicios Ambientales (PSA) entre cooperativistas y agricultores de la cuenca alta y las familias beneficiadas por la disponibilidad del recurso hídrico en la parte media y baja de la cuenca, lo cual contribuyó grandemente a la protección de áreas boscosas y a la reforestación de un estimado de 140 Ha. Con todo ello, más de 15,000 personas que habitan en la microcuenca, la cual posee una extensión de 10.4 km², se han visto altamente beneficiadas por todo el proceso de gestión hídrica llevado a cabo, no solamente por un aumento significativo de la disponibilidad hídrica, sino además por la generación y preservación de los medios de vida de sus habitantes que posibilitan las áreas boscosas generadas, al brindar mayores recursos de leña, frutas, hortalizas, madera para la elaboración de muebles y como material en la construcción de viviendas, etc.

Actualmente, de acuerdo a sus representantes, en los últimos años luego de la época invernal, los nacimientos de agua han incrementado sus caudales permanentes significativamente, así como también se ha experimentando mayor incremento de los volúmenes de agua, áreas de mayor preservación de la humedad del suelo y el surgimiento de pozas de agua que antes no se tenían.

En la zona Nor-Occidental del país, el Plan Trifinio impulsa y desarrolla proyectos encaminados a la sustentabilidad de la región trinacional compartida por los países de El Salvador, Honduras y Guatemala y que comprende una extensión de 7,367 Km².

Actualmente se encuentra en desarrollo la iniciativa de manejo de cuencas y gestión sostenible en la región Trifinio la cual tiene como propósito la conservación de los recursos naturales desde un enfoque ecosistémico y como una medida ante los efectos del cambio climático, teniendo entre sus ejes principales el fomento y la participación de los actores locales en el manejo sostenible de los recursos naturales, a través de programas de agroforestería, manejo integrado de plagas y producción diversificada mediante unidades productivas familiares a pequeña y mediana escala. Un aspecto importante es el fortalecimiento educativo y de promoción de prácticas ambientales de las familias beneficiadas, haciendo énfasis en el desarrollo de la capacidad de gestión y toma de decisiones en la producción desde una perspectiva ecológica, de tal forma de orientar la agroproducción hortícola y agroforestal desde un enfoque sostenible y de preservación de los recursos hídricos y naturales en la región. El programa tiene la perspectiva de beneficiar a más de 6000 familias de escasos recursos, 90 comunidades, 20 municipalidades y 7 instituciones estatales.

A este mismo esfuerzo se une el programa Bosque y Agua, dirigido a la promoción de los caficultores con la finalidad de alcanzar normas de cultivo de café sostenible, erradicando las prácticas de manejo inadecuado y generación de desechos y contaminantes. En un reciente informe presentado en agosto del 2015 en Dakar, donde se analiza el Índice de Cooperación del Agua, como una medida de la cooperación para la gestión del agua en áreas transfronterizas, se establece que el Plan Trifinio encabeza la lista con el mejor desempeño de 84 cuerpos de agua que involucran a 148 países.

Es importante destacar, adicionalmente a estas acciones, que el Plan Trifinio en su labor integral de gestión de la cuenca trinacional río Lempa, contribuye grandemente al mantenimiento y preservación de los caudales del río Lempa, los cuales son esenciales para el abastecimiento de la población del AMSS y la producción agrícola en los distritos de riego en la zona nor occidental. Su gestión no solamente favorece el mantenimiento de los caudales provenientes de los ríos tributarios al cauce principal del río Lempa, sino además, contribuye significativamente al control de la contaminación mediante los flujos provenientes de toda esa región trinacional que son esenciales para la dilución.

Por otra parte, FIAES ha desarrollado nuevos proyectos dirigidos a la protección de sitios RAMSAR y humedales en programas de limpieza, restauración de ecosistemas y paisajes, programas de agroforestería y reforestación en zonas de retiro, incluyendo reforestación de árboles frutales y

forestales. Adicionalmente se ha llevado a cabo el mantenimiento y rehabilitación de 180 hectáreas de bosque manglar, arborización y de protección en los que trabajó conjuntamente con organizaciones no gubernamentales y asociaciones comunitarias beneficiándose a 22,477 familias en 120 comunidades. Estos logros han sido de gran importancia local en sitios de áreas prioritarias, reservas de biósfera y ecosistemas ya que contribuyen a un enfoque de desarrollo sustentable y preservación de los Recursos Hídricos en esas zonas, desde el trabajo conjunto con actores locales, comunidades y ONG's, integrando adicionalmente otras acciones claves relacionadas a la gobernanza territorial en torno al uso de los recursos naturales, y fomento de centros de producción de abono orgánico y desarrollo de cursos intensivos de agricultura orgánica.

Fuentes consultadas

1. ANDA, Boletín Estadístico 2011, 2012, 2013, 2014. Cobertura de Servicios por ANDA y Operadores Descentralizados a nivel nacional.
2. ANDA, Memoria de Labores 2013 y 2014.
3. Centella A., Escenarios Climáticos de Referencia para la República de El Salvador, PNUD/GEF/ELS/97/32, San Salvador, 1998.
4. CEPAL, “La economía del cambio climático en Centroamérica”, síntesis 2010.
5. DIGESTYC, “Dirección General de Estadísticas y Censos”1992-2007
6. E.P. Maurer, “Hydrologic Impacts of Climate Change to the ríoLempa basin of Central América”, Santa Clara University, CA, USA. 2008.
7. Erazo, A., “Análisis de los Impactos de los Cambios de Usos de Suelo en la Escorrentía Superficial del Arenal Seco, San Salvador”, SNET-MARN 2009.
8. FOCARD-APS “Gestión de las Excretas y Aguas Residuales, Situación actual y perspectivas, El Salvador -2013”
9. MARN-Observatorio Ambiental, “Informe de la calidad de las aguas en los ríos de El Salvador 2011”.
10. MARN, Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hidricos (PNGIRH), MARN, 2016.
11. MINSAL; “Evaluación del funcionamiento y seguridad microbiológica de letrinas secas en El Salvador”, 2004
12. MINSAL, Informe de Labores 2012-2013; 2013-2014.
13. Ministerio de Economía. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM-2014).
14. PLAMDARH, “Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos”, El Salvador, PNUD-ELS, mayo 1982.
15. NipoonKoei, Co., Ltd. “Informe para el Levantamiento de la Demanda” , ANDA-NipoonKoei Co., Ltd. 2007.
16. SNET-MARN, Balance Hídrico Dinámico de El Salvador, 2005.

Acrónimos

[AMSS]: Area Metropolitana de San Salvador

[ANDA]: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados

[CENTA]: Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (Institución Española)

[CEL]: Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

[CEPRENAC]: Centro para la Prevención de Desastres Naturales en Centro América.

[DIGESTYC] : Dirección General de Estadísticas y Censos

[EHPM]: Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples

[ENCC]: Estrategia Nacional de Cambio Climático

[FISDL]: Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local

[FIAES]: Fondo de Iniciativa para las Américas

[FOCARD-APS]: Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento

[FISDL]: Fondo de Inversión Social y Desarrollo Local

[FONAES]: Fondo Nacional de Medio Ambiente de El Salvador

[MAG]: Ministerio de Agricultura y Ganadería

[MARN]: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

[MINSAL]: Ministerio de Salud

[NSO]: Normativa Salvadoreña Obligatoria

[PAF]: Programa Agricultura Familiar

[PLAMDARH]: Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos

[PLAMADUR]: Plan Maestro de Desarrollo Urbano 1996

[PNCC]: Plan Nacional de Cambio Climático

[PNGIRH]: Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

[PNMA]: Política Nacional de Medio Ambiente

[PNUD]: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

[SNET]: Servicio Nacional de Estudios Territoriales