



Enfoque NEXO en Centroamérica: nuevas estrategias para promover el desarrollo del riego en áreas rurales

Diagnóstico y propuesta de fomento del riego
en la agricultura familiar de Guatemala

Marcela Aedo



nexus



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

Enfoque NEXO en Centroamérica: nuevas estrategias para promover el desarrollo del riego en áreas rurales

Diagnóstico y propuesta de fomento del riego
en la agricultura familiar
de Guatemala

Marcela Aedo



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Este proyecto está cofinanciado
por la Unión Europea

nexus



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento fue preparado por Marcela Aedo, Consultora de las Unidades de Agua y Energía y de Desarrollo Agrícola y Biodiversidad, de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El documento fue elaborado en el marco de las actividades del proyecto de la CEPAL y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) "Sustainable Water Policy", financiado a través de la GIZ con insumos de su programa global Diálogos Regionales del Nexo, implementado por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania y la Unión Europea.

Los límites y nombres que figuran en los mapas no implican apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2020/182
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2020
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.20-00871

Esta publicación debe citarse como: M. Aedo, "Enfoque NEXO en Centroamérica: nuevas estrategias para promover el desarrollo del riego en áreas rurales. Diagnóstico y propuesta de fomento del riego en la agricultura familiar de Guatemala", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/182), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Acrónimos.....	7
Introducción.....	13
Resumen.....	17
I. Situación del riego.....	19
A. Evolución del uso del suelo para fines agropecuarios.....	19
B. Recursos hídricos	21
1. La dotación de agua superficial.....	22
2. Dotación de aguas subterráneas.....	23
3. Calidad del agua	23
C. Recursos Energético-Renovables	24
D. La evolución del área bajo riego	26
E. Distribución de las áreas agrícolas bajo riego	29
F. Tipología de los agricultores.....	30
II. El marco legal e institucionalidad para el uso del suelo y agua.....	33
A. La institucionalidad legal para la gestión de los recursos tierra y agua	33
B. Derechos de acceso a la tierra y agua	34
C. Marco Legal e Institucional para el fomento de las energías renovables.	35
D. Planificación hídrica	36
E. Políticas de inversión pública en riego	37
III. Análisis de las acciones que se están implementando para aplicar NEXO en territorios.....	39
A. Acciones desarrolladas por la Institucionalidad Pública	39
B. Acciones de las Agencias de Cooperación	42
IV. Propuesta de Fomento del Riego en AF bajo el concepto NEXO.....	47
A. Agua	50

1.	Manejo de la microcuenca	50
2.	Gobernanza de la microcuenca	51
3.	Técnicas de manejo de microcuencas	51
4.	Cosecha de aguas lluvia	52
5.	Captura de escurrimiento de aguas superficiales	55
6.	Aguas subterráneas	58
B.	Energía.....	59
1.	Hidráulica	59
2.	Fotovoltaica	59
3.	Eólica.....	61
C.	Riego.....	61
1.	Riego por goteo o cintas.....	61
2.	Riego por aspersión	62
3.	Riego por microaspersión	62
V.	Propuesta de sistema de capacitación y asesoría técnica temática en cascada	63
A.	Objetivo General	63
B.	Objetivos Específicos	63
C.	Descripción	64
D.	Componentes del SCATC	65
	Conclusiones y Recomendaciones.....	69
A.	Conclusiones	69
B.	Recomendaciones	71
	Bibliografía.....	75
	Anexos	83
Anexo 1:	Detalle de acciones y presupuestos 2020 ejecutados por instituciones públicas	84
Anexo 2:	Detalle de acciones y presupuestos ejecutados por la Cooperación Internacional.....	86
Anexo 3:	Principios de Funcionamiento de los SPIS	92
1.	Componentes de un SPIS	92
2.	Configuraciones del SPIS.....	92
Anexo 4:	Resumen entrevistas.....	94
Cuadros		
Cuadro 1	Distribución del uso del suelo	19
Cuadro 2	Superficie de cultivos producidos por Guatemala	20
Cuadro 3	Escurrimiento superficial anual por vertiente.....	22
Cuadro 4	Superficie cultivable y superficie potencial de riego por vertiente.....	26
Cuadro 5	Distribución de las superficies de riego por vertientes.....	29
Cuadro 6	Fincas censales con riego por sistema de riego utilizado	30
Cuadro 7	Evolución de la tipología de los agricultores.....	31
Cuadro 8	Condiciones y características de la Agricultura Familiar Campesina.....	32
Cuadro 9	Porcentaje de la producción de alimentos por la AFC	32
Cuadro 10	Normatividad vigente para el uso del suelo y agua	33
Cuadro 11	Normatividad energías renovables vigentes en Guatemala	35
Cuadro 12	Acciones y presupuestos 2020 ejecutados por instituciones públicas.....	39
Cuadro 13	Fuentes de crédito para el Financiamiento	40
Cuadro 14	Instituciones de Cooperación Internacional con acción en el sector rural	42
Cuadro 15	Acciones y presupuestos ejecutados por la Cooperación Internacional	42

Cuadro 16	Acciones y presupuestos ejecutados por Banca Internacional	46
Cuadro 17	Principales alternativas tecnológicas para los componentes más importantes de un SPIS	92
Gráficos		
Gráfico 1	Evolución de la superficie agrícola de Guatemala	20
Gráfico 2	Evolución histórica de la capacidad instalada en Guatemala	24
Gráfico 3	Matriz de generación eléctrica anual histórica	25
Gráfico 4	Evolución superficie de riego con dominio total (x1000 ha)	26
Gráfico 5	Distribución de la superficie por tipo de riego	27
Gráfico 6	Superficie por origen de los recursos	28
Gráfico 7	Distribución del presupuesto público por tipo de proyecto	41
Gráfico 8	Distribución del presupuesto de la Cooperación Internacional por tipo de productos y servicios entregados	44
Gráfico 9	Distribución de los proyectos de la Cooperación Internacional por tipo de proyectos	45
Recuadros		
Recuadro 1	El corredor seco centroamericano (CSC) en Guatemala	21
Recuadro 2	Diagnóstico y estrategias para el corredor seco en Guatemala	49
Recuadro 3	Sistemas de riego con bomba solar (SPIS) en la agricultura familiar (AF)	60
Diagramas		
Diagrama 1	Relaciones entre alimentación, energía y agua	48
Diagrama 2	Esquema de Riego	50
Diagrama 3	Tipos de cosechas de aguas lluvias	53
Diagrama 4	Sistema de captación de aguas lluvias y sus partes	54
Diagrama 5	Esquema de Sistema de Riego con Presurización Solar (SPIS)	58
Diagrama 6	Esquema del SCATC	64
Mapas		
Mapa 1	Cuencas y vertientes	22
Imágenes		
Imagen 1	Esquema sistema de captación aguas lluvias en laderas	55
Imagen 2	Esquema de uso de escorrentías aguas arriba	56
Imagen 3	Diseño de riego con elevación de agua para distribución del recurso por gravedad	57

Acrónimos

AC	Agencia de Cooperación
ADAPTATE	Adaptación del Desarrollo Rural al Cambio Climático
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AFC	Agricultura Familiar Campesina
AGER	Asociación de Generadores con Energía Renovable
AGROINNOVA	Proyecto Sistemas Agroforestales Multiestratos Innovadores para el Corredor Seco Centroamericano
AMEXCID	Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AMSA	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
AMSCLAE	Autoridad de Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno
ANACAFÉ	Asociación Nacional del Café
ANADIE	Agencia Nacional de Alianzas para el Desarrollo de Infraestructura Económica
ANAM	Asociación Nacional de Municipalidades
APP	Alianzas Público-Privadas
AQUASTAT	Sistema Mundial de Información de la FAO sobre el Agua en la Agricultura
ARAUCLIMA	Programa contra el Cambio Climático y por un Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe de la Cooperación Española
BANRURAL	Banco de Desarrollo Rural
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CADER	Centros de Capacitación para el Desarrollo Rural
CADISNA	Comunidades Asociadas por el Agua, Medio Ambiente, Desarrollo Integral e Infraestructura en la Cuenca del Río Naranjo
CAFÉ	Proyecto Alimentar el Futuro Cadenas de Valor del Café de Guatemala
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPRENAC	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central
CERCAFES	Centros Rurales de Capacitación en Café
COCODES	Comités Comunitarios de Desarrollo
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
CONADUR	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
CRIA	Consortio Regional de Investigación Agropecuaria
CRN	Consortio de Radios Nacionales
CSC	Corredor Seco Centroamericano
CSG	Corredor Seco de Guatemala
DB	Demanda Bruta
DGR	Dirección General de Riego
DIAPRYD	Desarrollo Integral en Áreas con Potencial de Riego y Drenaje
DICORER	Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural
DIFOPROCO	Dirección de Fortalecimiento para la Organización Productiva y Comercialización
EAI	Enfrentamiento Armado Interno
EB	Bandeja de Evaporación
ENDDBG	Estrategia Nacional para el Abordaje de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala
ENGIRH	Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
ERNC	Energías Renovables No Convencionales
Eto	Evapotranspiración Potencial
EUROCLIMA+	Programa de la Unión Europea sobre Sostenibilidad Ambiental y Cambio Climático en América Latina
F-ODM	Fondo para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FAOSTAT	FAO Estadísticas
FCCyT	Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC
FCEA	Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental
FEDECOCAGUA	Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala
FENURGUA	Federación Nacional de Usuarios de Riego
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FIS	Fondo de Inversión Social
FMI	Fondo Monetario Internacional
FODIGUA	Fondo de Desarrollo Indígena Guatemalteco
FONAGRO	Fondo Nacional de Reactivación y Modernización de la Actividad Agropecuaria
FR	Frecuencia de Riego
FSS	Fondo Social de Solidaridad
FUNCAFÉ	Fundación de la Caficultura para el Desarrollo Rural
FUNCAGUA	Fundación para la Conservación del Agua en la región Metropolitana de Guatemala
FUNDESA	Fundación para el Desarrollo de Guatemala
GCF	Green Climate Fund
GEA	Gabinete Específico del Agua
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional
GWP	Global Water Partnership
IANAS	InterAmerican Network of Academies of Sciences
IARNA	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INCYT	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología de la Universidad Rafael Landívar
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INE	Instituto Nacional de Estadística Guatemala
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INNOVA AF	Proyecto Gestión del Conocimiento para la Adaptación de la Agricultura Familiar al Cambio Climático
INNOVACT	Programa de Innovación y la Cooperación en Áreas Fronterizas de la Unión Europea
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IPNUSAC	Instituto de Problemas Nacionales de la Universidad de San Carlos
IRENA	Agencia internacional de Energías Renovables

ISSCAT	Integración Sur Sureste Centro América Tapachula
Kc	Coeficiente Cultivo
KfW	Banco Alemán Gubernamental de Desarrollo
KOICA	Agencia Coreana de Cooperación Internacional
Kp	Coeficiente Bandeja
LWR	Lutheran World Relief
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MANCUERNA	Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MCA	Metros de Columna de Agua
MCIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MICOOPE	Sistema de Cooperativas
MIDES	Ministerio de Desarrollo Social
MINECO	Ministerio de Economía
MSNM	Metros sobre el Nivel del Mar
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
NAP - Agricultura	Proyecto de Integración de la Agricultura en los Planes Nacionales de Adaptación
NEXO	Relación Agua – Energía – Alimentación
OCHA	Oficina de Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OEA	Organización de Estados Americanos
OIA	Organismo Internacional Americano
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAFFEC	Programa de Agricultura Familiar para El Fortalecimiento de la Economía Campesina
PASRURAL	Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural
PDI	Plan de Desarrollo Integral
PEISAN	Plan Estratégico Integral de Seguridad Alimentaria y Nutricional
PIBA	Producto Interno Bruto Agrícola
PLANDEAMAT	Plan Maestro de Manejo Integrado de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
PM	Proyecto de Integración y Desarrollo Mesoamérica
PMA	Programa Mundial de Alimentos

PNDRI	Política Nacional de Desarrollo Rural Integral
PNGIRH	Política Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PRA	Producción Resiliente de Alimentos
PROCAGICA	Programa Centroamericano para la Gestión Integral de la Roca del Café
PRONACOM	Programa Nacional de Competitividad de Guatemala
PVC	Policloruro de vinilo
RAP	Requerimiento de Agua
REDFIA	Red de Formación e Investigación Ambiental de Guatemala
SAN	Seguridad Alimentaria y Nutricional
SCATC	Sistema de Capacitación y Asesoría Técnica en Cascada
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SESAN	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Presidencia de la República
SIAGua_riego	Sistema de Información de Agua para Riego
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
SICE	Sistema de Información sobre Comercio Exterior
SICREEE	Centro Regional de Energía Renovable y Eficiencia Energética de los países del Sistema de la Integración Centroamericana
SIINSAN	Sistema de Información Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional
SNER	Sistema Nacional de Extensión Rural
SNI	Sistema Nacional Interconectado
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
SNU	Sistema de las Naciones Unidas
SPIS	Sistema de Riego con Presurización Solar
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
TNS	TechnoServe
TR	Tiempo de Riego
UC Davis	University of California, Davis
UE	Unión Europea
UEEDICH	Unidad Especial de Ejecución de Desarrollo Integral en Cuencas Hidrográficas
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UPGGR	Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo
URL	Universidad Rafael Landívar
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

USAID	Agencia Internacional para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos
UVG	Universidad del Valle de Guatemala
WBG	World Bank Group
WEF	Water, Energy, Food

Introducción

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Cooperación Alemana, a través de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), están actualmente ejecutando una serie de estudios e iniciativas en El Salvador, Guatemala, Honduras y el Sur-Sureste de México. En ese contexto, la División de Recursos Naturales (DRN) de la CEPAL y la GIZ están implementando el programa "Aplicabilidad y sustentabilidad del enfoque NEXO entre agua, energía y alimentación en América Latina y el Caribe para una mejor gobernanza de los recursos hídricos".

Al analizar las cifras económicas de estos cuatro países se constata la importancia de la producción agropecuaria. Existe un gran sistema productivo conformado principalmente por el maíz, arroz y el frijol, el cual está orientado al mercado interno, con una parte muy importante que se autoconsume en las fincas campesinas. Aunque todos estos países han hecho un esfuerzo por diversificar la producción y las exportaciones, los bienes agrícolas y agroindustriales tradicionales (banano, azúcar y café) siguen ocupando un lugar preponderante en la producción y exportación agropecuaria. Otros rubros relevantes lo constituyen el arroz y la ganadería bovina, a los cuales se suman muchos rubros adicionales, de menor alcance, pero que igual juegan un rol económico importante. Finalmente deben consignarse vastas zonas forestales ocupadas con bosques nativos, incluidos Parques Nacionales severamente amenazadas por la deforestación, en donde se localizan preferentemente la agricultura familiar y los pueblos originarios. En estas áreas se extrae madera, se recolectan productos del bosque, se desarrollan actividades turísticas y se ejecutan programas de pagos por servicios ambientales. En estas zonas hay también un alto potencial hídrico, razón por la cual ellas debiesen ser priorizadas para implementar una estrategia integral de riego, basada en el enfoque NEXO, tal como lo propone este documento.

En Guatemala la agricultura representaba alrededor de 7,8% del PIB en 2015, mientras que en El Salvador y Honduras ésta se ha mantenido más o menos constante, representando alrededor de 11,9% y 12,9% en 2016 respectivamente. En México esta importancia alcanzó 3,4% en 2016, cifra que se acrecienta en los Estados del Sur- Sureste, en donde la agricultura es una actividad económica relevante. Por otra parte, las cifras de exportación entre 2000 y 2016 dan cuenta de un rápido crecimiento sectorial, lo cual es

especialmente claro en el caso de Guatemala (7,5%) y Honduras (6,6%), mientras que en El Salvador se observa un crecimiento más moderado, con una tasa de 3,5% en este mismo período. En México las exportaciones agrícolas también se han incrementado rápidamente (8,1% anual en ese mismo período), aunque ese proceso se ha concentrado en la zona norte del país, sin incorporar a los Estados del Sur y Sureste, en donde predominan las explotaciones campesinas e indígenas.

La región comprendida por los tres países de Centroamérica y el Sur-Sureste de México, abarca un territorio de 73,2 millones de ha, de las cuales el 26% es superficie agrícola. De esta superficie agrícola el 12% cuenta con infraestructura de riego. Un tema muy relevante es que todo el territorio cuenta con un balance hídrico positivo debido a las altas precipitaciones, aunque hay que considerar que éstas tienen una distribución muy desigual en el tiempo, especialmente en el Corredor Seco, y que un 35% de las aguas presenta severos problemas de contaminación.

Todos esos antecedentes dan cuenta del potencial del sector agroalimentario. A ello se agrega la importancia que tiene el sector agrícola en la alimentación, el medio ambiente, el empleo o en las condiciones de vida de la población que vive en esos territorios. En esta zona existen alrededor de 2.5 millones de explotaciones, de las cuales más del 95% pertenece a la agricultura familiar e indígena. De ese subconjunto, un segmento muy relevante vive en condiciones de pobreza, no tiene acceso a agua potable y su producción está orientada marcadamente al autoconsumo.

El gran desafío de los próximos años es mantener e incrementar las tasas de crecimiento del sector agroalimentario, procurando al mismo tiempo que éste sea inclusivo, esto es, que incorpore efectivamente a la agricultura familiar y a las comunidades indígenas. Para acelerar el desarrollo agrícola y mejorar el bienestar de esa población rural, la disponibilidad de agua para consumo humano y para riego es un factor clave.

El agua para consumo humano en zonas campesinas rezagadas es un bien de primera necesidad y no es necesario fundamentar su importancia. Baste decir que ella es indispensable para la preparación de comida y para muchas otras tareas hogareñas, y que su disponibilidad afecta directamente la calidad de vida, sobre todo de las mujeres rurales. En cuanto al riego, la experiencia empírica indica que se puede duplicar o triplicar la productividad agrícola, dependiendo de la aridez de los ecosistemas específicos en donde éste se aplique. Por ejemplo, los datos de 2013 levantados en México para maíz grano, sorgo grano y frijol, indican que el rendimiento de los cultivos de riego, medido en ton/ha, fue de 2.2 a 3.3 veces mayor que el de los cultivos de temporal. Estas variaciones son más marcadas si se consideran ecosistemas específicos: el rendimiento de maíz grano producido con riego en el norte de México es de 8 ton/ha, en tanto que el de temporal es de una; en el centro la relación es de 6.1 y de 3.7; en el sur es de 3.1 y de 2.8, respectivamente (Agroder, 2012; Conagua, 2014; Montesillo-Cedillo, 2016).

La superioridad del rendimiento en los distritos de riego respecto de los de temporal (o seco) es un hecho establecido que además genera nuevos procesos técnicos, mucho más complejos y de mayor potencial. Es por ello que el riego es una herramienta indispensable en toda estrategia de desarrollo agrícola y rural que se quiera implementar en estos territorios. Por tal razón, CEPAL y GIZ han priorizado este tema, en el entendido de que para aprovechar todo su potencial es necesario contar con tecnologías complementarias, fertilidad de suelos en primer lugar, pero también genética, sanidad, maquinaria o mercados.

La integración del agua, la energía y la seguridad alimentaria promovida por el enfoque NEXO (WEF, por sus siglas en inglés) ha demostrado ser un marco conceptual útil para analizar y gestionar las interdependencias e interconexiones entre los procesos de producción agrícola y su uso en otros sectores económicos. Las tendencias actuales sugieren que estas interdependencias estarán sujetas a un mayor estrés e intensificación en el futuro, debido a diversos factores globales presentes en la región, especialmente el cambio climático. A pesar de ello, en la mayoría de los casos, los tres sectores siguen siendo gestionados en forma aislada, con escasa o nula consideración de los impactos que las políticas

aplicadas en uno de ellos tienen sobre las otras dos dimensiones. Esto requiere una mejor comprensión de estas interdependencias e implicaciones intersectoriales en la formulación de políticas públicas, para gestionarlas adecuadamente mediante metodologías e instrumentos que ayuden a los países de la región a integrar sus procesos productivos.

Si se analizan las políticas públicas implementadas en los cuatro países se constata que éstas han llevado al cambio de la matriz energética, con un predominio de las energías renovables (excepto en México, que siguen predominando los combustibles fósiles), aunque los incentivos han estado orientados hacia la producción y transporte de energía para abastecer al sistema eléctrico central.

Por otra parte, la rápida reducción de costos que en los últimos años ha tenido la energía eólica y la energía solar, ha permitido conectar los sectores de la alimentación, agua y energía, abriendo nuevas posibilidades tecnológicas y financieras para la implementación de proyectos de riego en zonas aisladas, sin depender de la electricidad brindada por las redes nacionales ni de los combustibles fósiles. Estas opciones son muy caras y en la mayoría de los casos las familias campesinas no pueden pagarlas; adicionalmente existen muchas dificultades de acceso geográfico y la calidad de estas prestaciones es muy baja (contaminación y problemas de voltaje, entre otros).

El cambio climático ha incentivado la optimización del uso del recurso agua y ha obligado a los habitantes rurales a buscar nuevas fuentes de agua, tal como la cosecha de aguas lluvias o la utilización de aguas subterráneas. Uno de los principales recursos disponibles en los territorios que ocupa la agricultura familiar es la energía, tanto solar como eólica, clave para energizar proyectos hídricos (de riego y de consumo humano) con bajos costos de operación y en buenas condiciones de estabilidad. Adicionalmente, la energía gravitacional tiene especial aplicación en las zonas de montaña de los cuatro países, en donde se concentra la agricultura familiar. Tal como las aguas lluvias, la energía gravitacional (por diferencia de cotas de altura) es un recurso clave que no tiene costo y que está allí, disponible en las comunidades locales, y que puede ser la base para el diseño de grandes programas de riego de muy bajo costo.

Estos módulos de riego pueden jugar un rol central en el reforzamiento de los sistemas de producción de granos básicos, y eventualmente de otros cultivos comercializables en los mercados locales y/o regionales. Para lograr aquello es indispensable asumir que se trabaja con esta triada de base -la alimentación, la energía y el agua-, como elementos que van conectados como un todo orgánico, y cuyas características (tipos de fuentes de agua, energías y módulos productivos) dependerán de cada situación.

En la región existen productores individuales y proyectos de desarrollo que ya están trabajando con esta lógica integrada, lo cual constituye una experiencia de mucho valor. Para capitalizar esos avances CEPAL y GIZ han querido sistematizar una información que se encontraba muy dispersa, así como analizar la experiencia acumulada, en un área técnica en donde casi todo está por hacerse. Esperamos que el presente estudio sea un aporte para el diseño de estrategias de desarrollo económico que aprovechen estos recursos, que puedan ser implementadas por las comunidades locales, los gobiernos, las empresas, las ONG, los municipios, las universidades y las agencias de cooperación, entre otros muchos actores vinculados a este gran desafío.

Resumen

El NEXO entre agua, energía y seguridad alimentaria (WEF, por sus siglas en inglés) es un marco conceptual que busca entregar herramientas de análisis de las interdependencias e interconexiones entre los procesos de producción y uso de estos sectores. Se ha observado que las interrelaciones entre éstos tres sectores son cada vez más diversas y complejas, debido a los diversos factores globales que están afectando a la región. El enfoque del NEXO busca ofrecer mecanismos para la adopción de decisiones para conseguir determinadas “metas económicas, medioambientales y sociales”, formuladas en el contexto de “presión del cambio climático” y las demandas de una población urbana creciente. Igualmente, el NEXO sugiere un método de planteamiento de políticas hídricas, energéticas, agrícolas, de seguridad alimentaria y nutrición y ambientales en general, en que desde el principio y a través de todo el proceso (adopción de políticas, legislación, planificación y gestión) está presente la relación entre agua, energía, producción y comercialización de alimentos, a veces sólo bilateral, y en muchas ocasiones trilateral (Embid y Martín, 2017).

Guatemala es un país que cuenta con una gran disponibilidad de recursos hídricos y, por tanto, tiene una alta capacidad de generar energía hidroeléctrica a gran y pequeña escala, así como un alto potencial de riego para la agricultura (aunque solo se riega el 13% del país). Pese a lo anterior, el 40,2% de la población vive en condiciones de pobreza y, de acuerdo con datos de CEPAL del año 2014, el 70% de la población rural sufre esta condición. Esta situación ha provocado oleadas de migración de personas a ciudades y otros países (el 61% de las personas que migran vienen de municipios rurales). Aunque por su ruralidad es un país inminentemente agrícola (50% de la población), la producción agrícola del país está dirigida principalmente hacia el mercado internacional (más del 60% del PIBA), con sistemas industrializados de producción.

El presente estudio se propone hacer un diagnóstico sobre el estado del arte del riego en Guatemala en el contexto del NEXO entre el agua, energía y la producción de alimentos, estableciendo las principales iniciativas implementadas, montos de las inversiones realizadas, que permita hacer un análisis de la implementación del concepto NEXO a las propuestas de trabajo para promover el riego en territorios rurales rezagados Guatemala, en donde predomina la agricultura familiar e indígena.

El presente documento está estructurado en 6 apartados: el primero en el que se aborda la situación de los recursos que sustentan el riego en el concepto del NEXO (suelo para la producción agropecuaria, agua y energía) y tipologías de productores; un segundo apartado en el cual se aborda el marco legal que regula los recursos en el país. En el tercer apartado se analizan las políticas públicas y acciones, que tanto la insitucionalidad pública como la Cooperación Internacional están implementando para aplicar NEXO en los territorios rurales desde los diferentes sectores. En el cuarto apartado se aborda una propuesta para el desarrollo del riego bajo el concepto NEXO en la agricultura familiar del país; un quinto apartado que presenta una propuesta de extensión para el desarrollo de las capacidades en esta línea y finalmente, un sexto apartado de conclusiones y recomendaciones.

I. Situación del riego

A. Evolución del uso del suelo para fines agropecuarios

De acuerdo con las cifras entregadas por la Base de Datos AQUASTAT de FAO, en el año 2012 la superficie agrícola estimada de Guatemala era de 4.429.000 ha, de ellas, el área cultivada aproximada era de 2.479.000 ha, distribuidas en 1.534.000 ha en cultivos temporales y 945.000 ha en cultivos permanentes, situación que se observa en el Cuadro 1.

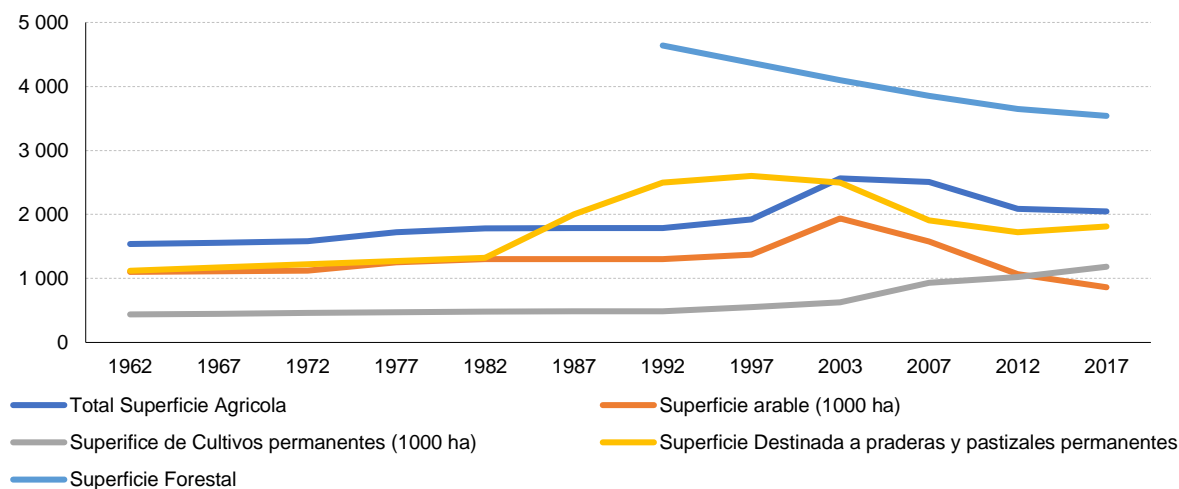
Cuadro 1
Distribución del uso del suelo

Superficies físicas	Cantidad
Superficie del país	10 889 000 ha
Superficie Agrícola (praderas, pastos permanentes, superficie cultivada)	4 429 000 ha
Como % de la superficie del país	41%
Praderas y pastos permanentes	1 950 000 ha
Superficie cultivada (superficie Arable y cultivos permanentes)	2 479 000 ha
Como % de la superficie del país	23%
Superficie arable (cultivos temporales, pastos y barbechos temp.)	1 534 000 ha
Superficie bajo cultivos permanentes	945 000 ha

Fuente: Elaboración propia en base a datos de FAO – AQUASTAT, 2015.

En el Gráfico 1 se muestra la evolución del uso del suelo en Guatemala.

Gráfico 1
Evolución de la superficie agrícola de Guatemala (miles ha)



Fuente: Elaboración propia en base a datos AQUASTAT y FAOSTAT.

En cuanto a la distribución de especies cultivadas, esta se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2
Superficie de cultivos producidos por Guatemala

Cultivos anuales:	Miles ha
Arroz	3
Frijol	80
Maíz	725
Papa	9
Hortalizas	19
Otros cultivos anuales	49
Cultivos Perennes:	Miles ha
Café	390
Caña de azúcar	314
Palma africana	195
Hule	164
Cardamomo	130
Otros	51

Fuente: Superficie cultivada y producción. Encuesta Nacional Agropecuaria. INE Guatemala, 2016.

De acuerdo con estos antecedentes, se puede concluir que la superficie Agrícola ha evolucionado, afectando la superficie forestal la cual disminuyó notoriamente. Por otra parte, el cultivo de mayor importancia en superficie es el maíz, seguido por los cultivos perennes industriales (café, caña de azúcar y palma africana, principalmente).

B. Recursos hídricos

Guatemala cuenta con una riqueza hídrica compuesta de: siete lagos, 19 lagunas costeras, 49 lagunas interiores, 109 lagunetas, siete embalses y tres lagunas temporales.

Posee un clima tropical cálido, por su posición geográfica intertropical, aunque se producen modificaciones debido a las diferentes altitudes del relieve montañoso y la distancia al mar. Se definen dos estaciones durante el año: la estación seca, generalmente de noviembre a abril, y la estación lluviosa de mayo a octubre. Entre los meses de julio y agosto, se produce un descenso de lluvias conocido como canícula. Se estima una media de 119 días de lluvia al año. Las precipitaciones medias anuales varían desde 700 mm en la Zona Oriental Seca, vecina a El Salvador y Honduras, hasta los 5.000 mm en el Noroccidente del país. Se consideran zonas de alta precipitación la Costa Atlántica (Departamento de Izabal), la franja transversal Noroccidental (Departamentos de Huehuetenango, Quiché y Alta Verapaz), donde la estación seca no está bien definida y es corta (dos a tres meses), y la región costera del Pacífico. El Altiplano (Zona Occidental) es la más lluviosa (Departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá), mientras que la Zona Oriental es relativamente seca (Departamentos de Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y Zacapa). En casi todo el territorio, los valores mensuales de evapotranspiración tienen poca variación y oscilan entre 1.300 y 1.800 mm/año (FAO, 2015).

Según el balance hídrico nacional del año 2006-2009, realizado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Guatemala dispone de un total de 97.120 millones de m³ anuales de agua.

La agricultura representa un consumo importante, con 2.200 millones de metros cúbicos anuales para riego; la producción de energía emplea 2.283 millones de metros cúbicos no consuntivos; la industria 425 millones y 284 millones para uso doméstico, según registros del Portal de Recursos Hídricos de Guatemala.

Recuadro 1

El corredor seco centroamericano (CSC) en Guatemala

Corresponde a un grupo de ecosistemas que se combinan en la ecorregión del bosque seco tropical de América Central. Se extiende por la costa del Pacífico desde Chiapas (México) e incluye las zonas bajas de la vertiente de dicho Océano y gran parte de la región central pre montaña (0 a 800 msnm) de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y parte de Costa Rica. En términos generales, el CSC está siendo afectado por un incremento de las temperaturas medias y extremas, así como patrones más erráticos y un menor nivel de precipitaciones. Ello se traduce en períodos recurrentes de sequía, combinados con el exceso de lluvias e inundaciones severas. La intensidad y la duración de estos eventos climáticos se amplifican debido a la degradación de los ecosistemas (altas tasas de deforestación y erosión del suelo) (Van der Zee et al., 2012).

En Guatemala la región del CSG abarca un total de 10.200 km, los departamentos de Quiché, Baja Verapaz, El Progreso, Guatemala, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa. En esta zona habita el 11% de la población total del país. La topografía de la región es variada, fluctuando entre los 1.000 metros sobre el nivel del mar y los 3.000 metros de altitud (msnm). Los Departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa, presentan las menores alturas. En cuanto al relieve de la región, el 20% de la superficie constituye un área más plana que podría genéricamente denominarse "valle"; la "ladera" ocuparía el 53% de la superficie de la región y el resto es el área más elevada. Las temperaturas promedio anuales de las regiones de menor altitud son más elevadas (sobre los 24 °C); bajando en tierras más altas de Baja Verapaz y Quiché. Las condiciones de sequía varían en los diferentes departamentos, siendo los de El Progreso, Zacapa y parte de Chiquimula los que poseen una amenaza extremadamente alta de sequía.

La cobertura forestal de la región es escasa y promedio solo queda el 22%. Este proceso de deforestación es muy grave en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Jalapa. En los departamentos de Quiché y de Baja Verapaz existe un mayor porcentaje de cobertura, pero no sobrepasa el 40%, situación que está afectando severamente el ciclo hidrológico.

Fuente: Van der Zee, A. Et al. (2012).

1. La dotación de agua superficial

La hidrografía de Guatemala se divide en tres vertientes dependiendo en donde desembocan los ríos: i) la del Pacífico, ii) la del Atlántico y iii) la del Golfo de México (ver Mapa 1).

Mapa 1
Cuencas y vertientes



Fuente: Mapa de Cuencas y Vertientes del MARN, 2013.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Las características de estas vertientes en cuanto a número de cuencas, superficie y escorrentía se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3
Escorrimiento superficial anual por vertiente

Vertiente	Cuencas	Sup. Total	Sup. Total	Escorrentía Sup. Km ³ /año	Escorrentía Sup. %
		Km ²	%		
Oceano Pacífico	18	25 807	24	25,5	25,3
Mar Caribe	10	37 240	34	31,9	31,7
Golfo de México	10	45 843	42	43,3	43,0
Total	38	108 890	100	100,7	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a datos FAO – AQUASTAT, 2015.

La vertiente más importante por superficie y escorrentía es la del Golfo de México, aunque la vertiente que concentra la mayor actividad económica agrícola es la del Océano Pacífico.

Algo que es necesario resaltar, es que, de las 38 cuencas hidrográficas del país, 22 son transfronterizas. De éstas, 20 son binacionales, pues se comparten con alguno de los países vecinos, y dos son trinacionales, compartiéndose con dos de los países vecinos (MARN, 2013). En la mayor parte de estas cuencas transfronterizas, la parte alta se halla en Guatemala, por lo que se puede considerar al país un neto exportador de agua hacia los países vecinos.

2. Dotación de aguas subterráneas

Con respecto al agua subterránea, sólo el 26% del territorio tiene alto potencial de agua subterránea, mientras que el 47% es pobre o muy pobre. Las áreas de mayor disponibilidad se concentran en las llanuras aluviales cuaternarias de la Costa Sur y otras planicies aluviales. Los acuíferos más estudiados son los del Valle de Ostua pero, en general, hace falta un estudio hidrogeológico a detalle, que permita clasificar de mejor manera los acuíferos del país (MAGA, 2011). Diferentes estudios estiman el volumen disponible anual de agua subterránea en alrededor de 33.699 millones de m³ (INSIVUMEH, 2009).

3. Calidad del agua

La calidad de agua de algunos de los ríos y lagos es medida en forma sistemática por varias instituciones, sin embargo, los esfuerzos se limitan a áreas geográficas específicas y no a nivel nacional.

De los reportes de estas instancias, se tienen algunos hallazgos preocupantes:

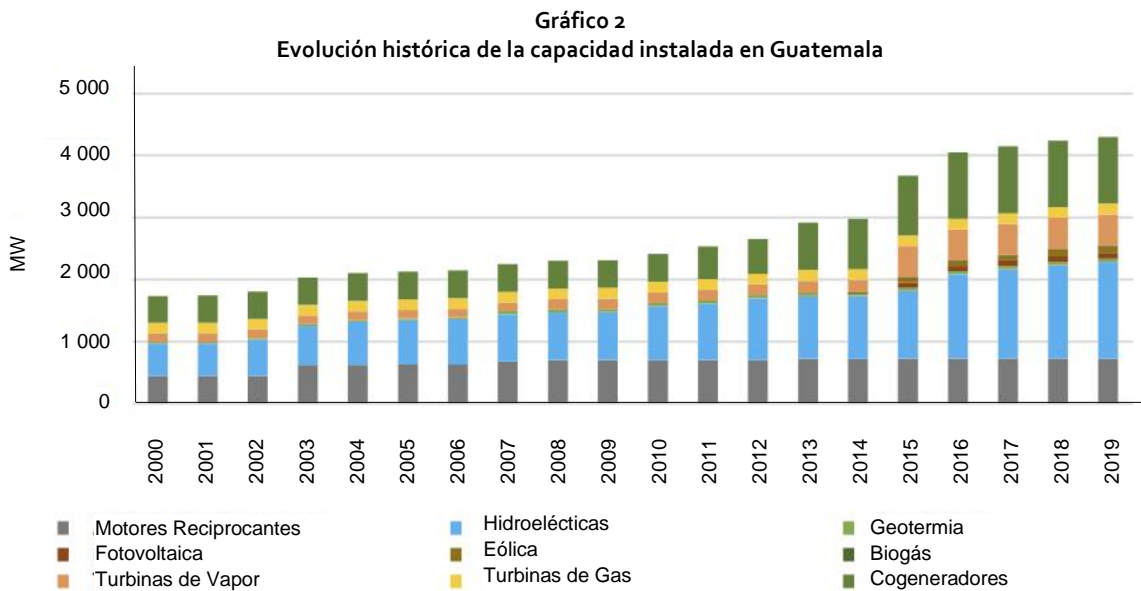
- INSIVUMEH ha concentrado sus esfuerzos, desde el 2007, en la cuenca del Río Olopa/Güija, con datos de calidad de agua, tanto superficiales como datos de pozos. En este caso se revelan datos preocupantes de cadmio, plomo y cromo, no solo en aguas superficiales sino también en algunos pozos (INSIVUMEH, 2003).
- AMSA solo lo hace en los ríos que desembocan en el Lago Amatitlán, el cual se encuentra altamente contaminado pues recibe las descargas sanitarias e industriales de la Zona Metropolitana de Guatemala (PLANDEAMAT, 2013).
- La Universidad del Valle se ha sumado a la Autoridad de Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), y han realizado estudios más o menos sistemáticos en la cuenca del Lago de Atitlán para monitorear los brotes de ciano-bacteria.
- El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) hace monitoreo de los sistemas de agua doméstica.
- El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) hace algunas mediciones, así como algunos municipios, pero estos son más puntuales que sistemáticos.

Según IARNA, en el año 2009 había 14 cuencas con alta contaminación física, biológica y contaminantes tóxicos y los mantos acuíferos están siendo sobreexplotados (GWP, 2017). Así mismo, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en el año 2015 presentó un registro de 547 entes generadores de descargas a cuerpos de agua, de los cuales, la mitad no cumplía con los parámetros de la norma de descarga establecida.

C. Recursos Energético-Renovables

Actualmente en Guatemala, la política energética gubernamental tiene como objetivo diversificar y revertir, en pro de las energías renovables, la matriz energética del país, que en la actualidad depende principalmente de tecnologías contaminantes.

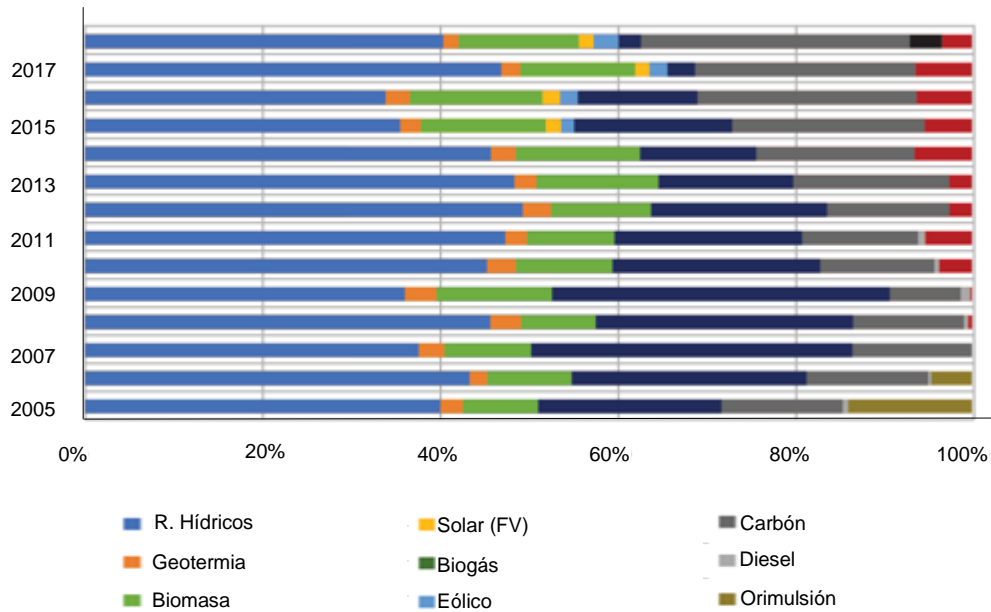
La demanda de energía eléctrica ha mostrado correlación con la realidad socioeconómica del país, alcanzando un consumo en el año 2018 de 10.847,7 GWh. Por otra parte, la Capacidad Instalada del país es de alrededor de los 4.298 MW, y una Capacidad Efectiva de 3.511 MW, aunque hay que considerar que la matriz eléctrica en Guatemala está principalmente constituida por generadores que son altamente dependientes de la estacionalidad y al cambio climático, por tanto, la capacidad efectiva de producción es variable. En el Gráfico N°2 se presenta la evolución histórica de la capacidad instalada en Guatemala (MEM, 2020).



Fuente: MEM, 2020.

Por otra parte, la demanda de energía eléctrica en Guatemala ha sido abastecida de forma histórica por medio del sistema de generación hidro-térmico (generadoras hidroeléctricas del Estado y centrales térmicas privadas). Desde la vigencia de la Ley General de Electricidad y sus reglamentos, y luego con las reformas realizadas entre los años 2006 y 2008, el servicio de energía eléctrica ha podido ser abastecido por recursos nacionales naturales aumentando un 10% en la matriz de generación eléctrica desde 2005 hasta 2018.

Gráfico 3
Matriz de generación eléctrica anual histórica



Fuente: MEM, 2020.

El Gráfico 3 ilustra la matriz de generación eléctrica desde el año 2005 hasta 2018, en éste puede observarse la importancia de las centrales hidroeléctricas en el sistema de generación (40% de participación de la matriz del año 2018). De igual forma, se observa la transición de las centrales térmicas por medio de derivados de petróleo hacia centrales térmicas de vapor generado por carbón y biomasa, las cuales en 2018 tuvieron una participación del 30,2% y 13,4%, respectivamente. Las energías renovables no convencionales con intermitencia (fotovoltaicas y eólicas), representaron un 4,1% aproximadamente en 2018 (MEM, 2020).

Es importante destacar que la generación de electricidad del Sistema Nacional Interconectado por medio de recursos renovables ha aumentado de forma consistente desde de 3.680 GWh en el año 2005 a 7.731 GWh en el 2018. La diversificación de las fuentes de generación renovables se incrementa a partir del año 2015 con la entrada de generación producida por medio de centrales fotovoltaicas y eólicas. La generación por medio de recursos hídricos ha sido una de las que más ha crecido: de 2.920 GWh en el año 2005 a 5.191 GWh en el 2018 (MEM, 2020).

En cuanto al abastecimiento de energía eléctrica al sector rural, aún no se cuenta con el servicio en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz y Petén. A pesar del incremento en la potencia instalada en el Sistema Nacional Interconectado, existen muchas zonas rurales sin el servicio, que son los departamentos que poseen los índices de desarrollo humano más bajos, por lo que presentan serias limitaciones en cuanto al acceso a los servicios que la energía proporciona.

Para atender las necesidades de electrificación, la descentralización energética puede presentar una oportunidad para las comunidades en zonas remotas aisladas de la red del SNI. Por una parte, permitiría generar energía en el punto de consumo y, por otra, evitaría los costos asociados a la construcción de redes de transmisión y distribución. Llevar energía eléctrica a los departamentos con los índices más bajos de electrificación podría influir positivamente en los índices de desarrollo humano (INCYT-URL¹, 2018). En todo caso, la Fundación Rosa Luxemburgo en su Proyecto Latinoamericano

¹ Universidad Rafael Landívar.

Sobre Energía y Clima, mapeó los Proyectos Alternativos de Generación de Energías Renovables a Escala Local, encontrando que en Guatemala hay 19 experiencias que se encuentran en operación, gestionadas por las comunidades para abastecimiento de energía domiciliar y pequeños emprendimientos productivos.

D. La evolución del área bajo riego

El Plan Maestro de Riego y Drenaje del MAGA (1992), estableció un potencial de superficie de riego para el país de 2,6 millones ha, correspondientes a las clases agrológicas I a IV, las cuales además presentan déficit de lluvia igual o superior a 151 mm/año. En el Cuadro 4 se presentan los antecedentes de superficie cultivada y potencial de riego por vertientes hidrográficas establecidas en dicho estudio.

Cuadro 4
Superficie cultivable y superficie potencial de riego por vertiente

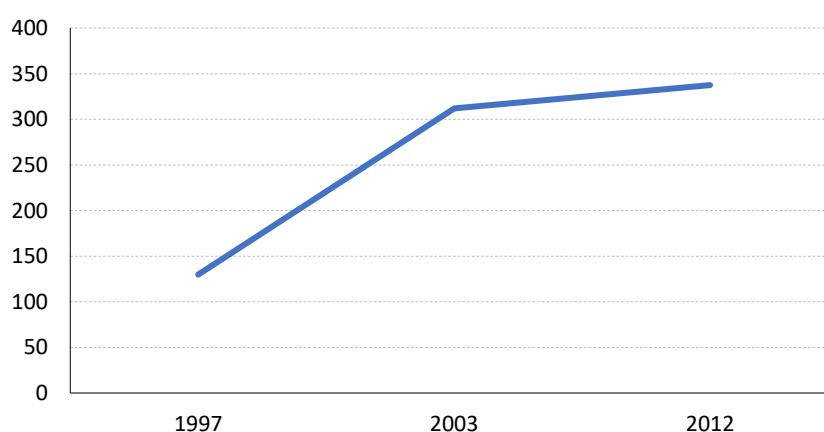
Vertiente	Sup. Cultivable (ha)	Sup. Potencial Riego (ha)
Océano Pacífico	930 000	921 700
Mar Caribe	667 600	528 500
Golfo de México	1 336 600	1 172 100
Total	2 934 200	2 622 300

Fuente: FAO – AQUASTAT, 2015.

En el cuadro anterior se observa que en el estudio del Plan Maestro de Riego y Drenaje (MAGA, 1992) se identificó un potencial de superficie apta para la producción agrícola de 2,9 millones de ha, correspondientes al 27% de la superficie total del país. Además, se observa que la Vertiente del Golfo de México es la que presenta el mayor potencial de riego.

La Evolución del área bajo riego se muestra en el Gráfico 4.

Gráfico 4
Evolución superficie de riego con dominio total² (x1000 ha)



Fuente: Elaboración propia en base a datos FAO – AQUASTAT.

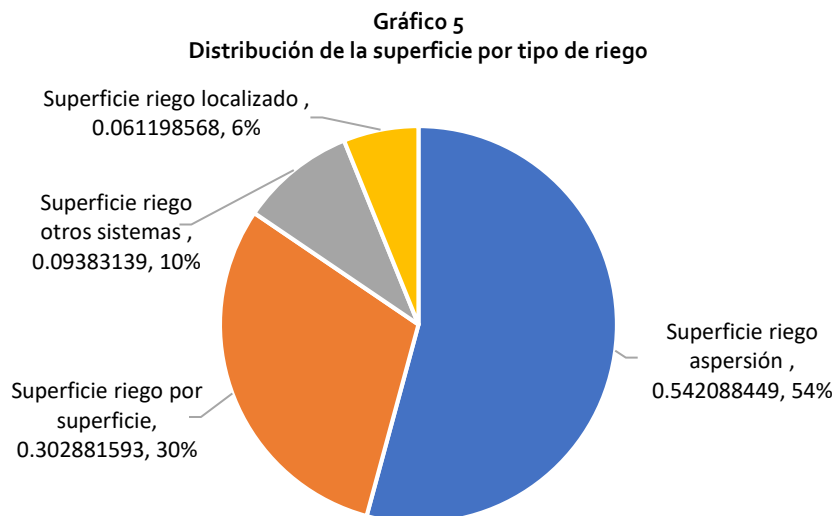
² Superficie de riego con dominio total: corresponde a la suma de los distintos sistemas de riego que se utilizan, ósea el riego por superficie o gravitacional, el riego por aspersión y el riego localizado o goteo.

En el gráfico anterior se puede observar que la superficie bajo riego ha crecido en aproximadamente 2,5 veces, entre los años 1997 y 2012, siendo el periodo de mayor crecimiento entre 1997 y 2003.

De acuerdo con el informe del Censo Agropecuario del año 2003, en el país se regaban 311.557 ha, o sea un 12% de la superficie potencial de riego del país. De esta superficie, la mayor parte está en manos de la iniciativa privada a su propia cuenta y no como producto de políticas gubernamentales, salvo el caso de los pequeños agricultores.

Durante el periodo 2003-2010 hubo un incremento en la cantidad de riego agrícola, lo cual guarda coherencia con la expansión de cultivos comerciales. A lo largo de esos años, el 61% del agua para riego era para satisfacer las necesidades del cultivo de caña de azúcar y palma africana; un 22% se utilizaba en la producción de cultivos de banano, plátano y melón. El 17% restante se aplicaba en un rango amplio de otros cultivos (FAO-AQUASTAT, 2015). Al año 2013, el MAGA calculaba una superficie total con infraestructura de riego de 337.478 ha.

En cuanto a los sistemas de riego utilizados, éstos se presentan en el Gráfico 5.



Fuente: Elaboración propia con datos del MAGA, 2012.

De acuerdo con los antecedentes del Censo Nacional Agropecuario 2003, del total del área regada en el país, un 30% se riega por superficie (surcos o inundación), el 54% se riega por aspersión, un 6% por goteo y el 10% restante por algún otro sistema. Al riego por aspersión se le atribuye una eficiencia general del 75%; al riego por goteo el 95%, y al superficial el 50% (MAGA, 2012). Un dato interesante que entrega el Censo 2003, es que las explotaciones pequeñas, menores a 0,7 ha, solo abarcan una superficie de 7.736 ha o 2% de la superficie total equipada para el riego; las medianas de 0,7 a 45 ha abarcan una superficie de 64.343 ha (21%), mientras que las explotaciones grandes (más de 45 ha) abarcaban una superficie de 240.031 ha o 77% de la superficie equipada para el riego (FAO-AQUASTAT, 2015).

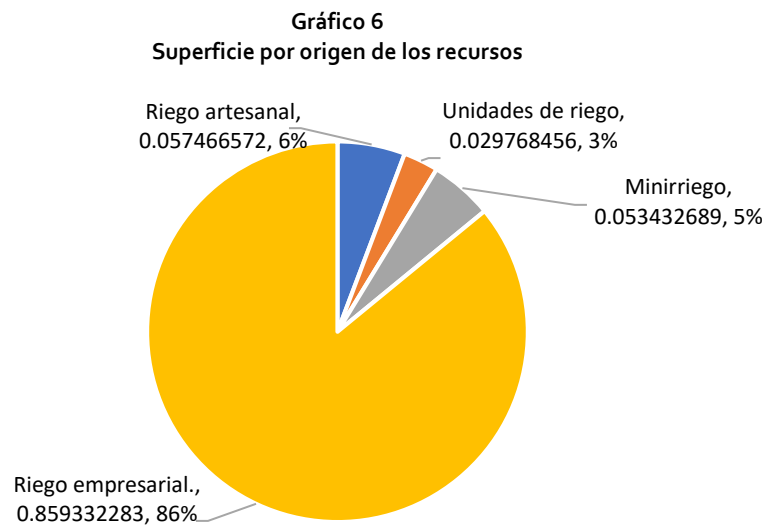
Hay que hacer notar que el MAGA hace una clasificación de riego de acuerdo con el origen de los recursos para su financiamiento, es así como define cuatro categorías de riego y su distribución se pueden ver en el Gráfico N°6:

Riego artesanal. Son sistemas implementados por iniciativa de pequeños y medianos productores agrícolas, quienes con sus propios recursos desarrollaron el riego a partir de tomas artesanales de agua y se constituyeron en sistemas de riego privado de pequeña y mediana escala. El riego artesanal se ubica principalmente en los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula; la mayoría de los sistemas produce para el mercado interno. Se calcula que existen alrededor de 19.393 ha bajo esta modalidad (MAGA, 2012).

Unidades de riego. Son sistemas de riego de pequeña y mediana escala que fueron diseñados, financiados, construidos, operados y coordinados por el Ministerio de Agricultura en las décadas de los años 60 y 70. Actualmente, debido a que el Estado a través del MAGA es el dueño formal de la infraestructura de riego, esta modalidad puede considerarse como riego público, si bien todas las unidades son operadas actualmente por los usuarios. Se estima que el riego bajo esta modalidad, para el año 2012, cubría un área aproximada de 10.046 ha de las 15.244 que contemplaba su diseño original (MAGA, 2012).

Minirriego. Son sistemas de riego de pequeña escala, con un promedio de 10 ha. Esta modalidad fue promovida por el MAGA desde los años 80 con el apoyo técnico y financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos (USAID). Su desarrollo se concentró en el altiplano central y occidental y fue financiada primordialmente a través de un programa de acceso a crédito, por lo cual la mayoría de estos sistemas son de propiedad privada colectiva. Predomina el riego por gravedad-aspersión. Los primeros proyectos de minirriego fueron diseñados bajo el modelo de USAID, pero a partir de los años 90 otras agencias de cooperación y organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales desarrollaron sistemas de minirriego con conceptos un tanto diferentes a los primeros. Se estima que hay un área aproximada de 18.032 ha con minirriego (MAGA, 2012).

Riego empresarial. Es una modalidad de sistemas de riego desarrollada por empresas privadas, la mayoría dedicadas a los cultivos agroindustriales y/o de exportación. Se ubican principalmente en la Costa Sur y en el noreste del país. Se estima que para el año 2012 había una superficie de alrededor de 290.000 ha.



Fuente: Elaboración propia con datos del MAGA, 2012.

De las 337 471 ha regadas estimadas en el año 2012, el 86 % fue para el riego de cultivos agroindustriales, principalmente caña de azúcar, palma africana y banano. Las otras formas de riego (riego artesanal, unidades de riego y minirriego) solamente ocupaban el 14% del área total, con predominancia de uso de método de riego convencional (surcos o inundación) de baja eficiencia (MAGA, 2012).

El riego artesanal, las unidades de riego y el mini-riego representa una vía para la producción de hortalizas y otros productos de alto valor. Sin embargo, bajo ciertas condiciones y criterios, también debe promoverse el riego complementario para granos básicos por razones de seguridad alimentaria y eficiencia social. Se debe garantizar su disponibilidad y bajo precio en los mercados nacionales, y procurar la autosuficiencia en áreas donde no existen condiciones para la diversificación en el corto plazo. A nivel micro o medio pueden desarrollarse sistemas integrados de producción agrícola con producción animal.

E. Distribución de las áreas agrícolas bajo riego

El documento: "Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala: DIAGNÓSTICO" (2006), con información del Censo Agropecuario 2003, entrega información sobre la distribución de las áreas de riego en Guatemala.

En el Cuadro 5 se hace un análisis de la superficie de cada tipo de riego por cada una de las vertientes y en el Cuadro 6 se presenta la distribución de la superficie regada por departamentos de Guatemala.

Cuadro 5
Distribución de las superficies de riego por vertientes

Vertiente	Total		Aspersión		Goteo		Superficie		Otro sistema	
	Nº Fincas	Superficie regada	Nº Fincas	Superficie regada	Nº Fincas	Superficie regada	Nº Fincas	Superficie regada	Nº Fincas	Superficie regada
Total país	64 585	311 557	25 136	169 008	2 766	19 044	19 253	94 253	7 468	29 252
Porcentaje Total nacional		100,0		54,2		6,1		30,3		9,4
Total vertiente Pacífico	27 289	250 632	10 595	148 768	1 305	12 769	9 700	71 810	3 687	17 285
Porcentaje del total vertiente		80,4		59,4		5,1		28,7		6,9
Total vertiente Golfo de México	22 387	12 478	8 296	6 281	362	457	4 947	3 926	1 771	1 814
Porcentaje del total vertiente		4,0		50,3		3,7		31,5		14,5
Total vertiente del Caribe	14 909	48 456	6 245	13 959	1 099	5 815	4 667	18 520	2 004	10 162
Porcentaje del total vertiente		15,6		28,8		12,0		38,2		21,0

Fuente: BID, 2006.

Cuadro 6
Fincas censales con riego por sistema de riego utilizado

DPTO	Total			Aspersión		Goteo		Superficial		Otro sistema	
	Nº Fincas	Sup. Regada	Porcentaje dpto.	Nº Fincas	Sup. Regada	Nº Fincas	Sup. Regada	Nº Fincas	Sup. Regada	Nº Fincas	Sup. Regada
Total país	64 585	311 556	100,0	28 713	169 008	2 766	19 046	19 315	94 254	7 462	29 254
Porcentaje Por Sistema		100			54,2		6,1		30,3		9,4
Guatemala	3 473	5 307	1,7	1 061	2 091	187	512	1 320	2 062	798	643
El Progreso	1 785	3 336	1,1	511	804	129	191	1 057	2 195	76	147
Sacatepéquez	1 175	7 514	2,4	583	1 330	135	5 694	86	153	172	337
Chimaltenango	2 873	3 524	1,1	1 695	2 819	395	328	295	206	358	172
Escuintla	4 170	168 545	54,1	918	111 239	215	4 756	2 605	41 994	364	10 557
Santa Rosa	1 250	10 963	3,5	249	3 315	53	427	652	6 008	149	1 213
Sololá	2 647	1 133	0,4	1 275	437	29	21	169	52	915	623
Totonicapán	426	66	0,0	179	33	19	6	39	13	109	15
Quetzaltenango	4 200	8 771	2,8	2 182	5 523	58	103	764	1 393	879	1 752
Suchitepéquez	1 858	20 651	6,6	550	13 411	64	109	777	6 183	380	949
Retalhuleu	1 170	8 591	2,8	318	3 087	74	343	516	4 683	178	477
San Marcos	7 835	13 256	4,3	4 932	6 682	126	89	1 918	5 880	160	606
Huehuetenango	12 619	3 882	1,2	6 695	2 453	131	52	2 506	929	612	448
Quiché	5 590	2 197	0,7	3 115	1 127	101	35	1 885	947	275	87
Baja Verapaz	3 254	3 802	1,2	1 246	1 223	131	259	1 147	1 715	612	606
Alta Verapaz	1 515	2 074	0,7	488	697	73	94	123	746	494	537
Petén	1 293	4 873	1,6	669	2 239	40	337	67	1 791	116	507
Izabal	870	11 877	3,8	114	7 065	308	815	86	1 664	244	2 332
Zacapa	1 782	20 660	6,6	325	397	69	3 560	1 228	10 086	159	6 617
Chiquimula	1 855	2 751	0,9	705	576	147	347	839	1 741	107	87
Jalapa	1 587	3 320	1,1	718	1 958	106	349	560	880	128	133
Jutiapa	1 358	4 463	1,4	185	502	176	619	676	2 933	177	409

Fuente: BID, 2006.

Como se observa en el Cuadro 5, la vertiente del Pacífico concentra el 80% del riego del país y de este riego, casi un 60% es por aspersión.

Al hacer el análisis por departamentos (Cuadro 6), se observa que los departamentos vecinos de Escuintla (54,2%) y Suchitepéquez (6,6%), concentran el 60,8% de la superficie regada del país, dedicada principalmente a cultivos industriales para exportación. Le siguen en orden descendente los departamentos de Zacapa (6,6%), San Marcos (4,3%), Izabal (3,8%) y Santa Rosa (3,5%).

F. Tipología de los agricultores

El CENSO de población 2018 de Guatemala arroja una población total de 14.901.286 habitantes. La misma fuente indica que la población rural es de 6.884.394 (46,2%). En cuanto al número de hogares, el total censado es de 3.275.932. De estos hogares, el 30% tiene por lo menos un productor agropecuario, lo que implica que existen aproximadamente un millón de hogares y cerca de 4,5 millones de personas dependiendo exclusivamente de la producción agropecuaria y forestal para vivir.

En Guatemala se han descrito cuatro tipos de productores agrícolas correspondientes a Agricultura Familiar, cuyas definiciones se presentan a continuación (MAGA-FAO 2012):

- **Infrasubsistencia:** corresponde principalmente a la población indígena, los cuales presentan altos índices de analfabetismo y se encuentran en condiciones de pobreza extrema; tienen poco acceso a recursos productivos (principalmente tierra y agua) y a mercados. Complementan la baja producción agrícola con empleos fuera de su parcela. Este sector

contribuye con las mayores emigraciones del campo a la ciudad; pero en su conjunto poseen o tienen acceso al 40% de los bosques del país, en forma de tenencia comunal, municipal y grupos de retornados.

- **Subsistencia:** aunque dedica parte de la cosecha al autoconsumo, este sector contribuye de forma atomizada y global con el mayor porcentaje de la producción nacional de granos básicos y de otros productos para el mercado interno. Tienen un ineficiente acceso a mercados crediticios y tecnológicos; la infraestructura es deficiente y hay poco acceso a servicios básicos. Son en parte responsables del avance de la frontera agrícola a costa de la superficie de selva.
- **Excedentarios:** se dedican principalmente a productos agrícolas no tradicionales, a la producción de café y a la mediana producción ganadera. Cuenta con los beneficios de riego, pero los niveles de acceso a los mercados financieros y tecnológicos son aún deficientes. La producción se orienta principalmente al comercio, ya sea nacional o internacional, principalmente el segundo. Este tipo de agricultores es bastante organizado socialmente. Cuenta con cooperativas y otro tipo de organizaciones sociales que favorecen la actividad productora.
- **Pequeños comerciales:** la producción está completamente dedicada al mercado, principalmente la exportación de productos tradicionales. Tiene acceso al financiamiento crediticio y a la tecnología, aunque se evidencian deficiencias de asesoría técnica. En este sector también se incluyen las compañías multinacionales que se dedican a la producción de cultivos no tradicionales.

En el Cuadro 7 se entregan algunos antecedentes sobre evolución de las tipologías de los productores en la década anterior.

Cuadro 7
Evolución de la tipología de los agricultores

Tipología	2000		2006		2011	
	N° hogares	Porcentaje	N° hogares	Porcentaje	N° hogares	Porcentaje
Sin Tierra	190 388	15,4%	68 988	6,1%	164 097	12,6%
Infrasubsistencia	659 922	53,3%	69 077	6,1%	105 856	8,1%
Subsistencia		0,0%	486 307	43,2%	513 395	39,5%
Excedentarios	295 854	23,9%	210 559	18,7%	171 420	13,2%
Pequeños Comerciales	66 752	5,4%	236 904	21,1%	228 621	17,6%
Grandes Comerciales	26 129	2,1%	53 075	4,7%	115 988	8,9%
Total	1 239 045	100,0%	1 124 910	100,0%	1 299 377	100,0%

Fuente: MAGA-FAO, 2012.

Como se puede observar en el cuadro anterior, al año 2011, la mayor concentración de productores se encontraba en condiciones de Infrasubsistencia (8,1%) y subsistencia (39,5%), sumando entre ambos un 47,6%. Si se agregan los campesinos sin tierra, se llega a la cifra de 60,2%.

De acuerdo con FAO, al año 2014, en Guatemala había 1.007.000 unidades productivas correspondientes a agricultura familiar, las cuales presentaban una superficie promedio de 1,02 ha y el promedio de edad del jefe de hogar era de 47 años. En el Cuadro 8 se presentan las características sociales y productivas de estas Unidades de Producción.

Cuadro 8
Condiciones y características de la Agricultura Familiar Campesina

Condiciones de la AFC	Unidades productivas (x 1.000)	Porcentajes
Condiciones de pobreza general	722	72,2
Pobreza extrema	313	31,3
Indígenas	600	60,0
Mujeres jefas de hogar	70	7,0
Solo actividad agrícola	540	54,0
Actividad agrícola y pecuaria	310	31,0
Actividad agropecuaria y forestal	52	5,2
Lee y escribe	632	63,2
Sin escolaridad	412	41,2

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes Guzmán y Salcedo, 2014.

Finalmente, en el Cuadro 9, se presenta la participación de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) en la producción de alimentos. Se observa el gran aporte que realiza el sector a la producción de arroz, maíz y frijol.

Cuadro 9
Porcentaje de la producción de alimentos por la AFC
(Porcentajes)

Rubro	Aporte AF
Arroz	73
Frijol	13
Frutas	3
Hortalizas	3
Maíz	30
Carne	21

Fuente: CEPAL/FAO/IICA, 2013.

II. El marco legal e institucionalidad para el uso del suelo y agua

A. La institucionalidad legal para la gestión de los recursos tierra y agua

En el siguiente cuadro se muestran los principales cuerpos legales que regulan el uso de los recursos tierra y agua en el país:

Cuadro 10
Normatividad vigente para el uso del suelo y agua

Constitución Política de la República	Artículo 97: Deben emitirse las normas necesarias para garantizar la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, con el propósito de evitar su depredación.
	Artículo 127: Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.
	Artículo 128: "El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso".
Código Municipal	Artículo 68: Establece que una de las competencias propias del municipio o mancomunidad de municipios, es el abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; entre otras. En virtud de dicha competencia y dadas sus facultades de generar legislación en su ámbito territorial, las municipalidades han emitido una serie de regulaciones sobre los servicios de provisión de agua para consumo humano dentro de sus respectivas jurisdicciones.
Ley de Transformación Agraria	Reconoció a la tierra como principal medio de producción y buscó la distribución de la propiedad estatal al sector campesino, así como controlar y normalizar la situación de la tierra improductiva.

Cuadro 10 (conclusión)

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	El Artículo 15 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente plantea: Evaluar la cantidad y calidad del agua y el potencial de uso, controlar el aprovechamiento; proteger las aguas de la contaminación, regular las aguas residuales y los vertidos, promover el uso integral y el manejo de cuencas.
Acuerdo de Paz (1996)	Sobre los aspectos socioeconómicos y la situación agraria que obliga al Estado guatemalteco a reconocer los derechos de acceso al agua y a la conservación del recurso y los procesos de descentralización.
Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina (PAFFEC 2012-2015)	Tiene el propósito general de contribuir a erradicar el hambre y la desnutrición mediante la promoción y fortalecimiento de la economía campesina, considerada ésta como solución integral al rezago en el desarrollo rural, tal como está caracterizado en la Política Nacional de Desarrollo Rural Integral (PNDRI).

Fuente: Elaboración propia.

Según Adrián Zapata³, la información con la que se cuenta⁴ muestra que, en cuanto a la tierra, la estructura de tenencia no se ha modificado, persistiendo la concentración del recurso en pocas manos para la agricultura comercial y de exportación, y muchos campesinos permanecen sin tierra o con tierra insuficiente. Esto mantiene una constante fuente de conflictos en el sector rural, haciendo necesario retomar el espíritu del *Acuerdo de Paz sobre Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria*. El Plan Nacional de Desarrollo Rural Integral (PNDRI) del año 2009 y el Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina (PAFFEC) del año 2015, apuntaban en esa dirección. Junto con esto, se plantea seguir avanzando en el catastro de propiedades, que deberían servirle al Estado para alimentar una política de acceso a la tierra para quienes no la tienen.

Por otra parte, la falta de una ley especial para el manejo del recurso agua, hace que la presencia del Estado en términos del uso, aprovechamiento y protección del agua sea débil. A esto se le suma la presión ejercida por el incremento de las demandas sociales y económicas, el deterioro de la calidad del recurso hídrico, la sobre explotación de los acuíferos, la ausencia de capacidades de gestión para regular y almacenar las aguas y los impactos del cambio climático. Todo esto ha provocado muchos conflictos, cuya magnitud y frecuencia se estima, seguirán incrementándose. Muchos conflictos trascienden las esferas administrativas de los gobiernos locales y del Ejecutivo para ventilarse a nivel judicial e incluso son objeto de acciones de inconstitucionalidad (GEA, 2011).

Los reglamentos municipales son insuficientes para controlar las descargas domésticas o industriales a los cuerpos de agua. Se requiere dotar de recursos a todas las comunas a fin de que implementen programas para el tratamiento de las aguas residuales para evitar que sigan contaminando.

B. Derechos de acceso a la tierra y agua

Como se planteó en el acápite anterior, los guatemaltecos enfrentan inseguridad en la tenencia de la tierra, en parte debido a la falta de registros catastrales confiables (descripción geográfica exacta de una parcela) y a la falta de información jurídica legítima (certeza de propietario). Adicionalmente, falta coordinación entre las instituciones de administración de la tierra y existe debilidad en los mecanismos de resolución de conflictos. Esta situación es especialmente grave en las zonas rurales, donde se estima que el 40% de las parcelas rurales no están registradas (WBG, 2015).

La ausencia de derechos de propiedad seguros perjudica a la inversión e intensifica los conflictos. Los problemas de la tierra ocupan un lugar destacado en los Acuerdos de Paz firmados en 1996.

³ Adrián Zapata es profesor retirado de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), fue militante del movimiento revolucionario guatemalteco. Abogado, con maestría en Políticas Públicas y doctorado en Ciencias Sociales, fue director y fundador del IPNUSAC.

⁴ CENSO, 2003.

En concreto, el Acuerdo Social y Agrario incluye el establecimiento de un marco jurídico e institucional para garantizar la seguridad de la tenencia de la tierra y un sistema descentralizado, multiusuario, con un registro catastral eficiente y financieramente sostenible. Mejorar la seguridad de la tenencia de la tierra, especialmente en áreas rurales, es fundamental para el crecimiento económico y desarrollo social (WBG, 2015).

En cuanto a los derechos de agua, como se planteó en el acápite 2.1, el país carece de un régimen jurídico coherente con la Constitución Política de la República que regule los derechos de propiedad y de aprovechamiento general del agua; por lo tanto, también se carece de un marco jurídico para normar los derechos de uso de agua con fines de riego. Lo que existe es un disperso régimen jurídico del agua, con un enfoque sectorial, no integrado. Todo en ausencia de un órgano nacional que se ocupe de las políticas y las regulaciones sobre el uso del agua (MAGA, 2012).

C. Marco Legal e Institucional para el fomento de las energías renovables.

El crecimiento económico de Guatemala se ha basado en energía de combustibles fósiles, aumentando la dependencia de estos de un 8% en 1990, a un 60% en el año 2005. A partir del año 2010, se ha notado un renovado interés en promover energías renovables, derivado principalmente de los compromisos internacionales contraídos por el país (Castellanos, 2014).

Actualmente en Guatemala, la política energética tiene como objetivo diversificar y revertir, en pro de las energías renovables, la matriz energética del país, que en la actualidad depende principalmente de tecnologías contaminantes.

Cuadro 11
Normatividad energías renovables vigentes en Guatemala

Nombre		Descripción
Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía	Decreto Ley 20-1986	Declara de utilidad y necesidad pública la implantación de políticas energéticas encaminadas a promover el desarrollo, promoción y uso eficiente de las fuentes nuevas y renovables de energía (la radiación solar, el viento, el agua, la biomasa y cualquier otra fuente energética que no sea la nuclear ni la producción por hidrocarburos). Entrega beneficios fiscales. Permaneció sin reglamento muchos años. Recientemente se elaboró el reglamento para su aprobación.
Ley de Geotermia	Decreto Ley No. 126-85	No posee reglamento.
Ley del Alcohol Carburante	Decreto Ley No. 17-85	Vigente pero inoperante por condiciones actuales del mercado de hidrocarburos. Falta de incentivos, aditivos más baratos, buenos precios del azúcar, liberación de precios de los hidrocarburos.
Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable	Decreto 52-2003	Tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. Declara de urgencia e interés nacional el desarrollo racional de los recursos energéticos renovables. Define como energías renovables a aquella proveniente de recursos que tienen como característica común que no se terminan o que se renuevan por naturaleza. Incluyen: la energía solar, eólica, hidroenergía, geotérmica, la biomasa, mareas y otras que sean calificadas por el Ministerio de Energía y Minas.

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, la normatividad vigente para el fomento al uso de energías renovables ha permitido en gran medida el desarrollo de proyectos a gran escala tales como hidroeléctricas, campos de energía solar y energía eólica. Ésto con el fin de poder participar en el mercado eléctrico del país, aportando al Sistema Nacional Interconectado y comercializando la energía, con fines exclusivamente económicos. Sin embargo, existe un sector que no es cubierto, principalmente por los costos que implica la conducción eléctrica desde el sistema nacional, pero podría beneficiarse si su participación se promoviera de igual forma con los incentivos que establece la ley. Este es el caso de zonas rurales aisladas que, a través de la producción de energía renovable, podrían generar mini redes locales o sistemas de abastecimiento para unidades de producción (riego, procesamiento de alimentos y/o invernaderos) y para el consumo familiar (Palma, 2017).

D. Planificación hídrica

La base para manejar cualquier recurso es la información, tanto de la oferta como de la demanda. Guatemala presenta una alta debilidad en ambos tipos de información, debido al funcionamiento irregular y variable de las estaciones hidrométricas y de la red de estaciones automáticas, por déficit en la cobertura y problemas presupuestarios en la operación y mantenimiento (Basterrechea y Guerra, 2019).

La Red de Formación e Investigación Ambiental de Guatemala (REDFIA), iniciada en el año 2018, ha hecho un esfuerzo por centralizar las investigaciones relacionadas al agua y hacerlas accesibles, así como sistematizarlas para aportar a un conocimiento y comprensión del agua en Guatemala (Basterrechea y Guerra, 2019).

A pesar de la disponibilidad anual de agua superficial y subterránea, existen zonas y periodos con un déficit importante, que no pueden ser identificados, porque el sistema nacional de información no produce la información hidrológica necesaria que permita elaborar balances hídricos mensuales, sino únicamente balances promedios anuales (SEGEPLAN, 2006). Por lo anterior, la elaboración mensual de los balances hídricos de las principales cuencas, subcuencas y microcuencas del país, debe ser una prioridad. (Basterrechea y Guerra, 2019).

De acuerdo con lo anterior, los retos en la planificación del recurso van en las siguientes líneas:

- Elaborar planes de manejo de las principales cuencas del país, con involucramiento de los usuarios del agua.
- Ordenar el aprovechamiento de los acuíferos a través de distintos instrumentos de gestión, cuya aplicación resulte del consenso entre las partes; así como favorecer la infiltración y reutilización del agua de lluvia de las áreas impermeabilizadas en áreas urbanas, empezando por la región metropolitana de Guatemala y las nueve ciudades intermedias. La iniciativa de la Fundación para la Conservación del Agua en la región Metropolitana de Guatemala (FUNCAGUA) es un esfuerzo reciente, pero relevante en este aspecto.
- Si se toma en cuenta que no se produce la información suficiente para la elaboración de balances hídricos mensuales, debido a la baja densidad de las estaciones hidrométricas y meteorológicas en el país, que son operadas por distintas entidades, es recomendable unificar la información en una sola institución como el INSIVUMEH y ampliar la red. Para ello se deben asignar los recursos humanos y financieros.
- El proceso de implementación de Hydro-BID, un proyecto liderado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Vicepresidencia del Gobierno de la República de Guatemala, la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE) y la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) con el apoyo de la Fundación PepsiCo; viene a reforzar la capacidad técnica en la gestión integrada de los

recursos hídricos del país. Hydro-BID es un sistema de base de datos y modelado que comprende módulos de hidrología y de análisis climático para estimar la disponibilidad (volúmenes y flujos) de agua en el ámbito regional, cuenca y sub-cuenca.

E. Políticas de inversión pública en riego

La Política de Promoción del Riego 2013-2023 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, alineada al Pacto Hambre Cero y a la meta de reducir la desnutrición y por ende la pobreza en el campo guatemalteco, marca el rumbo y establece las estrategias para desarrollar el riego en Guatemala e impactar de tal manera que la agricultura pueda generar nuevas oportunidades que mejoren la producción. En función de ella, el MAGA priorizará recursos y pondrá en práctica esta Política con un plan maestro y de inversión usando estándares técnicos, y un equipo especializado para la gestión del plan (MAGA, 2012).

El objetivo general de esta política es “contribuir a la dinamización económica de la agricultura de pequeños y medianos productores y a la seguridad alimentaria y nutricional, a través del acceso a riego” (MAGA, 2012).

La Política de Promoción del Riego 2013-2023, tiene como población objetivo a los productores y productoras agrícolas que se encuentran en situaciones de infrasubsistencia y subsistencia, así como a los excedentarios. Igualmente, está dirigida a favorecer a todos los usuarios del agua para riego, incluyendo a los regantes empresariales de gran escala, a través de mejorar la sostenibilidad y gobernabilidad del manejo del agua con fines agrícolas (MAGA, 2012).

Los principales instrumentos de la Política de Promoción del Riego 2013-2023, desarrollados y administrados por la Dirección General de Riego son los siguientes (MAGA, 2012):

- Sistema de información de agua para riego: diseño y puesta en marcha del Sistema de Información de Agua para Riego (SIAGua_riego) para el levantamiento de información en campo y/o gabinete sobre fuentes de agua y sistemas de riego (tanto a nivel de solicitudes, perfil o diseño, y proyecto/sistemas de riego en construcción y operación).
- Financiamiento del riego con tres instrumentos financieros: (i) el fideicomiso Desarrollo Integral en Áreas con Potencial de Riego y Drenaje (DIAPRYD) reformado, (ii) el presupuesto de funcionamiento de la Dirección General de Riego y (iii) el presupuesto de inversión de la misma Dirección. Adicionalmente, la Política encomienda al MAGA gestionar recursos presupuestarios adicionales de funcionamiento e inversión para gestionar la puesta en marcha de las acciones.
- Programa de investigación y capacitación en agricultura bajo riego: Desarrollar procesos de investigación aplicada para mejorar la eficiencia, la gobernabilidad y la sostenibilidad ambiental del riego. Se articula con los procesos de investigación del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y se plantea su articulación para alimentar sistemáticamente los esfuerzos de capacitación, tanto de extensionistas como de los usuarios del riego, afianzando así la cultura de riego eficiente y sostenible.
- Programa de apoyo a la gobernabilidad del agua para riego a través de dos componentes: (i) legislación y reglamentación pública, necesarias para poder administrar el agua con fines de riego y (ii) capacitación a usuarios en los principios, reglas y formas de organización que favorezcan sistemas de riego eficientes, sostenibles, equitativos y poco propicios a los conflictos.

La política incorpora una serie de estrategias e instrumentos para promover el riego con un enfoque fuerte de apoyo para el mejoramiento y la extensión del riego para la pequeña agricultura, principalmente en las zonas con déficit hídrico, como las regiones semiáridas y subhúmedas del Corredor Seco. Un cambio importante de enfoque es el reconocimiento de la necesidad de la participación del Estado en la construcción de infraestructura pública extra predial, como las obras de regulación hídrica y de almacenamiento, así como las infraestructuras de conducción de agua hasta un punto donde los productores puedan acceder a ella (WBG, 2015).

III. Análisis de las acciones que se están implementando para aplicar NEXO en territorios

A. Acciones desarrolladas por la Institucionalidad Pública

El Cuadro 12 presenta un resumen de las principales acciones y los presupuestos asociados a ellas, vinculados a los sectores hidráulico, energías renovables y alimentación (ver detalle en Anexo N°1):

Cuadro 12
Acciones y presupuestos 2020 ejecutados por instituciones públicas

Institución	USD	Acciones
Gasto		
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	USD 26 435 337,49	Mejoramiento y ampliación del sistema de riego en diferentes Unidades de Riego del país. Viceministerio de Desarrollo Económico y Rural.
Ministerio de Desarrollo Social a través de FONDO DE INVERSIÓN SOCIAL, adscrito al Fondo Social de Solidaridad	USD 15 018 298,23	Construcción sistema de agua potable, alcantarillado y tratamiento aguas residuales.
Ministerio de Energía y Minas	USD 36 857,97	Construcción Y Equipamiento Centrales Hidroeléctricas. Presupuesto recursos internos.
Secretaría De Seguridad Alimentaria Y Nutricional (SESAN) Ejecutado por: MAGA, MSPAS, MIDES, MCIV y MINECO	USD 118 068 266,01	Plan para la Atención del Hambre Estacional, 2019. Objetivo: contribuir a mitigar los efectos del Hambre Estacional en los municipios afectados por la sequía e incrementar la resiliencia en seguridad alimentaria y nutricional de los pequeños agricultores, que fueron afectados por la falta de lluvia de 2018.

Cuadro 12 (continuación)

Institución	USD	Acciones
Gasto		
Fondo de Desarrollo Indígena Guatemalteco (FODIGUA)	USD 344 587,90	Dotación de depósitos de almacenamiento de agua en comunidades y ampliación de sistemas de agua potable para las viviendas de familias indígenas.
Autoridades para el manejo sustentable de las cuencas (Atitlán y Amatitlán)	USD 5 418 259,96	Acciones del sector público y privado para conservar, preservar y resguardar la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno. Mejoramiento de sistema de tratamiento aguas residuales con instalación de sistemas fotovoltaicos.
Instituto de Fomento Municipal (INFOM) Entidad Autónoma	USD 36 000 457,53	Programa de agua potable y saneamiento rural.
Instituto Nacional de Electrificación (INDE)	USD 19 309 143,64	Ampliación Centrales Hidroeléctricas (2019).
Agencia Nacional de Alianzas para el Desarrollo de Infraestructura Económica (ANADIE)	USD 1 941 563,46	Asesoría a instituciones públicas en la planificación, estructuración y contratación de proyectos de infraestructura pública bajo el modelo de Alianzas Público-Privadas.
Total, Gasto	USD 222 572 772,19	

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, el sector público cuenta con un aproximado de USD 222,6 millones para gasto en su presupuesto del año 2020. Este presupuesto está enfocado en un 41% en acciones principalmente de desarrollo de capacidades (que es en realidad el "Plan para la Atención del Hambre Estacional") y en un 59% en acciones principalmente de inversión.

A este presupuesto debe agregarse USD 4.408 millones de crédito disponible (ver Cuadro 13), tanto del fondo de crédito del FONAGRO, el cual permite la inversión en infraestructura productiva, maquinaria y equipo a organizaciones legalmente constituidas, así como de Banrural para financiamiento de crédito individual.

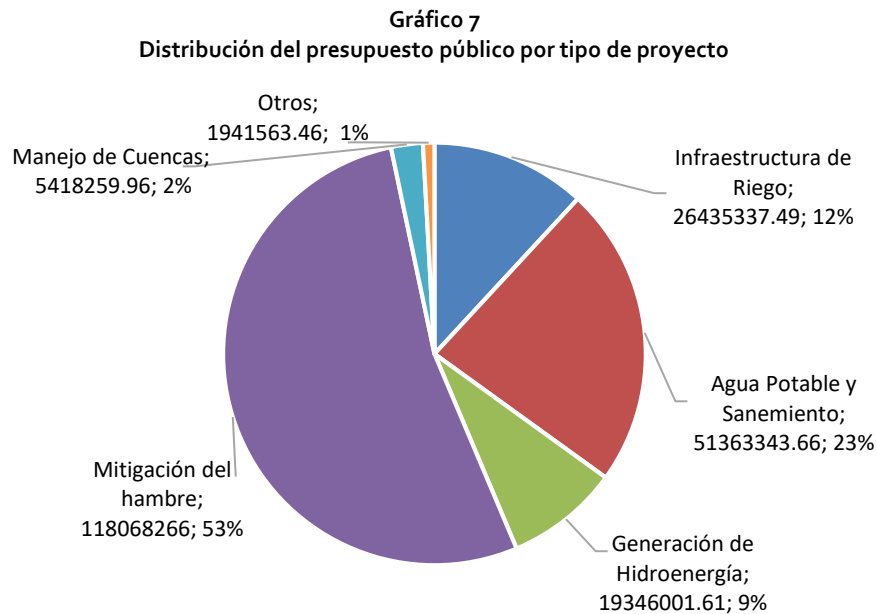
Cuadro 13
Fuentes de crédito para el Financiamiento

Institución	USD	Acciones
Gasto Crédito Nacional		
Fideicomiso Fondo Nacional para la Reactivación y Modernización de la Actividad Agropecuaria (FONAGRO)	USD 354 894 271,46	Financiamiento reembolsable y no reembolsable a organizaciones legalmente constituidas para sus actividades agrícola, pecuaria, artesanal, agroindustria, hidrobiológicos, forestales no maderables, infraestructura productiva, maquinaria y equipo, así como el financiamiento no reembolsable del fortalecimiento institucional, asistencia técnica y capacitación, seguro agrícola, estudios de pre inversión, seguridad alimentaria, proyectos de investigación y becas agropecuarias, hidrobiológicas o agroindustrial.
Banrural	USD 4 353 679 662,04	Grupo financiero orientado al desarrollo rural integral del país, con capital privado y multisectorial con servicios de banca universal y cobertura nacional y regional, dirigido preferentemente al micro, pequeño y mediano empresario, agricultor y artesano. Maneja un producto que se llama "Crédito Amigo Productor" para quienes se dediquen a la agricultura, ganadería o silvicultura, y necesite crédito para aumentar producción y venta de productos.
Gasto Total	USD 4 708 573 933,50	

Fuente: Elaboración propia.

De la investigación realizada sobre las principales acciones que el gobierno de Guatemala se encuentra ejecutando en la relación al NEXO Agua-Energía-Alimentación (ver Gráfico N°7), se observa que el proyecto Mitigación del Hambre absorbe un 53% de los recursos gubernamentales, seguido de un 23% enfocado a proyectos orientados a proveer de agua potable y saneamiento a las familias rurales.

Los recursos orientados a infraestructura de riego alcanzan un 12% del total de recursos ejecutados por el MAGA.



Fuente: Elaboración propia.

Si se excluye el Plan para la Atención del Hambre Estacional, la distribución presupuestaria es coherente con los lineamientos entregados en la "Política de Promoción del Riego, 2013-2023" que plantea la recuperación de las Unidades de Riego del país y con la "Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia" en su primera línea estratégica de agua potable y saneamiento para el desarrollo humano.

En cuanto a la interacción de las políticas en la conceptualización NEXO, no se encontró evidencia de que esto ocurra. Más bien cada sector aborda sus proyectos por separado, atendiendo una o dos de las áreas del concepto NEXO. De los nueve programas o proyectos en ejecución, solo un proyecto presenta articulación entre agua y alimentación.

En cuanto a la inversión del Estado para dotar a las familias de agua potable en zonas rurales, solo está conceptualizado como agua potable en las viviendas y no incorpora la alternativa de proyectos doble propósito (agua potable y riego presurizado con energías renovables).

Por otra parte, en cuanto a energías renovables, la mayor inversión del Estado está canalizada hacia proyectos de infraestructuras de grandes centrales hidroeléctricas de alta capacidad para generarle energía al Sistema Nacional Interconectado, con un muy bajo presupuesto para la generación de sistemas de mini redes locales o sistemas de abastecimiento para unidades de producción.

B. Acciones de las Agencias de Cooperación

Las Agencias de Cooperación en Guatemala son múltiples y trabajan en distintas áreas de desarrollo del país. En el Sector Rural, actualmente se encuentran realizando proyectos 13 Instituciones de Cooperación Internacional (seis agencias de cooperación de países desarrollados, cuatro organismos del sistema de las Naciones Unidas, y tres organismos de cooperación de países del continente americano), desarrollando funciones de ejecutor y/o financista de proyectos (ver Cuadro 14).

Cuadro 14
Instituciones de Cooperación Internacional con acción en el sector rural

1	Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ – Guatemala)	AC
2	Agencia Coreana de Cooperación Internacional (KOICA – Guatemala)	AC
3	Agencia de Cooperación de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional (USAID – Guatemala)	AC
4	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)	AC
5	Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID)	AC
6	Banco Interamericano de Desarrollo	OIA
7	Delegación de la Unión Europea en Guatemala	AC
8	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	OIA
9	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	ONU
10	Organización Mundial de la Salud (OMS)	ONU
11	Organización Panamericana de la Salud (OPS)	OIA
12	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD -Guatemala)	ONU
13	Programa Mundial de Alimentos- PMA – ONU	ONU

Fuente: Elaboración propia.

Nota: AC: Agencia de Cooperación OIA: Organismo Internacional Americano ONU: Organización Naciones Unidas

En el Cuadro 15 se presenta un resumen de las principales acciones que actualmente se encuentran financiadas por las agencias de cooperación en Guatemala (ver detalle en Anexo N°2).

Cuadro 15
Acciones y presupuestos ejecutados por la Cooperación Internacional

Institución	USD	Acciones
Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)	\$585 799,98	Aumento de Capacidades para la Reducción del Riesgo de Desastres por Inundaciones y Sequía y Fomento de la Resiliencia en Centroamérica financiado por EUROCLIMA+
GIZ	\$17 540 000,00	Adaptación del desarrollo rural al cambio climático (ADAPTATE III)
IICA	\$8 941 893,46	IICA ejecuta 4 Proyectos en Guatemala: 1 de Desarrollo de Instrumentos de Protección Financiera, PROCAGICA, AGROINNOVA, INNOVA AF
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Países destinatarios: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.	\$28 595 869,78	FAO se encuentra ejecutando 8 proyectos en Guatemala: 1) Mesoamérica Sin Hambre I, 2) NAP - Agricultura, 3) Fortaleciendo la resiliencia de familias afectadas por la sequía 2014, 4) Programa Conjunto inter-agencial "Desarrollo Rural Integral en 5 municipios de la cuenca alta del río Cuilco en San Marcos", 5) Programa conjunto "Desarrollo Rural Integral Ixil", 6) Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER) en Sololá, 7) Buenas Prácticas Agrícolas y Evaluación de Daños y Pérdidas para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima 8) Adaptación de comunidades rurales, a la variabilidad y cambio climático para mejorar su resiliencia y medios de vida. Sur de Petén, Alta Verapaz y Baja Verapaz.

Cuadro 15 (conclusión)

Institución	USD	Acciones
EUROCLIMA+ (Unión Europea)	\$353 376,46	Producción Resiliente de Alimentos (PRA) Fortalecer las capacidades de autoridades y actores locales, de municipios del Trifinio Centroamericano y Adamantina en Brasil, para impulsar la producción resiliente de alimentos vinculadas a las cadenas de valor agroalimentarias, como respuesta a las condiciones climáticas cambiantes de ambos territorios, articuladas a las estrategias y políticas nacionales de los países involucrados: Destinatarios: Brasil, El Salvador, Guatemala, Honduras. Financiado por la Unión Europea Presupuesto total del proyecto USD 1.413.505,85 Duración: 2019 - 2020
GIZ Expertise France		
EUROCLIMA+	\$2 456 658,51	EUROCLIMA+ Se encuentra realizando 3 proyectos en Guatemala: 1) Paisajes cafetaleros resiliente al cambio climático 2) Agricultura climáticamente inteligente 3) Fortalecimiento de sistemas indígenas de producción sostenible de alimentos
Fondo Verde del Clima- Ejecutado por MAGA	\$37 700 000,00	Fomento de la resiliencia de los medios de vida al cambio climático en las cuencas de las tierras altas de Guatemala Objetivo: Protección de ecosistemas y medios de vida en las tierras altas de Guatemala a través de un mejor manejo de cuencas hidrográficas. Reducir los impactos del cambio climático en el ciclo hidrológico en las cuencas hidrográficas a través de prácticas mejoradas de uso de la tierra. Presupuesto total es de USD 37.700.000 Duración de 2020-2027
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	\$65 876 666,67	USAID se encuentra ejecutando dos proyectos en Guatemala: 1) Alimenta el futuro: Tierras Altas Occidentales. 2) Alimentar el Futuro: Cadenas de Valor del Café
Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio Federal del Medio Ambiente de Alemania (BMU)	\$2 896 618,72	Proyecto Integración Clima – Objetivos de Desarrollo Sostenible Ejecutado por: Asociación de Desarrollo Integral Mitig Ixoq' (ADIMI), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y TMG Research (Think Tank for Sustainability) Presupuesto total USD 2.896.618,72 Duración 2018-2020
Fundación Walmart	\$1 607 450,33	Programa de Acceso al Mercado de Pequeños Productores en Centroamérica Financiado por la Fundación Walmart e implementado por TechnoServe Beneficiarios: 5000 productores de Nicaragua y Guatemala Presupuesto: 4.822.351 Duración: 2020 - 2022
Helvetas Guatemala	\$1 214 739,10	Uk'uch Ixcanul - Corazón del Volcán (2019-2021) Ejecutado por: Fundación para el Desarrollo Integral de Programas Socioeconómicos (FUNDAP) Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) Mesa Forestal de Concertación de la Región VI de Occidente (MESAFORC VI) Presupuesto USD 1.214.739,10 Duración 2.5 años, 2019-2021
Heifer	\$8 900 000,00	Cinturón de Negocios Verdes/Green Business Belt Guatemala (GBBG) Beneficiarios 6.250 productores de especias Presupuesto total USD 8.900.000 Duración 6 años, 2019-2025
Total, Gasto	\$176 669 073,01	
Promedio anual	\$34 733 044,63	

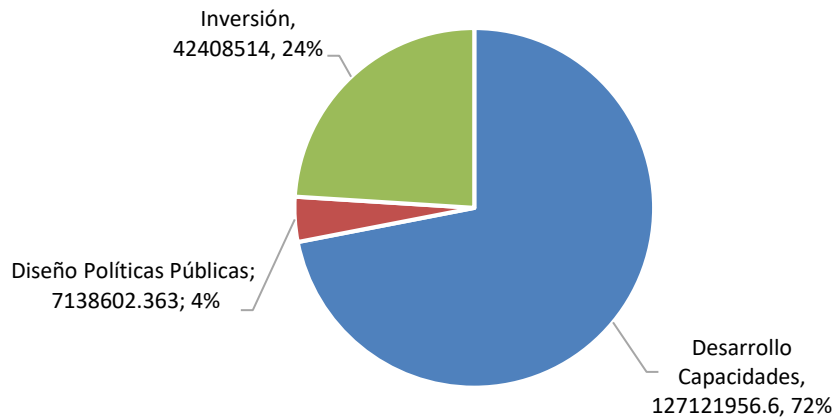
Fuente: Elaboración propia.

El total de recursos vigentes destinados por la cooperación internacional a Guatemala, suman aproximadamente USD 176,67 millones, con una media anual de USD 34,73 millones.

Se puede deducir que los principales organismos que actúan como ejecutores de proyectos, son FAO e IICA y que las Agencias de Cooperación actúan como financiadores de proyectos en articulación con los organismos internacionales, ONG's y/o las instituciones del Estado.

En cuanto a los tipos de productos y servicios (ver Gráfico N°8) que las instituciones de Cooperación Internacional entregan a través de los proyectos que se encuentran ejecutando, se observa que el 72% de los recursos está orientado principalmente al desarrollo de capacidades, tanto en productores (para sus sistemas productivos) como en funcionarios de los distintos niveles de gobierno; un 4% de los recursos está orientado a apoyar los procesos de planificación y diseño de políticas públicas en el país y un 24% del presupuesto se orienta a apoyar la inversión en infraestructura, principalmente de protecciones laderas contra la erosión e instalación de pequeños sistemas de recolección de aguas lluvias.

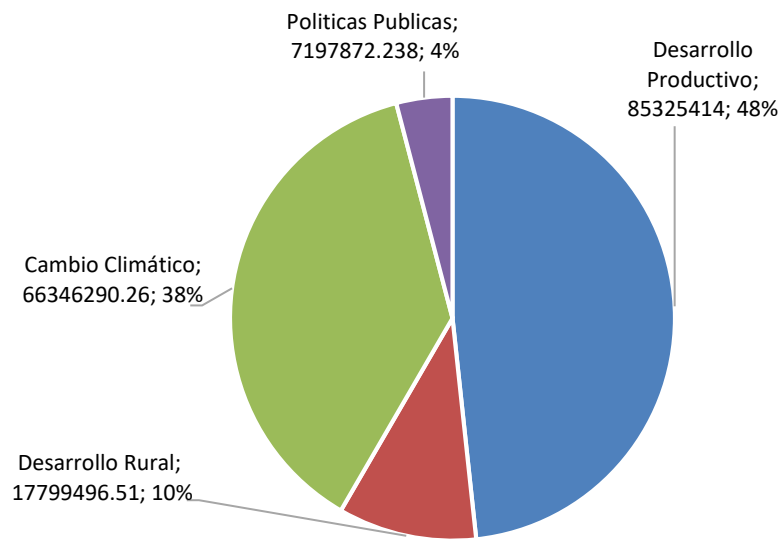
Gráfico 8
Distribución del presupuesto de la Cooperación Internacional por tipo de productos y servicios entregados



Fuente: Elaboración propia.

Si se analiza la información recogida por el tipo de acciones desarrolladas (ver Gráfico N°9), se observa que el 48% de los recursos están orientados al fomento del desarrollo productivo de los productores de infrasubsistencia y subsistencia; un 10% está en el área de desarrollo rural (desarrollo de la cohesión social, empoderamiento de mujeres y/o indígenas, desarrollo de liderazgos, entre otros). En un 38 % están abordando el área de cambio climático, principalmente pequeñas inversiones en manejo de laderas y sistemas de recolección de aguas lluvias y desarrollo de capacidades en agroforestería; y un 4% de los recursos están en la línea del fortalecimiento de las Políticas Públicas y desarrollo de instrumentos de protección financiera (un proyecto).

Gráfico 9
Distribución de los proyectos de la Cooperación Internacional por tipo de proyectos



Fuente: Elaboración propia.

De lo analizado, se puede deducir que la cooperación internacional está entregando bienes y servicios principalmente en el desarrollo de capacidades para la producción de alimentos, adaptación al cambio climático y desarrollo rural. Este tipo de proyectos entregan pequeños porcentajes de los recursos con que cuentan al financiamiento de infraestructura de recolección de aguas lluvias y sistemas de riego, pero más bien para fines demostrativos en las localidades.

De la información recabada, actualmente no se ven programas que estén en ejecución y que estén orientados directamente al desarrollo del riego a pequeña escala y que implique aseguramiento del recurso agua con recolección de aguas lluvias y provisión de energía a través de energías renovables. Solo la USAID, junto con Horticulture Innovación Lab y UC Davis, desarrolló el programa MásRiego en Guatemala (2015-2019), con el objetivo de promover el desarrollo del sector privado y la producción hortícola y comercial en pequeña escala, a través del uso del riego por goteo a baja presión, prácticas de agricultura de conservación y cosecha de aguas lluvia.

En cuanto al financiamiento de Bancos Internacionales se presentan en el Cuadro 16.

Cuadro 16
Acciones y presupuestos ejecutados por Banca Internacional

Institución	USD	Acciones
Gasto Instancias de Financiamiento Internacional		
Banco Alemán Gubernamental de Desarrollo (KFW) Ejecutado por MARN	USD 1 640 986,42	Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala. Objetivo: Mejoramiento de sistemas productivos y la gestión sostenible del agua, suelo y bosque, como una medida de adaptación a los efectos negativos del cambio climático de las comunidades del corredor seco. Presupuesto total del proyecto USD 9.845.918,50. Duración 2016-2022.
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	USD 12 320 972,00	El proyecto tiene como objetivo estructurar y gestionar el riesgo del sector cafetalero a través de establecer un fondo de garantías de créditos en 4 organizaciones cafetaleras. La eliminación de riesgos permitirá desbloquear el financiamiento, necesario para acceder a tecnologías mejoradas sostenibles/resistentes al clima y a nuevos mercados.
Total Gasto	USD 13 961 958,42	

Fuente: Elaboración propia.

El BID está preparando dos préstamos al país para avanzar en la electrificación rural por un monto de USD 40,2.

Finalmente, es necesario destacar que las agencias de cooperación internacional en Guatemala cuentan con una instancia de coordinación llamada "Grupo de Donantes, G13". Dicho grupo es una instancia de coordinación entre los países, agencias bilaterales y multilaterales, conformada por los nueve países que destinan más recursos de cooperación a Guatemala: Canadá, Alemania, Italia, España, Francia, Suecia, Suiza, Estados Unidos, Reino Unido; y por los siguientes organismos multilaterales: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial (BM), Fondo Monetario Internacional (FMI), el Sistema de las Naciones Unidas (SNU), la Delegación de la Unión Europea (UE) y la Organización de Estados Americanos (OEA).

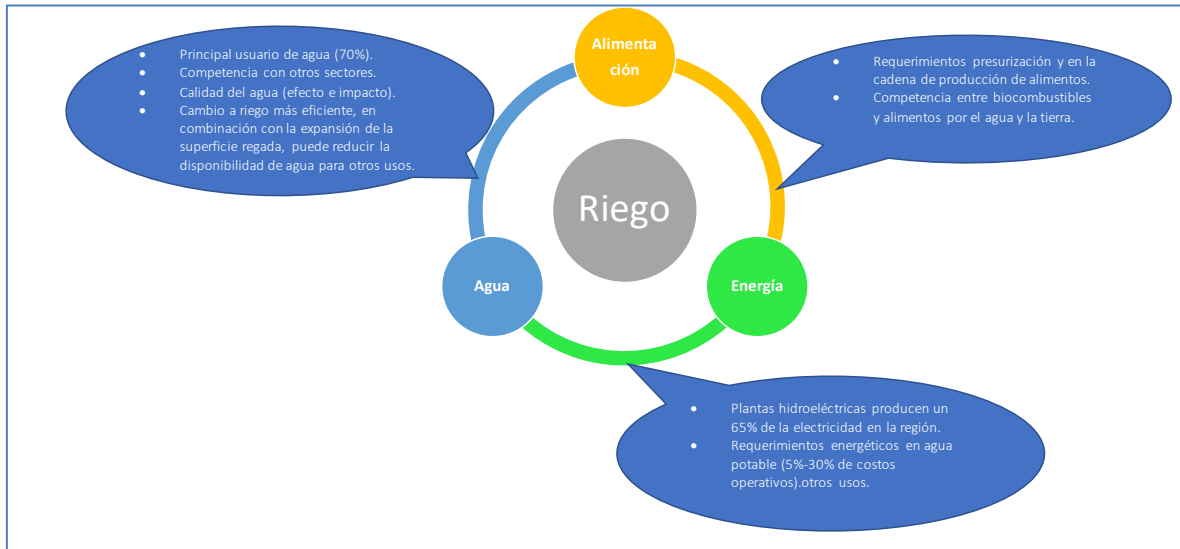
IV. Propuesta de Fomento del Riego en AF bajo el concepto NEXO

Como se planteó anteriormente, el concepto NEXO es un modelo que busca analizar las interconexiones entre los sectores del agua, la energía y la producción de alimentos. La principal premisa del enfoque del NEXO es que estos tres sectores no pueden analizarse separadamente y los impactos en un sector afectan a los otros, por ejemplo:

- Prestadores de servicios de agua potable y saneamiento que enfrentan dificultades financieras debido a altos costos de la energía.
- Desarrollo agrícola que se ve amenazado por agotamiento de los acuíferos.
- Proyectos hidroeléctricos que enfrentan fuertes oposiciones de otros usuarios, principalmente sector agrícola y de medio ambiente.
- Hidroeléctricas que bajan su capacidad de producción de energía por el alto contenido de sedimentos de los afluentes que las alimentan.
- Descargas sin tratamiento y expansión de usos urbanos que afectan otros usos de agua (principalmente agrícolas).

En el Diagrama 1 se presenta la creciente presión económica, social y ambiental sobre los sistemas hídricos, energéticos y alimentarios, poniendo de relieve las diversas interdependencias entre estos tres sectores.

Diagrama 1
Relaciones entre alimentación, energía y agua



Fuente: Elaboración propia con antecedentes de Jouravlev, 2016.

En el año 2015, la ONU estableció la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible⁵. Algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) están directamente relacionados con el NEXO que se plantea:

- ODS 2 “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”, que plantea como meta “duplicar la producción agrícola” aplicando “prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y del suelo”. El agua está incluida en la mención a las sequías e inundaciones. Se propone una meta de alcanzar la “eliminación paralela de todas las formas de subvención a las exportaciones agrícolas y todas las medidas de exportación con efectos equivalentes”.

- ODS 6 “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, se establece la meta de lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos, más saneamiento. También se plantea la mejora de la calidad del agua, disminuyendo la contaminación y reduciendo a la mitad el porcentaje de las aguas residuales sin tratar. Igualmente, aparece la mejora en la eficiencia en la utilización del recurso hídrico, la implementación de una gestión integrada del agua, la protección y restauración de los ecosistemas acuáticos, la ampliación de la cooperación internacional, y se menciona la desalinización dentro de los objetivos de apoyo a los países en vías de desarrollo.

- ODS 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”, que habla de garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos; también “aumentar considerablemente” la proporción de energía renovable, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.

- Además, ODS 11, relativo a las ciudades y los asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; el ODS 12, referente a modalidades de consumo y producción sostenibles; el

⁵ 70ª Asamblea General de las Naciones Unidas durante la Cumbre de Desarrollo Sostenible, 2015.

ODS 13, sobre las medidas para combatir el cambio climático y sus efectos; el ODS 15, que busca proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres; y el ODS 17, sobre los medios de implementación. Aún cuando los planteamientos sobre el agua, la agricultura y la energía aparecen formalmente separados en los ODS, en realidad se trata de alcanzar todos ellos conjuntamente —no son separables—, lo que sugiere que, implícitamente, la idea del “NEXO” está presente en la formulación de los ODS exigiendo, por tanto, una actitud coherente en los Estados encargados de su consecución.

Guatemala, se ha comprometido con los ODS y por tanto el abordar las acciones de fomento del riego, bajo el concepto NEXO permite contribuir directamente al cumplimiento de ellos.

En el sector agrícola, la tecnología que agrupa a estos tres sectores es el riego, que tiene como insumos el agua y la energía y que permite la producción de alimentos con mayor eficiencia. Esto es cada vez más importante en la Agricultura Familiar porque es determinante en la seguridad alimentaria de los países.

La geografía de Guatemala, en general, es de grandes cadenas montañosas con pendientes pronunciadas a excepción de la costa del Pacífico, que presenta topografías más llanas. La agricultura familiar en Guatemala se encuentra principalmente situada en las laderas y zonas de montaña, lo cual implica que cualquier intervención debe considerar este emplazamiento.

Recuadro 2

Diagnóstico y estrategias para el corredor seco en Guatemala

El CSC en Guatemala presenta las siguientes condiciones:

- No es un territorio homogéneo, no se puede planificar como un todo. Al menos existen cuatro territorios: (i) Quiché; (ii) Baja Verapaz; (iii) El Progreso y Zacapa; (iv) Chiquimula, Jalapa y Jutiapa.
- La riqueza de estos territorios está en el agua que poseen (vínculo forestal-hídrico: columna vertebral), pese al clima semiárido y a la amenaza climática. Sin embargo, se está deforestando a alta velocidad.
- La población es principalmente rural y depende de los recursos ambientales como “medios de vida”. No se producen suficientes alimentos y la mayor parte es producción de ladera. Los suelos son erosionables y con limitaciones.
- En los valles que se riegan, existe diversificación, pero no es suficiente el volumen de producción para impactar en la pobreza y reducirla.
- Bajos niveles productivos: únicamente en los valles de Sacapulas, Salamá, San Jerónimo; Usumatlán, Estanzuela, Zacapa y Asunción Mita, muestran mejores registros productivos por el impacto de la extensión de los sistemas de riego, tanto de origen estatal como de origen privado.

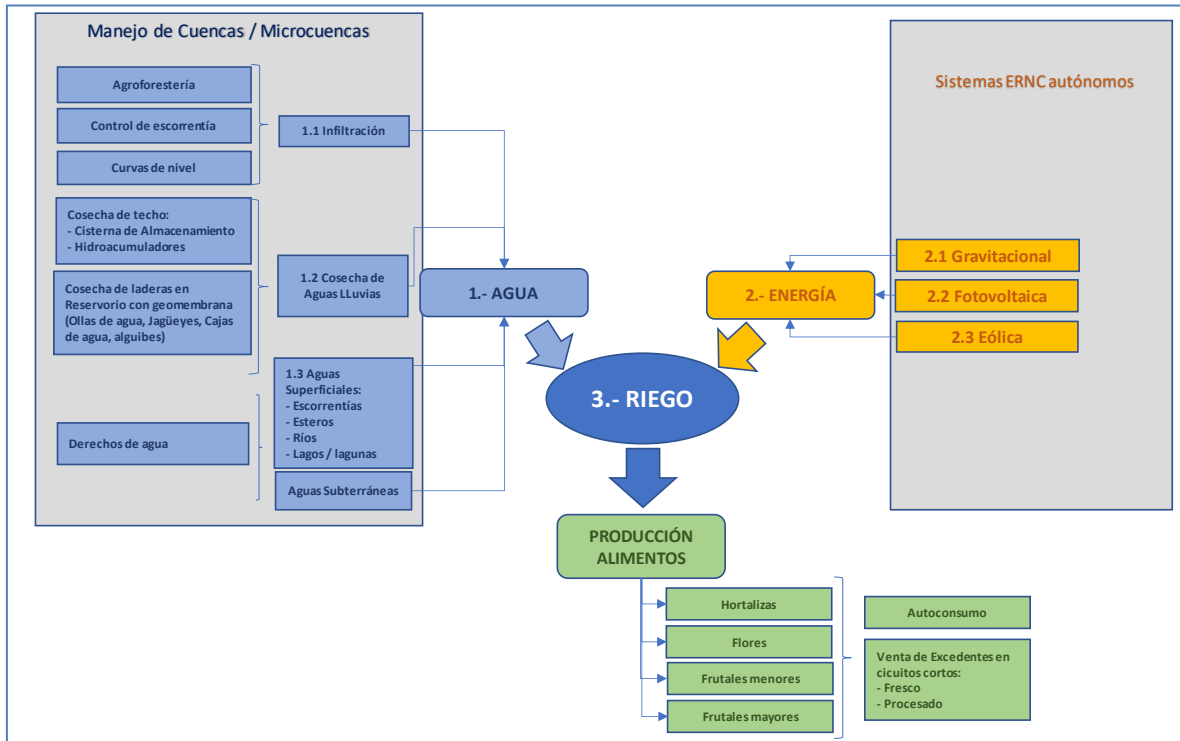
Líneas de Acción definidas por el MAGA para abordar el territorio del CSG:

- Planificar la región en forma descentralizada y basada en al menos 4 territorios: Quiché, Baja Verapaz, El Progreso y Zacapa; Chiquimula, Jalapa y Jutiapa (Extensión y asistencia técnica).
- Mantener y mejorar el Vínculo Hidrológico-Forestal: Establecer programas de tratamientos forestales bajo el enfoque de microcuenca.
- Fomentar el riego con estructuras basadas en los ríos permanentes y por gravedad; intensificar la diversificación productiva y el encadenamiento de las producciones.
- Atender en forma técnica el cultivo en ladera con conservación de suelos, variedades mejoradas, abono orgánico, además de otras prácticas.
- Desarrollar proyectos que tiendan a mejorar la seguridad alimentaria (almacenamiento, huerto familiar, traspatio) y cuyo fin sea la soberanía alimentaria.

Fuente: MAGA, 2010.

La propuesta que se plantea considera analizar las posibles fuentes de agua y energía para abastecer el establecimiento de sistemas de riego que permita la producción de alimentos en pequeñas superficies. En el diagrama 2 se presenta un esquema para abordar el Riego con el enfoque NEXO en las Agricultura Familiar en las condiciones antes establecidas.

Diagrama 2
Esquema de Riego



Fuente: Elaboración propia.

El esquema anterior presenta las posibles fuentes de agua y energía para abastecer el riego en las condiciones que enfrenta la Agricultura Familiar en Guatemala, con el objetivo de incrementar la producción de alimentos de una manera más eficiente y sostenible.

La propuesta de Fomento del Riego en la AFC en Guatemala se presenta en base al esquema anteriormente presentado. Para facilitar el análisis, se realizará una presentación por cada uno de los sectores.

A. Agua

1. Manejo de la microcuenca

Como se ha planteado anteriormente, el hecho de que la AF se encuentre principalmente en las zonas de laderas, implica que el abastecimiento del recurso agua debe considerar el manejo de microcuencas como punto de partida buscando mejorar el proceso de infiltración.

La microcuenca es una pequeña unidad geográfica donde viven una cantidad de familias que utilizan y manejan los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación. Siendo un espacio común altamente interconectado, se requiere necesariamente la interrelación e instancias de acuerdo común para el uso de los bienes comunes que comparte.

Trabajar a nivel de microcuencas es esencial. Guatemala tiene experiencia en manejo de cuencas, el concepto está incorporado en las leyes desde el MAGA y MARN y tienen algunos proyectos relacionados al tema. El MARN trabaja a nivel de microcuenca, buscando estrategias que generen un manejo de cuenca de manera integral. La FAO busca que en la gestión de cuencas siempre exista un

comité de cuencas por asociación comunitaria. Busca que una sección de los Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES) sean los que manejen integralmente la Cuenca.

2. Gobernanza de la microcuenca

El uso y preservación de los recursos, principalmente agua, requiere de la gobernanza de la microcuenca. El manejo integral de los recursos hídricos expone la necesidad de procesos intensos de descentralización y la integración de las poblaciones locales en el manejo, administración y aprovechamiento de sus recursos. En este contexto se plantea el tema de la gobernanza del agua como la clave para lograr la sustentabilidad ambiental. Así, la gobernanza se entiende como el conjunto de interacciones entre actores públicos y privados orientados a resolver sus problemas sociales para crear oportunidades en un marco normativo. Se vuelve entonces prioritario entender cuáles son estos procesos o sucesos, es decir, los conflictos, acuerdos, normas e interacciones que se desarrollan en la toma de decisiones en un territorio delimitado por un sistema natural como la cuenca o microcuenca hídrica. Por tanto, las acciones que se realicen en una determinada parte de la cuenca tienen que ver con la calidad y cantidad del agua en otra parte de ésta (Guerrero-de León et al., 2010).

Se requiere acompañar el proceso de fomento del riego con un buen programa de gobernanza para evitar conflictos entre las comunidades. El MARN da asesoría y acompañamiento para formación de Comités de Microcuencas y la gobernanza al interior de la cuenca. Esto es importante porque en Guatemala, no se cuenta con ley de aguas, no hay políticas ni plan de acción, por tanto, la instancia de diálogo y acuerdos son los Comités de Microcuencas. Recientemente se inició con la Cooperación Internacional el apoyo para tener un reglamento para la conformación de Comités.

3. Técnicas de manejo de microcuencas

El primer objetivo por alcanzar es disminuir la velocidad de la escorrentía y aumentar la infiltración del agua en el suelo, especialmente en zonas de montañas o con pendientes bruscas, conservando los suelos para mejorar el proceso de infiltración del agua. La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Uno de los objetivos en el manejo de microcuencas es aumentar la infiltración del agua en el suelo, para disminuir el escurrimiento superficial y evitar la erosión y arrastre del suelo a las zonas bajas.

Entre las principales técnicas a usar para aumentar la infiltración están:

- **Aumentar la cobertura vegetal**, principalmente en las zonas altas de la microcuenca. La vegetación provee protección al suelo y sus raíces llevan a cabo una acción fijadora de las partículas del suelo, evitando así la erosión. Las raíces ayudan en la infiltración del agua en el terreno. La vegetación en áreas con pendiente reduce la velocidad de la escorrentía. La forestación, agroforestería, cobertura vegetal con franjas de cultivos temporales con cultivos permanentes ayudan a conducir el agua hacia el subsuelo.
- **Aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo**, los suelos sanos con un elevado contenido de materia orgánica tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de agua. La materia orgánica puede retener alrededor de 20 veces su peso en agua. Esto es beneficioso no solo durante las sequías, cuando la humedad del suelo es crucial para el crecimiento de las plantas, sino también durante las lluvias intensas, porque el suelo reduce las inundaciones y las escorrentías, al ralentizar el vertido de agua en los arroyos (FAO, 2015⁶).

⁶ FAO (2015). Los suelos en el ciclo del agua. Año Internacional de los Suelos 2015. Recuperado de: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/326296/>.

Mediante la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles, los agricultores pueden influir en la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar la infiltración y retención de agua. Las técnicas deficientes e insostenibles de manejo de la tierra también disminuyen el contenido de humedad del suelo. El exceso de cultivo, el sobrepastoreo y la deforestación, someten a los recursos de suelo y agua a una gran tensión pues reducen la fertilidad de la capa arable y la cubierta vegetal, y llevan a una mayor dependencia de los cultivos de regadío.

Entre las prácticas de gestión sostenible de la agricultura y la tierra que pueden contribuir a mejorar la capacidad de retención de humedad del suelo figuran (FAO, 2015):

- **Control de escorrentías:** se entiende por escorrentía a la circulación libre del agua de lluvia o riego sobre las superficies (suelo, techos, carreteras, etc.). Al correr por la superficie del terreno, arrastra consigo partículas de suelo y todo tipo de sustancia que encuentra en su paso. La escorrentía ocurre cuando el suelo recibe más lluvia o riego de la que puede retener. Las prácticas que pueden utilizarse para el control de las aguas pueden ser:
 - cobertura vegetal,
 - canales de desagües protegidos,
 - puntos de descargas con filtros de piedra,
 - barreras vegetativas,
 - charcas de sedimentación,
 - conservación de áreas naturales y permeables, y
 - empedrado.
- **Curvas de nivel para conducción del agua:** acequias de derivación, desagües y drenes. Instalación de gaviones utilizando material propio del lugar.

4. Cosecha de aguas lluvia

Se propone la cosecha del agua de lluvia como una alternativa para hacer frente al problema de abastecimiento de agua y para reducir la explotación de los acuíferos. En general, el clima en Guatemala se define como tropical caluroso en las tierras bajas y va cambiando gradualmente hasta llegar a templado en las tierras más altas. Se presentan dos estaciones durante el año: la estación seca, generalmente de noviembre a abril, y la estación lluviosa de mayo a octubre. Entre los meses de julio y agosto, se produce un descenso de lluvias conocido como canícula. Las precipitaciones medias anuales varían desde 700 mm en la zona vecina a El Salvador y Honduras, hasta los 5.000 mm/ por año en el Noroccidente.

La cosecha de aguas lluvias puede suplementar la época de canícula y acortar el periodo sin precipitaciones. Durante ésta, se produce menos del 20 % de la precipitación anual, por lo cual los cultivos suelen necesitar riego. Entre Julio y Agosto suelen presentarse de 10 a 20 días sin precipitaciones, durante los cuales es necesario el riego suplementario.

Se entiende por cosecha de aguas lluvias a la recolección del agua precipitada y de la escorrentía superficial, en un tanque de almacenamiento o embalse, para su posterior utilización en el uso doméstico y/o en la producción agrícola, pecuaria o forestal. Existen dos sistemas de captación, que se presentan En el Diagrama 3.

Diagrama 3
Tipos de cosechas de aguas lluvias



Fuente: Pizarro et al., 2015.

Independiente del área de captación utilizada, ya sea ladera o techo, se puede mencionar que, a grandes rasgos, la composición general de un Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua Lluvia tiene cuatro componentes:

- Captación: superficie destinada a la captación del agua lluvia (techos o laderas).
- Recolección: conjunto de tubos y/o canaletas situadas en las partes bajas del área de captación, cuyo objetivo es recolectar el agua lluvia y conducirla hacia el interceptor.
- Interceptor: dispositivo que capta las primeras aguas de lluvia correspondientes al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.
- Almacenamiento: depósito destinado a la acumulación, conservación y abastecimiento del agua lluvia con fines domésticos y/o productivos.

a) Sistema de Techo

Debido a que los volúmenes captados son más bien bajos, se usa principalmente para abastecimiento doméstico y/o el riego de pequeñas superficies de traspatio para abastecer el autoconsumo de las familias. Los depósitos de almacenamiento pueden ser cisternas de almacenamiento verticales de diversos materiales (PVC, fibra de vidrio, ferrocemento, etc) o cisternas flexibles. En el Diagrama 4 se presenta un esquema de la captación de aguas lluvias y sus componentes generales para uso doméstico.

Diagrama 4
Sistema de captación de aguas lluvias y sus partes



Fuente: FCEA, 2020⁷

b) Sistema de Captación en Laderas

Se usa para acumular volúmenes más grandes de agua y tienen fines principalmente agrícolas y/o pecuarios. Los depósitos de almacenamiento se denominan ollas de aguas, jagüeyes, bordos, cajas de aguas o aljibes.

Se recomienda que el área de almacenamiento sea aislada mediante cercos para evitar el acceso a los animales e impermeabilizarlos con geomembrana a fin de evitar la percolación. La conducción del agua hacia la zona de producción (invernadero, abrevaderos de animales, áreas de producción) debe hacerse mediante una red hidráulica presurizada por gravedad con tubería de baja presión.

⁷ FCEA (2020). Portal del Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. Recuperado de: <https://agua.org.mx>.

Imagen 1
Esquema sistema de captación aguas lluvias en laderas



Fuente: Pizarro et al., 2015.

Dependiendo de las condiciones específicas de cada proyecto, se deberá determinar qué sistema de captación de aguas usar y qué sistema de almacenamiento utilizar. Se propone que el acompañamiento a las decisiones técnicas del personal de terreno para la toma de decisiones sea mediante la asesoría técnica del tutor vía remota a través del Sistema de Capacitación en Cascada que se describirá en el siguiente capítulo.

5. Captura de escurrimiento de aguas superficiales

La escorrentía de esteros y pequeñas vertientes la vamos a entender como el escurrimiento del agua de lluvia, deshielo y/o agua de irrigación que no llega a infiltrarse en el suelo y que provoca una cauce permanente o semipermanente, fluyendo hacia un cauce fluvial mayor. Estas fuentes de aguas pueden tomar una gran relevancia en épocas de falta de precipitaciones (canícula), para abastecer uno o dos riegos suplementarios en épocas de estiaje.

Estas escorrentías pueden estar en dos situaciones. Se describen a continuación.

a) Escorrentía en partes altas

Son propias de cuencas y microcuencas de zonas montañosas con alta densidad de bosques y por tanto, gran cantidad de materia orgánica en el suelo. Así, éste funciona como reservorio esponjoso con alto volumen de acumulación de agua, que se va soltando de a poco por efecto de succión desde las zonas que van perdiendo la humedad.

Esta es una situación muy ventajosa para la instalación de sistemas de riego tecnificado, porque son de bajo costo, ya que la presurización de éste la realiza la gravedad por diferencia de altura. La captación de esta escorrentía superficial para ser aprovechada en riego, debe realizarse aguas arriba de

los sistemas de explotación para tener una altura favorable que permita compensar las pérdidas de presión producidas por la conducción en la tubería, el proceso de filtraje de agua y distribución en el sistema de riego elegido (goteo, cintas, microaspersión). A continuación, se presenta un sistema de captura de escorrentías en partes altas, con sus diferentes componentes (ver Imagen 2).

Imagen 2
Esquema de uso de escorrentías aguas arriba



Fuente: Elaboración propia.

Los componentes de un sistema de este tipo, son:

- 1.- Toma de agua.
- 2.- Conducción del agua desde la toma a la cisterna: puede ser una tubería de baja presión, gran diámetro y bajo costo.
- 3.- Cisterna de acumulación con derivación para eliminación de impurezas (cisterna rígida o flexible).
- 4.- Matriz principal y secundarias de distribución, con sistemas de control y seguridad.
- 5.- Sistema de riego localizado (goteo, cintas, microaspersión, aspersión).

Estos sistemas pueden tener un doble propósito, de modo que sean utilizados tanto para el riego como para el uso doméstico, haciendo más eficiente la utilización de los materiales. Aquellos lugares que dispongan de esta característica (disponibilidad de escorrentía de agua superficial permanente o prolongada en altura), tienen la ventaja de disponer de un sistema tecnificado a un costo relativamente bajo porque la presurización del sistema se realiza a través de la gravedad.

b) Escorrentía en partes bajas

Son más usuales que las anteriores, poseen mayores caudales y son depósitos de mayor volumen, pero presentan la dificultad de mayor costo de uso y probablemente, tengan derechos de agua constituido, lo cual impide el uso de este recurso.

El mayor costo de utilización se debe a que es necesario elevar el agua a un punto donde se pueda distribuir. Hasta hace unos años, tanto el costo de inversión como de mantención eran prohibitivos para la AF porque requerían energías convencionales. Con la incorporación de la ERNC, principalmente las tecnologías fotovoltaicas, han disminuido los costos de inversión y de mantenimiento, haciendo que se vuelva una alternativa viable para la AF.

A continuación, se presenta un esquema de una situación tipo, con sus diferentes componentes (ver Imagen 3).

Imagen 3
Diseño de riego con elevación de agua para distribución del recurso por gravedad



Fuente: Elaboración propia.

Los componentes de un sistema de captura de escorrentías en partes bajas, son:

- 1.- Toma de agua a través de bomba solar,
- 2.- Paneles solares,
- 3.- Conducción del agua, desde la toma hasta la cisterna,
- 4.- Cisterna en el punto más alto del sistema,
- 5.- Matriz principal y secundarias de distribución, con sistemas de control y seguridad, y
- 6.- Sistema de riego localizado (goteo, cintas, microaspersión, aspersión).

6. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se depositan en acuíferos, los que corresponden a un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumulan y por donde circulan las aguas. Esta zona de saturación, se sitúa encima de la capa impermeable, donde el agua rellena completamente los poros de las rocas. La extracción del agua de los acuíferos ha aumentado progresivamente desde mitad del siglo pasado, por lo cual estas estructuras empiezan a presentar severos signos de agotamiento.

Para utilizar este recurso se requiere la construcción de pozos. En las secciones siguientes, se distinguen dos tipos de pozos.

a) Pozo noria

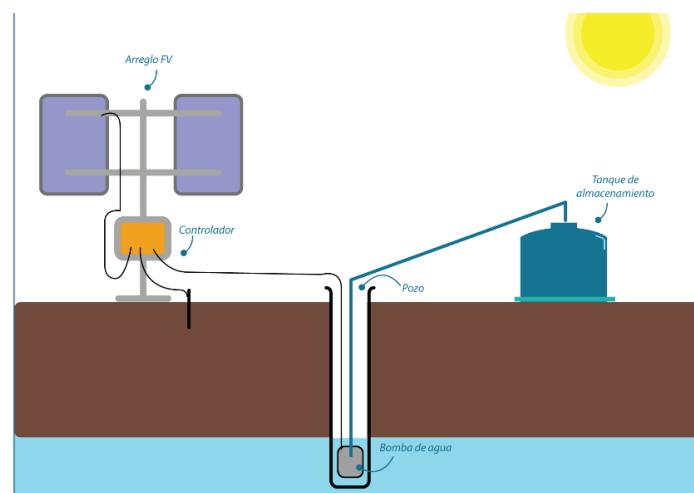
Corresponde al método más tradicional y común para obtener agua de fuentes de agua subterránea. Una de las principales cualidades de la noria es que es un pozo de tipo superficial (hasta los 30 m de profundidad) y con un gran diámetro (entre uno y dos metros).

b) Pozo profundo

Un pozo profundo es una perforación en el subsuelo mayor a 30 m, la cual va revestida de una tubería con el fin de impedir el derrumbe. Esta tubería es ranurada en su parte inferior para que el acuífero aporte con agua y pueda ser extraída mediante bombas de distintos accionamientos. Dados los altos costos de construcción y mantención de este tipo de infraestructuras, son alternativas que se usan en agricultura empresarial y de menor uso en Agricultura Familiar.

En ambos casos para extraer y utilizar el líquido, se requiere de una bomba de agua y energía para accionar dicho equipo. Esto implica que son sistemas de alto costo tanto de inversión como de mantención. El hecho de que últimamente se estén utilizando más las energías renovables no convencionales (ERNC), especialmente la energía solar mediante paneles fotovoltaicos ha aumentado el uso de estos sistemas, provocando la expansión de la superficie agrícola y aumentando la presión sobre los acuíferos. El Diagrama 5 presenta un esquema típico de un sistema de extracción de agua desde un pozo con energía fotovoltaica.

Diagrama 5
Esquema de Sistema de Riego con Presurización Solar (SPIS)



Fuente: Ecosectores, 2011⁸

⁸ Ecosectores (2011). Información del mercado ecológico. Recuperado de: <https://www.ecosectores.com/MenuSuperior/DetalleDirectorio/tabid/220/ArticleId/1071/Nuevo-sistema-de-riego-para-cultivos-utilizando-paneles-solares-fotovoltaicos.aspx>.

Se propone hacer más eficiente la utilización del pozo noria dónde ya se encuentre construido, mejorando el tipo de construcción y tecnificando el sistema de extracción mediante la instalación de bombas energizadas por paneles solares o energía eólica.

Un error frecuente en la explotación de los pozos norias, es la extracción del recurso sin el aforo correspondiente. Se debe realizar la medición de reposición del caudal del pozo, lo que permitirá calcular cual es la capacidad del equipo de bombeo adecuado para hacer una explotación mas eficiente y sustentable del sistema. Calculado el equipo y el requerimiento de energía se establece la cantidad de paneles solares, convertidor y equipamiento. Se puede establecer un kit de equipamiento que por lo general no debería resultar oneroso como medio individual de utilización en una explotación pequeña agrícola.

B. Energía

La condición de aislamiento en que viven muchas familias que pertenecen a la Agricultura Familiar, genera que no estén conectadas al Sistema Nacional Interconectado de energía y la disponibilidad de combustibles fósiles es escasa y de alto costo. Esta condición y el costo de los combustibles fósiles han determinado que las fuentes de energía tradicionales para presurizar los sistemas de riego hayan sido la principal limitante para el desarrollo de la tecnología del riego en la Agricultura Familiar.

Por lo anterior, el modelo propuesto considera usar energías no convencionales renovables como son la hidráulica, fotovoltaica y eólica, que le de autonomía al funcionamiento, sin costo de operación y bajo costo de mantención. A continuación, se describen cada una de estas alternativas.

1. Hidráulica

La Energía Hidráulica es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinéticas y potenciales de la corriente del agua al interior de una tubería de un diámetro y material previamente calculado. Este concepto de energía se trata como impulsor para conseguir una presión determinada en el sistema y también para vencer las resistencias que se oponen al transporte del líquido. Estas resistencias son dadas principalmente por el rozamiento del agua en su fluir por el interior de las conducciones y por las diferencias de cota entre el punto de suministro y el punto de utilización. En hidráulica, la energía se expresa como unidad de longitud en metros.

La utilización de esta alternativa está supeditada a encontrar fuentes de agua permanentes o prolongadas en alturas después que termine el periodo de lluvias o durante la canícula en forma de escurrimiento superficial, pensando en usar un sistema de riego por aspersión, goteo, microjet o cintas.

La presión mínima se fija previamente teniendo en cuenta las características del sistema de riego que se utilizará; por lo tanto, puede suponerse que, de cumplirse la condición en el punto más desfavorable de la red, que es aquel que está a cota más elevada o a mayor distancia del punto inicial de la red o ambas condiciones, se cumplirá para toda la red. Sin embargo, se deberá trazar la piezométrica de cada ramal, para verificar dicho cumplimiento, especialmente cuando en la altimetría del terreno se observan variaciones importantes o cuando la red sea muy extensa.

Esta es la alternativa más usada en condiciones de laderas.

2. Fotovoltaica

La Energía Fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad, esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos. Es una fuente de energía renovable y limpia que utiliza la radiación solar para producir electricidad. Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica que es consumida por un equipo de bombeo de agua para el riego.

Los costos de la generación con energía solar fotovoltaica han caído un 73% desde el 2010 y seguirá cayendo, según un análisis de la Agencia internacional de Energías Renovables (IRENA), que considera que todas las energías renovables serán competitivas. El informe destaca que los costes de la energía solar fotovoltaica se reducirán a la mitad en 2020 y se podrá producir electricidad a tres centavos de dólar/kilovatio/hora (KWH). En el año 2017 se estimaba en 10 centavos/KWH. El rango de costos actual para la generación de energía con combustibles fósiles oscila entre los 5 y 17 centavos por KWH.

“La adopción de energías renovables para la nueva generación de energía no es simplemente una decisión más consciente hacia el medio ambiente; ahora es, de forma abrumadora, una decisión económica inteligente”⁹ Adnan Z. Amin, Director General de IRENA hasta Abril de 2019.

Los elementos básicos para poder funcionar, ya sea conectados o desconectados de la red, son:

- Paneles fotovoltaicos: son grupos de celdas fotovoltaicas montadas entre capas de silicio que captan la radiación solar y transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).
- Inversores: convierten la corriente eléctrica continua que producen los paneles en corriente alterna, apta para el consumo.
- Baterías: encargadas de almacenar la energía producida por los paneles y no demandada en ese instante para cuando sea necesario. Este equipo puede dejar de usarse para bajar el costo de la inversión.
- Reguladores: protegen la batería contra sobrecargas y previenen se use ineficientemente.

La ventaja del uso de la energía fotovoltaica es que se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante por lo que contribuye al desarrollo sostenible. Es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas donde el tendido eléctrico no llega o es costosa su instalación, especialmente para aquellas zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año. Además, es modular por lo que se pueden construir plantas pequeñas o de mayor tamaño, ajustada a cada situación que se plantee.

Recuadro 3

Sistemas de riego con bomba solar (SPIS) en la agricultura familiar (AF)

En la zona del Corredor Seco de Guatemala, la cobertura eléctrica de los ocho departamentos que lo conforman está por debajo del promedio nacional, siendo Baja Verapaz (82,3%) y Quiché (87,4%) los departamentos que presentan menor cobertura eléctrica en el país (MEM, 2018). En las condiciones del Corredor Seco, el uso de Sistemas de Riego con Energía Solar (SPIS, por sus siglas en inglés) es una gran alternativa, evitando el uso de combustibles fósiles en los sectores sin acceso de energía eléctrica, lo que permitiría eficientar los sistemas de riego artesanal, sistemas de mini-riego o unidades de riego (ver Anexo N°3).

La energía solar fotovoltaica se ha convertido en una de las fuentes de generación de energía eléctrica esenciales para frenar el cambio climático. Las razones de su masificación son diversas, siendo una de los más determinantes el abaratamiento significativo que han experimentado los precios de los paneles solares.

Un SPIS es algo más que una simple bomba solar utilizada para el riego. Los paneles, las bombas y los sistemas de riego están diseñados en función de la disponibilidad y las necesidades de agua de los cultivos locales, por tanto, todos sus componentes (desde la bomba hasta la planta) están integrados y armonizados. Como generalmente la distribución de las precipitaciones no se ajusta a las demandas de los cultivos, la alternativa de regular el riego mediante la cosecha de aguas lluvias y utilizar SPIS en pequeñas áreas de cultivos hortícolas y de frutales, constituye una alternativa viable para la AF.

⁹ FactorCO₂ (2019). Los costes de la energía solar fotovoltaica disminuirán a la mitad para el 2020. Recuperado de: <https://www.factorco2.com/es/los-costes-de-la-energia-solar-fotovoltaica-disminuiran-a-la-mitad-para-el-2020/noticia/2209>.

Recuadro 3 (conclusión)

Considerando que en Guatemala el uso de sistemas de riego tecnificados en AF (aspersión, microaspersión, goteo), energizados mediante equipos de bombeo con motor eléctrico, gasolina o diesel, son tecnologías ya incorporadas; y que además la AF es un sector económico de relevancia en cultivos hortícolas, la cosecha de aguas lluvias, aguas disponibles en altura, la utilización del SPIS como energía accesible son el vínculo para producir más y mejores alimentos.

En el país ya hay proyectos desarrollándose o estudiándose en esta línea, como son:

Departamento	Municipio	Características	Financiación	Área (ha)	Costo USD
Zacapa	Cabañas	1.000 paneles	FIDA (2016)	740	534 759
Baja Verapaz	Cubulco	Línea distr. L: 26,7 Km; riego por Aspersión	MAGA	34	1 920 000

Fuente: GIZ, 2018

3. Eólica

Es aquella que se obtiene del viento aprovechando la energía cinética de las masas de aires. El bombeo mediante el sistema eólico, al igual que el sistema fotovoltaico, es la forma más sencilla y económica para hacer llegar el agua a las regiones agrarias aisladas de la red eléctrica, empleando la tecnología más apropiada para el desarrollo de la agricultura.

Utilizando la energía eólica podemos bombear agua de un pozo o salvar el desnivel desde un río, y usarla para regar una huerta o cambiar el tipo de cultivo de una parcela agraria, de secano a regadío. De la misma forma, podemos utilizar un equipo de bombeo eólico para conseguir agua potable, siendo la solución más adecuada en aquellas viviendas rurales aisladas de la red que están situadas en lugares donde la climatología es adversa, con vientos constantes.

Unos mini aerogeneradores producen energía eléctrica a una tensión de 12 o 24 voltios en corriente continua. Esta electricidad es consumida por una bomba, también en corriente continua, que bombea el agua desde el fondo del pozo a un depósito con una cierta altura. Allí es almacena el agua para su posterior distribución.

C. Riego

Los sistemas de riego propuestos para los problemas que se pretenden solucionar en la AF, dónde existen condiciones de pequeñas superficies, situadas principalmente en laderas y organizadas en comunidades en microcuencas, son sistemas presurizados de baja o media presión como: aspersión, microaspersión, goteo y cintas.

Las ventajas de usar estos sistemas, es que son la alta eficiencia (80 – 90%), agua localizada, y funcionan bastante bien con presiones de operación bajo los 40 metros de columna de agua (mca).

1. Riego por goteo o cintas

El riego por goteo o cintas es un método de riego moderno, en el cual el agua es aplicada directamente a la zona radicular de la planta. En los sistemas de riego por goteo se utilizan emisores de caudales y presiones de operación relativamente bajas.

Las principales ventajas son:

- Es una técnica de fácil adopción por la AF.
- Posee una alta eficiencia de 90%.
- Reduce de manera importante la evaporación del agua en el suelo.

- Permite automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Tiene una adaptación más fácil en terrenos irregulares, rocosos o con fuertes pendientes.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas
- Permite el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego sin pérdidas por lixiviación, con posibilidad de modificarlos en cualquier momento del cultivo, es decir es el sistema más adaptado a la ferti-irrigación.

2. Riego por aspersión

Sistema de riego superficial que se produce asperjando el agua en un rociado de pequeñas gotas sobre o entre las plantas, imitando el agua de lluvia. Los componentes mínimos que debe tener una instalación de riego por aspersión son:

- Unidad o grupo de bombeo (salvo cota piezométrica suficiente por gravedad).
- Tuberías principales.
- Hidrantes.
- Elementos de control y regulación.
- Tubería lateral o ramal de riego con aspersores.

El riego por aspersión es muy adecuado para la Agricultura Familiar Campesina (AFC), especialmente en condiciones donde la energía es provista por la gravedad, condiciones fáciles de encontrar cuando la cuenca o microcuenca está en zonas de grandes pendientes y se pueden adoptar emisores de media presión.

Media presión: Necesitan una presión en torno a los 2,5-4 kg/cm², tienen un radio de acción entre los 10-16 m y caudales de 1 a 6 m³/h.

Alta presión: Necesitan una presión en torno a los 5-6,5 kg/cm², tienen un radio de acción entre los 16-20 m y caudales de 6 a 40 m³/h. Dado los costos de este sistema, no es recomendable para la AF.

3. Riego por microaspersión

El riego por microaspersión es homólogo a la aspersión en la cual la microaspersión se diferencia de las variadas formas de aspersión convencional, debido a que el caudal y la presión de cada aspersor es bajo, con menos alcance y gotas más pequeñas. Los micro aspersores son ideales para riegos de bajo volumen en cultivos hortícolas, fruticultura, flores, invernaderos, viveros y protección contra heladas.

V. Propuesta de sistema de capacitación y asesoría técnica temática en cascada

Del capítulo anterior, se puede deducir que el fomento del riego y desarrollo de proyectos específicos va a requerir acompañar el proceso con un programa de desarrollo de capacidades, que permita contar con técnicos y profesionistas en campo, que puedan aplicar criterios a cada una de las situaciones que enfrenten en terreno. Se propone un Sistema de Capacitación y Asesoría Técnica en Cascada (SCATC), que use tanto las TIC como los sistemas de capacitación de terreno del gobierno a través del Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER).

A. Objetivo General

Desarrollar un sistema de capacitación en cascada con ejecución de diversas aplicaciones bajo un mismo entorno, que permita a los profesionistas y técnicos contar con una herramienta permanente de desarrollo de sus capacidades de diseño, ejecución y mantención de micro – obras de riego y agua potable.

B. Objetivos Específicos

1. Diseñar una biblioteca virtual, que permita a los profesionistas y técnicos disponer de manera rápida, de la información para el diseño y mantención de las pequeñas obras de riego.
2. Diseñar un aula virtual de formación progresiva, que permita a los técnicos apoyar a los productores en los mecanismos de gobernanza de la micro-cuenca y gestión local del agua, y ejecutar las obras acordes a las condiciones y los estándares requeridos.
3. Diseñar un sistema de asesoría técnica en línea, que de seguridad a los técnicos respecto a las decisiones y criterios que van tomando en terreno, para asegurar la correcta ejecución de las obras.

4. Diseñar una Red Virtual Extendida hacia los productores, para involucrar a los Promotores o Promotores Rurales en el proceso formativo de los nuevos productores, permitiendo un mayor alcance de la red a nivel territorial.

C. Descripción

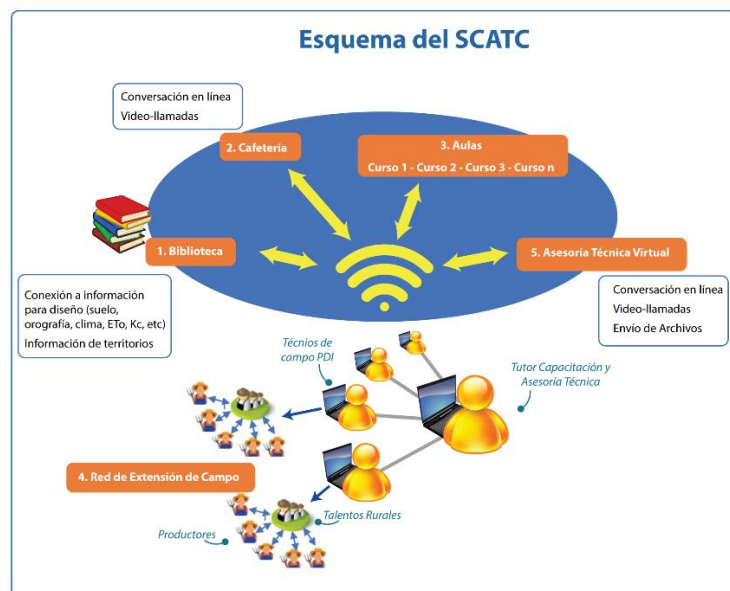
El SCATC permite la ejecución de diversas aplicaciones bajo un mismo entorno, dando a los usuarios la posibilidad de acceder a ellas a través de internet. Esto quiere decir que, al utilizar una plataforma virtual, el usuario no necesita estar en un espacio físico determinado, solo requiere contar con una conexión a la Web que le permita ingresar a la plataforma en cuestión y hacer uso de sus servicios.

El SCATC simula las mismas condiciones de aprendizaje que se registran en una instancia de educación a nivel de la instrucción formal. Considera el acompañamiento virtual a los técnicos de campo en las decisiones que vayan tomando. Conecta el sistema con los sistemas de extensión de campo y establece la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en terreno en cooperación con los Talentos o Promotores Rurales, realizando la extensión de "Productor a Productor", tanto física como en comunidades virtuales locales.

El SCATC que se propone, se diseñará pensando en las necesidades específicas de los alumnos participantes y, por lo tanto, debe permitir la consulta de la información necesaria, la interacción de los alumnos entre sí y con los profesores. Para esto, cuentan con diversas vías de comunicación, como chat, foros, etc.

El SCATC plantea la formación de capacidades vía remota de los técnicos que ejecutarán las pequeñas obras hidráulicas en terreno. Para ello se ha pensado en establecer un "sistema extendido", de modo que incorpore a los "Talentos/Promotores Rurales Locales" en su ejecución. Esto implica que todos los ejercicios prácticos y proyectos que los técnicos deban desarrollar en su proceso formativo, los vayan ejecutando con los Talentos/Promotores Rurales en las parcelas de éstos, constituyendo Parcelas Demostrativas para la formación e instrucción del resto de los productores en el entorno. A continuación, se presenta un esquema de la plataforma propuesta.

Diagrama 6
Esquema del SCATC



Fuente: Elaboración propia.

D. Componentes del SCATC

Biblioteca Virtual: se pretende facilitar a los técnicos la búsqueda de la información básica de los territorios donde van a desarrollar sus actividades, permitiéndoles diseñar obras hidráulicas menores. Consistirá en enlaces vinculados a páginas web que entreguen información de: clima, suelo, información de cultivos, información social, etc.

Cafetería: el objetivo es la cohesión del grupo de técnicos de manera que generen confianza y se transformen en un grupo de apoyo permanente. Será un área que permita la interacción social de los alumnos a través de chats, video – llamadas, etc.

Aulas Virtuales: corresponde al área de formación progresiva de los alumnos. Se propone que en esta área estén disponibles los cursos esenciales para formar las capacidades en las diferentes áreas. Estos cursos serán acompañados por un tutor, material audiovisual y evaluaciones. A continuación, se dan algunas alternativas con algunos de los cursos que pudieran implementarse:

- Gestión del Agua y Saneamiento en Comunidades Rurales
 - i) Concepto general de gobernanza
 - ii) Ciclo del agua
 - iii) Conceptos de territorio, cuencas y microcuencas
 - iv) Marcos legales en Guatemala
 - v) Resolución de conflictos territoriales.
 - vi) Sistemas de información (mapas de aguas subterráneas, microcuencas, etc.)
- Conceptos Básicos en el Uso del Agua
 - i) Información del suelo
 - Propiedades físicas
 - Dinámica del agua en el suelo
 - ii) Información de planta, clima
 - Bandeja de evaporación (EB) y Coeficiente bandeja (Kp)
 - Evapotranspiración potencial (Eto)
 - Coeficiente cultivo (Kc)
 - Requerimiento de agua (RAP) y Demanda bruta (DB)
 - Frecuencia de riego (FR)
 - Tiempo de riego (TR)
 - iii) Información Energía requerida
 - Energía hidráulica
 - Potencia requerida por equipo de bombeo (W)
 - Gasto total equipo bombeo (m³/seg)
 - Carga total equipo bombeo (M)
 - Índice consumo energético (KWh/m³)

- Energía solar fotovoltaica
 - iv) Información sobre consumo doméstico
 - Consumo doméstico per-cápita
 - Calidad del agua
- Diseño de Obras Menores de Infraestructura Hidroagrícola
 - i) Obras menores de captación y acumulación de aguas.
 - Cosecha de agua en techos
 - Reservorio envase flexible superficial
 - ii) Cosecha de agua para consumo animal
 - Jagüeyes o mini-tranques con revestimiento
 - iii) Mini-tranques en cárcavas
 - Reservorio con revestimiento
 - iv) Pozo noria
 - v) Captación de escurrimientos de aguas superficiales en altura
- Obras menores de distribución y aprovechamiento del agua
 - i) Sistemas de Riego
 - Gravitacionales
 - Acequias niveladas y uso de sifones
 - Mangas plásticas
 - Sistema de tuberías a baja presión
 - Presurizados
 - Goteo
 - Micro-aspersión
 - Aspersión estacionaria
 - Aspersión mecanizada
 - ii) Obras de conducción y Potabilización del agua
 - Línea de conducción
 - Tratamiento
 - Línea de alimentación
 - Red de distribución

- Ejecución de Obras Menores Hidroagrícolas y Agua Potable Doméstica
 - i) Especificaciones técnicas de construcción obras menores de riego.
 - Estanques de almacenamiento.
 - Selección del lugar
 - Capacidad de almacenamiento
 - Conducción al área de cultivo
 - Pérdidas por evaporación e infiltración
 - Taludes y muro de retención
 - Sedimentación
 - Revestimiento
 - ii) Sistema de riego
 - Goteo
 - Aspersión
 - Micro-aspersión
 - iii) Sistema de bombeo de agua
 - Selección de bombas
 - Alimentación eléctrica
 - Paneles solares

Red de Extensión de Campo: se propone la articulación de los nodos de extensión instalados en cada municipio, articulado con los Técnicos del MAGA (SNER) en las agencias del MAGA, de manera que los Técnicos y/o profesionistas territoriales se articulen directamente con tres o cuatro Promotores Rurales en los Territorios, de modo que sus parcelas pasen a constituirse en Parcelas Demostrativas de las diferentes técnicas aprendidas en el proceso de formación.

En esta concepción, se propone que los Técnicos ejecuten los proyectos de formación en conjunto con los Talentos/Promotores Rurales en las parcelas de éstos y que se transformen en parcelas demostrativas para que tanto los Promotores como los Técnicos pueden formar a los otros productores del nodo.

Asesoría Técnica Virtual: Se propone contar con un Tutor/Capacitador Especialista permanente, que acompañe virtualmente a los técnicos, sobre todo en sus primeras obras para guiar las decisiones que van tomando y asegurar la calidad de sus elecciones. El componente contará con las siguientes áreas:

- Asesor técnico disponible para la red.
- Chat, comunicación en tiempo real que se realiza entre varios usuarios.
- Video llamadas.
- Programas de visualización de planos de ubicación con coordenadas geográficas y cotas.

Conclusiones y Recomendaciones

A. Conclusiones

La superficie Agrícola ha evolucionado, afectando a la superficie forestal la cual disminuyó notoriamente. Por otra parte, el cultivo de mayor importancia en superficie es el maíz, seguido por los cultivos perennes industriales (café, caña de azúcar y palma africana, principalmente).

Guatemala cuenta con una gran riqueza hídrica, siendo las aguas superficiales de mayor relevancia que las subterráneas. Cuenta con 38 cuencas hidrográficas distribuidas en tres vertientes. De estas cuencas 22 son transfronterizas, por tanto, es un país exportador de agua. Uno de los mayores consumidores de agua lo representa el sector agrícola, con 2.200 millones de metros cúbicos anuales para riego y la producción de energía emplea 2.283 millones de metros cúbicos; la industria 425 millones y 284 millones para uso doméstico, según registros del Portal de Recursos Hídricos de Guatemala.

Uno de los principales problemas que afecta al sector agrícola es que falta una ley de recursos hídricos que regule la gestión y uso del recurso. Esta situación ha derivado en la concentración de los cauces superficiales en grandes explotaciones y en la contaminación indiscriminada de las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

Pese a contar con una alta disponibilidad del recurso agua, se considera que 14 cuencas están altamente contaminadas y no hay una institucionalidad única que haga estudios sistémicos e integrales de la calidad del agua a nivel nacional.

A pesar del incremento en la potencia instalada en el Sistema Nacional Interconectado, existen muchas zonas rurales sin el servicio (Departamentos de Quiché, Alta Verapaz y Petén), que son los departamentos que poseen los índices de desarrollo humano más bajos, por lo que presentan serias limitaciones en cuanto al acceso a los servicios que la energía proporciona.

El país cuenta con un potencial de superficie de riego de 2,6 millones ha, pero al año 2012, solo se regaba el 13%. De esta superficie, el 86 % es para el riego de cultivos agroindustriales, principalmente caña de azúcar, palma africana y banano. Las otras formas de riego (riego artesanal,

unidades de riego y minirriego), solamente ocupan el 14% del área total con predominancia de uso de método de riego convencional.

En el año 2011, Guatemala presentaba aproximadamente un millón de hogares de Agricultura Familiar. Estos se clasificaban en cuatro tipos: Infra subsistencia (principalmente población indígena en condiciones de extrema pobreza) y representaban el 8,1% de los hogares rurales; Subsistencia (producción para el autoconsumo y venta a mercados locales) y representaban el 39,5%; Excedentarios (cuentan con riego, acceden a mercados nacionales e internacionales) y representaban el 13,2%; y Pequeños Comerciales (producción 100% al mercado principalmente de exportación), con una representación del 17,6%.

La Agricultura Familiar tiene una superficie promedio de 1,02 ha, presenta un 72,2% de pobreza y el 60% son indígenas. El sector produce el 73% del arroz nacional, el 30% del maíz y el 12% del frijol, siendo trascendentales en la seguridad alimentaria del país.

En cuanto a la estructura de tenencia de la tierra se produce una concentración del recurso para la agricultura comercial y de exportación, y muchos campesinos permanecen sin tierra o con tierra insuficiente. Por otra parte, la falta de una ley específica del agua ha provocado alta conflictividad en zonas rurales y se espera que la magnitud y frecuencia de ellos siga incrementándose.

Actualmente, en Guatemala la política energética, tiene como objetivo diversificar y revertir en pro de las energías renovables, la matriz energética del país, hacia proyectos a gran escala, aportando al Sistema Nacional Interconectado y comercialización de la energía. El sector rural más alejado no es cubierto, principalmente por los costos que implica la conducción eléctrica. No hay una política de desarrollo de mini redes locales o sistemas de abastecimiento para unidades de producción (riego, procesamiento de alimentos y/o invernaderos) y para el consumo familiar.

Aunque el país cuenta con una "Política Nacional del Agua", una "Política de promoción del riego del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación 2013-2023", un "Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento De La Economía Campesina (PAFFEC 2012 - 2015) y una "Política Energética 2013-2015"; no hay instrumentos específicos para el fomento de riego intra predial en Agricultura Familiar.

En cuanto a la articulación de los instrumentos de planeación del estado para abordar el concepto NEXO: no se detectan interdependencias e implicaciones intersectoriales en la formulación de políticas públicas para gestionar adecuadamente las interconexiones prioritarias de los tres sectores hacia el riego.

La cooperación internacional (GIZ, USAID) y los organismos internacionales (IICA – FAO) han desarrollado proyectos de captación agua lluvia, pero son experiencias aisladas y pequeñas, porque no hay estrategia que se esté implementando, aunque esté el Plan de Riego desde el gobierno central, en la práctica no hay recursos de inversión para riego.

El país tiene incorporado el concepto de manejo de cuencas, tanto normativamente (MAGA, MARN), como estructuralmente a través de los Consejos de Desarrollo de Cuencas.

Hay muy poca infraestructura de riego, y está en manos principalmente de las grandes empresas de exportación (caña, palma, banano). En el Oriente, Chiquimula y Zacapa, se cultiva melón, sandía por las grandes industrias. Los pequeños casi no tienen infraestructura de riego. Los pocos que cuentan con la tecnología, usan sistemas de riego por gravedad con muy baja eficiencia.

No se encontraron instrumentos de financiamiento (subsídios y/o crédito) para riego, colecta de recursos hídricos y/o energías renovables a pequeña escala. Solo algunos proyectos de la cooperación internacional están realizando este tipo de experiencias de manera aislada.

En cuanto a las acciones en ejecución relacionadas con NEXO (agua, energías renovables y producción de alimentos), el sector público cuenta con un presupuesto para el año 2020 de USD 222,6 millones dedicados en un 53% a inversión, principalmente en infraestructura hidráulica y generación y construcción de centrales hidroeléctricas. La cooperación internacional articula un con un presupuesto de USD 176,67 millones totales para los proyectos en ejecución con una media anual de USD 34,73 millones. La cooperación internacional orienta sus recursos principalmente al desarrollo de capacidades tanto en productores como en funcionarios públicos.

Aunque existen experiencias, De la información analizada (tanto en las instancias de gobierno como en la cooperación internacional), no se encontraron acciones que estén en ejecución actualmente, que estén orientadas directamente al desarrollo del riego a pequeña escala y que implique el aseguramiento del recurso agua con recolección de aguas lluvias y provisión de energía a través de energías renovables.

B. Recomendaciones

IICA ha desarrollado proyectos con el Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA) para uso de invernaderos y riego por goteo en tomates. Además, está tratando de colaborar para abordar la sequía en el Corredor Seco a través de un manejo integral de los cultivos: cosecha de aguas lluvias, riego, variedades resistentes, manejo de suelo. Estas experiencias debieran incorporarse en un esquema de proyectos de riego a implementar en el territorio.

En el Proyecto Corredor Seco, FAO cuenta con experiencias aunando los conceptos de:

- Manejo integral de los recursos naturales: fuentes de agua, bosques acumuladores de agua, manejo del suelo.
- Cosecha y almacenamiento de aguas lluvias.
- Tratamiento de aguas grises para producción de huerto con tubérculos, no cultivos de hoja grande. Se usan filtros de aguas grises para eliminar lejías y jabón.

Esta experiencia debiera recogerse en la implementación de nuevos proyectos de fomento del riego en el concepto NEXO.

La agricultura familiar en Guatemala se encuentra principalmente en laderas de microcuencas. Esta condición implica que todas las alternativas de riego deben necesariamente incorporar como punto de partida el manejo de las partes altas de las cuencas y microcuencas para captura de agua e infiltración de ella, manejo del suelo a través de la incorporación de cobertura vegetal y materia orgánica en el suelo, desarrollo de curvas de nivel y control de cárcavas con gaviones y otras obras de contención de escorrentía y establecimientos de estanques en las partes más altas de la cuenca y microcuencas para abastecimiento en épocas de déficit de precipitaciones.

Una alternativa que podría dar un buen pie para conectar el sector de agua y energía a proyectos de microcuencas es establecer "Pagos por Servicios Ambientales" a las Hidroeléctricas que se encuentran aguas abajo de los productores que realizaran la mantención y cuidado de la microcuenca. Esto permitiría financiar obras de infiltración y control de escorrentías.

El uso de energías renovables para levantar y/o presurizar sistemas de riego en Agricultura Familiar han sido experiencias muy pequeñas, pero han permitido suplementar riego durante la canícula en producción de granos básicos y agricultura de traspatio. El problema fue que se conectaron los sistemas al Sistema Nacional Interconectado y hoy en día, los productores tienen que pagar a los distribuidores de energías. Cualquier proyecto que se genere en esta línea debiera ser independiente del SNI, evitando que los productores queden obligados a pagos a los distribuidores mayoristas de energías.

El país articula una estructura que ha ido desarrollando de Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES) para el manejo integral de las cuencas y microcuencas hidrográficas. Cualquier proyecto por desarrollar en la línea de producción de alimentos que incorpore el riego debiera considerar la gobernanza de los recursos hídricos a través de esta estructura administrativa. Los COCODES han venido a suplir la falta de legislación para el manejo y gestión de los recursos hídricos en el país.

Los proyectos que se desarrollen deben incorporar los conceptos de diagnósticos participativos y co-creación de propuestas en cada lugar de implementación, considerando a los productores, sus estructuras de gobiernos locales y las condiciones ambientales. Debe evitarse la implementación de proyectos “formateados”, generando en cada territorio una propuesta específica en función de sus características ambientales, sociales, culturales y de expectativas de desarrollo de la población.

El primer punto para cuidar en la implementación de proyectos debe ser la organización de las familias basada en objetivos, intereses y formas de trabajo. El principal elemento de por qué no funcionan los proyectos comunitarios son los desacuerdos entre familias. Otro elemento de relevancia es el alto empoderamiento de la población indígena sobre el territorio que ocupa. Cuando es un proyecto externo, los procesos de diseño, instalación y construcción deben ser realizados con ellos y para ellos. Es importante consultar la autoridad política y la autoridad indígena. Por otro lado, las comunidades prefieren proyectos municipales, no de empresas foráneas que lleguen a ejecutarlo.

Se debe cuidar la estructura institucional: Acercarse primero a la Dirección de Fortalecimiento para la Organización Productiva y Comercialización (DIFOPROCO), para luego recurrir a la Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural (Dicorer), contribuyendo a la funcionalidad de las instituciones. A nivel del MARN está el Viceministerio de Ambiente y dentro de éste, la Dirección de Coordinación Nacional, quién coordina las delegaciones regionales y departamentales, y coordina con el MAGA para llegar a los CADER desde el MARN, cuando se quiere implementar alguna iniciativa.

Buscar Alianzas: Incluir al Ministerio de Agricultura, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM), para comentar el proyecto y buscar alianzas.

El Fondo Nacional de Reactivación y Modernización de la Actividad Agropecuaria (FONAGRO) tiene una línea de financiamiento para cadenas productivas, por tanto, se puede pensar en que se financie proyectos NEXO a través de esta línea, pero sólo financia proyectos asociativos.

Dados los problemas de financiamiento para inversiones se debieran desarrollar diferentes instrumentos de financiamiento:

- Líneas de financiamiento blando específico para proyectos NEXO a través de BANRURAL, ANACAFE, FUNCAFE y/o MICOOPE.
- Fondos concursables que consideren subsidiar la elaboración de proyectos y parte de las inversiones.
- Sistema de fondo de crédito rotatorio en las comunidades, con autogestión del fondo y contraloría social.

Guatemala tiene la ventaja de contar con el Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER). Este sistema atiende a partir del año 2020 con extensionistas con plaza fija en cada Agencia de Extensión en cada uno de ellos municipios rurales. El sistema de Capacitación en Cascada propuesto debiera soportarse sobre esta estructura, pensando que los agentes a capacitar telemáticamente sean los extensionistas tanto del SNER como los de los municipios, específicamente de las Unidades de Gestión Ambiental Municipal o las Oficinas Forestales de Áreas Protegidas; integrando conceptos y la mirada NEXO en todo el sistema. De la misma forma, el desarrollo de las experiencias a nivel de terreno debiera realizarse en los Centros de Capacitación para el Desarrollo Rural (CADER) en colaboración con los

Promotores Rurales, desarrollando redes locales de cooperación de productor a productor con el acompañamiento técnico de los extensionistas tanto del SNER como de los Municipios.

El nivel económico de los extensionistas y promotores rurales a nivel de terreno es muy precario, por lo que cualquier proyecto que quiera usar las TIC, a través de teléfonos inteligentes y tablet, deberá considerar una implementación mínima de este tipo de dispositivos electrónicos y el costo del uso de datos mensuales en los equipos de extensión.

Hace diez años se constituyó la Unidad Especial de Ejecución de Desarrollo Integral en Cuencas Hidrográficas (UEEDICH), trabajó el concepto de manejo de microcuencas (conservación del suelo, ciclo hidrológico, etc.) y se transformó en compradora de Pago por Servicios Ambientales. La experiencia se discontinuó por cambio de gobierno, pero es bien evaluada por los técnicos del MARN y MAGA. Esta experiencia debiera retomarse en un contexto de establecimiento del Riego en el concepto NEXO.

La implementación de una estrategia de riego bajo el concepto NEXO debiera considerar las áreas geográficas del país que concentran la población rural más vulnerable:

- Zona de Oriente, donde está el Corredor Seco, y
- Zona Occidente, donde está concentrada la población indígena.

Dada la alta relevancia que toman los municipios en la gestión de los recursos a nivel territorial, se deben tomar en cuenta estas instancias: los alcaldes pueden apoyar en este tipo de proceso. Los municipios tienen técnicos municipales de extensión rural. Evaluar que se tengan las capacidades en las delegaciones. Incorporarlos al modelo, al igual que los técnicos del MARN.

Bibliografía

- Agroder, (2012), Producción 2010. Comparativo estatal, modalidad temporal y riego. 12 de noviembre de 2014, pp. 6.
- AMSA (2013). Plan Maestro de Manejo Integrado de la Cuenca y del Lago de Amatitlán. Guatemala.
- Basterrechea, M. y Guerra, A. (2019). Recursos hídricos. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. (pp. 86–107). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- BID (2006). Estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos de Guatemala. Diagnóstico. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Castellanos, E. (2014). Políticas y regulaciones en Guatemala con respecto a la energía renovable y ciencias del clima. Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad Universidad del Valle de Guatemala. Taller de Metrología y Retos Tecnológicos en las Ciencias del Clima y Energía Renovable, 28 de mayo de 2014, Guatemala.
- CEPAL, FAO, IICA (2019). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe. 2019-2020.
- CONAGUA, 2014, Estadísticas agrícolas de los Distritos de Riego. Año agrícola 2012-2013, México, pp. 379.
- DECRETO NÚMERO 52-2003. Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de Energía Renovable. Diario de Centroamérica 91. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. 11 de Noviembre de 2003.
- Ecosectores (2011). Información del mercado ecológico. Recuperado de: <https://www.ecosectores.com/MenuSuperior/DetalleDirectorio/tabid/220/ArticleId/1071/Nuevo-sistema-de-riego-para-cultivos-utilizando-paneles-solares-fotovoltaicos.aspx>.
- Embid, Antonio. Martín, Liber. El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). Marzo 2017.
- FactorCO2 (2019). Los costes de la energía solar fotovoltaica disminuirán a la mitad para el 2020. Recuperado de: <https://www.factorco2.com/es/los-costes-de-la-energia-solar-fotovoltaica-disminuiran-a-la-mitad-para-el-2020/noticia/2209>.

- FAO (2016). Base de Datos Principal AQUASTAT, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Sitio web accedido el [28/05/2020 3:14] Recuperado de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/GTM/Table_6a.png.
- FAO (2015a). AQUASTAT Perfil de País - Guatemala. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia.
- FAO (2015b). Informe regional: América del Sur, Centroamérica y Caribe. Guatemala. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia.
- FAO (2015c). Los suelos en el ciclo del agua. Año Internacional de los Suelos 2015. Recuperado de: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/326296/>.
- FAO (1995). Memoria - Reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa. SERIE FORESTAL N°7. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/T23635/t2363500.htm#Contents>.
- FCEA (2020). Portal del Fondo para la Comunicación y Educación Ambiental. Recuperado de: <https://agua.org.mx>.
- GEA (2011). Política Nacional del Agua y su Estrategia. Gabinete Específico del Agua, Guatemala.
- GIZ (2018). Toolbox on Solar Powered Irrigation Systems (SPIS). Publicado por Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del BMZ como socio fundador de la iniciativa mundial Powering Agriculture: An Energy Grand Challenge for Development (PAEGC) (Energía para la agricultura: Un gran desafío de energía para el desarrollo), y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Guerrero-de León, A. et al. (2010). Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. x, núm. 33.
- Guzmán, L. y Salcedo, S. (eds.) (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia.
- GWP (2011). Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada. Recuperado de: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/situaciondelosrecursos_hidricos.pdf
- GWP Centroamérica (2017). Situación de los Recursos Hídricos de Centroamérica. Recuperado de: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/situacion-de-los-recursos-hidricos_fin.pdf
- GWP Centroamérica (2016). Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica. El Salvador. Tegucigalpa, Honduras.
- Incyt-URL (2018). Perfil energético de Guatemala. Bases para el entendimiento del estado actual y tendencias de la energía. Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología de la Universidad Rafael Landívar. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- INE (2016). Encuesta Nacional Agropecuaria. Superficie cultivada y producción, (2015). Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- INE (2003). Características de la Población y de los Locales de Habitación Censados. Instituto Nacional de Estadísticas. República de Guatemala. Censos Nacionales XI de población y VI de Viviendas.
- INSIVUMEH (2009a). Calidad del agua superficial y subterránea de las cuencas Ostúgüjja y Olopa. Boletín No. 12., Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- INSIVUMEH (2009b). Evaluación del recurso hídrico superficial a nivel nacional, balance hídrico de Guatemala 1970-2003. Guatemala: Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología, Departamento de Servicios Hídricos, Ministerio de Comunicación Infraestructura y Vivienda.
- INSIVUMEH. (2003). Boletín de calidad de agua. Guatemala: INSIVUMEH.
- Jouravlev, A. (2016). Estado actual del proyecto de cooperación CEPAL-GIZ: Nexo. Documento presentado en el Taller "El Diálogo Regional Nexo en Latinoamérica". Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Ciudad de México, 31 de marzo de 2016.
- MAGA (2012). Política de Promoción del Riego, 2013 – 2023. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- MAGA (2011). Evaluación del Potencial de Aguas Subterráneas en Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- MAGA (2010). Diagnóstico a Nivel Macro y Micro del Corredor Seco y Definición de las Líneas Estratégicas de Acción del Maga. Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR). Recuperado de: <https://www.maga.gob.gt/download/macro-micro.pdf>.

- MAGA (1992). Plan Maestro de Riego y Drenaje, 1991. División Técnica de Riego y Drenaje. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- MAGA-FAO (2012). Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la economía Campesina, PAFEC, 2012 – 2015. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- MARN (2013) Informe Ambiental Del Estado De Guatemala, 2012. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- MEM (2020). PLAN DE EXPANSIÓN INDICATIVO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN 2020 – 2034. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- MEM (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Guatemala. 2018. Ministerio de Energía y Minas (MEM). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Agencia Alemana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (GIZ), Agencia Francesa de Medio Ambiente y Gestión de la Energía (ADEME).
- Montesillo-Cedillo, J. L. (2016). Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. Economía Informa núm. 398 mayo - junio 2016.
- Orantes, R. (2018). El agro: problemas y propuestas de solución. Frente a frente. Perspectiva. Recuperado de: <https://www.perspectiva.com.gt/noticias/agro-problemas-propuestas-solucion/>.
- Palma, J.C. (2017). Análisis de la aplicación de la ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable a proyectos de pequeña escala. (Tesis de Grado). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Pizarro, R. et al. (2015). Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile. PHI- VIII/Documento Técnico N°36. Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe. Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- SEGEPLAN (2006). Política y Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Tercer Taller de la Alianza Regional para Centro América, México y El Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá, 20-22 de Febrero 2018. Recuperado de: https://www.slideshare.net/ExternalEvents/la-situacion-actual-de-los-suelos-en-el-salvador-y-el-rol-de-la-alianza-mundial-por-el-suelo?from_action=save.
- Van der Zee Arias, Amaparo. van der Zee, Jaap. Meyrat, Alain. Poveda, Carlos. Picado, Luis. (2012). Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano. Tomo I. Fundación Internacional Acción Contra el Hambre (ACF), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO).
- World Bank Group (2015). Agricultura para la prosperidad de los territorios rurales en Guatemala. Vincular el desarrollo agropecuario con la prosperidad del campo. Informe: AUS7583. Recuperado de: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/784961474018928674/pdf/AUS7583-REVISED-PU-BLIC-guatemala-24febr.pdf>.

Enlaces consultados en la investigación

- Adaptation Fund (2019). Climate change resilient production landscapes and socioeconomic networks advanced in Guatemala. Recuperado de: <https://www.adaptation-fund.org/project/climate-change-resilient-productive-landscapes-and-socio-economic-networks-advanced-in-guatemala/>.
- AFP Agencia (2014). Canadá dona USD 10 millones para combatir hambre en Guatemala. Teletica. Rcuperado de: https://www.teletica.com/41895_canada-dona-usd-10-millones-para-combatir-hambre-en-guatemala.
- AGER (2020). Página Web de la Asociación de Generadores con Energía Renovable. Recuperado de: <https://ager.org.gt/sobre-ager/>.
- AMEXCID (s.f.). Tarjeta de apoyo "Mesoamérica Sin Hambre". Recuperado de: https://infoamexcid.sre.gob.mx/consejo/media/documents/Zs35Q_Quinta%2oSesi%C3%B3n%20Ordinaria-%20TA%20Mesoamerica%20sin%20Hambre.pdf.
- ANACAFÉ (2020). Portal de la Asociación Nacional del Café. Recuperado de: <https://www.anacafe.org/>.

- ANACAFÉ (s.f.). Política de ambiente y cambio climático para el sector café de Guatemala. Recuperado de: <https://www.anacafe.org/uploads/file/cgabfaf7d81846e08b59d19875de5f6e/Politica-Ambiental-Anacafe.pdf>.
- Arguedas, J. (2020). El IICA y España impulsan la adaptación a la sequía en Centroamérica. Cooperación Agua. EFEagro. Recuperado de: <https://www.efeagro.com/microsite/iica-centroamerica-sequia/>.
- BCIE (2018). Un potente programa enfocado en la integración de la vivienda y su entorno. Recuperado de: <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/un-potente-programa-enfocado-en-la-integracion-de-la-vivienda-y-su-entorno>.
- BID (2020). Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES). Recuperado de: <https://www.iadb.org/es/desarrollo-urbano-y-vivienda/programa-ciudades-emergentes-y-sostenibles>.
- BID (2016). Guía Metodológica, Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edici%C3%B3n.pdf>.
- CADISNA (2007). Página Web de las Comunidades Asociadas por el Agua, Medio Ambiente, Desarrollo Integral e Infraestructura en la Cuenca del Río Naranjo. San Marcos-Quetzaltenango, Guatemala. Recuperado de: <http://cadisna.blogspot.com/>.
- CARE (2019). Proyecto AGUA+. Recuperado de: <https://www.care.org.gt/index.php/programas/nuestros-proyectos/23-cambio-climatico-y-resiliencia/88-agua>.
- CATIE (2019). Familias rurales de América Latina podrán fortalecer sus capacidades en agricultura familiar y su resiliencia al cambio climático. Recuperado de: <https://www.catie.ac.cr/catie-noticias/4086-familias-rurales-de-america-latina-podran-fortalecer-sus-capacidades-en-agricultura-familiar-y-su-resiliencia-al-cambio-climatico.html>.
- CCAD (2014). Estrategia Regional Ambiental Marco 2015-2020. Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/mcbem-2015-01/other/mcbem-2015-01-estrategia-regional-ccad-es.pdf>.
- COGUANOR (2020). Misión y Visión. Recuperado de: <http://www.coguanor.gob.gt/index.php?id=7>.
- CONADUR (2014). Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032. Recuperado de: <https://observatoriplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/GuatemalaPlanNacionaldeDesarrollo2032.pdf>.
- Congreso de la República Guatemala (2008). BORRADOR DE LA LEY PARA EL APROVECHAMIENTO Y MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS [LEY DE AGUAS]. Recuperado de: https://www.plazapublica.com.gt/sites/default/files/borrador_propuesta_de_ley_de_aguas_aquaterra_engineers_a_barrios.pdf.
- CONRED (s.f.). LEY Y REGLAMENTO de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. Recuperado de: https://conred.gob.gt/site/documentos/base_legal/Ley_CONRED.pdf.
- CRNnoticias (2019). Guatemala conoce hoy, en ejercicio de transparencia, proyecto de presupuesto 2020. Recuperado de: <https://crnnoticias.com/guatemala-conoce-hoy-en-ejercicio-de-transparencia-proyecto-de-presupuesto-2020/>.
- EFE (2019). Suspenden proyecto de agua de la Cooperación Española en San Marcos por conflicto social. Prensa Libre. Recuperado de: <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/suspenden-proyecto-de-agua-de-la-cooperacion-espanola-en-san-marcos-por-conflicto-social/>.
- EUROCLIMA+ (2019). Lanzamiento de Producción Resiliente de Alimentos. Recuperado de: <http://euroclimaplus.org/noticias-y-eventos6/noticias-9/276-lanzamiento-de-proyectos-sobre-produccion-resiliente-de-alimentos>.
- EUROCLIMA+ (s.f.). Resiliencia en cadenas agroalimentarias. Recuperado de: <http://euroclimaplus.org/proyectos-alimentos-es/item/495-produccion-resiliente-de-alimentos-en-cadenas-de-valor>.
- FAO (2020). FAO en Guatemala. Programas y Proyectos. Recuperado de: <http://www.fao.org/guatemala/programas-y-proyectos/lista-de-proyectos/en/>.
- FAO (2019). Programa España-FAO para América Latina y el Caribe. Fortalecimiento de la Agricultura Familiar, mejorando la calidad y cobertura del Sistema Nacional de Extensión Rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en Sololá (Guatemala). Recuperado de: <http://www.fao.org/in-action/programa-espana-fao/proyectos/proyectos-en-curso/fortalecimiento-de-la-agricultura-familiar-en-solola-guatemala/en/>.

- FAO (2018). Programa España-FAO para América Latina y el Caribe. Buenas Prácticas Agrícolas y Evaluación de Daños y Pérdidas para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima. Recuperado de: <http://www.fao.org/in-action/programa-espana-fao/proyectos/proyectos-en-curso/buenas-practicas-agricolas-y-evaluacion-de-danos-y-perdidas-centroamerica/en/>.
- FAO (2013). Inseguridad alimentaria amenaza a la seguridad humana de la población Poqoman asentada en el Corredor Seco. Recuperado de: <http://www.fao.org/emergencias/fao-in-action/projects/detail/en/c/211359/>.
- FAO (2007). Marco político e institucional Más vale prevenir que lamentar Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala. Recuperado de: <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820628912320/fao20manejo2ode2ocuencas.pdf>.
- FAO (s.f.). Fortaleciendo la resiliencia de familias afectadas por la sequía 2014. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Guatemala/docs/Ficha_proyecto_GCP_GUA_024_SWE_090615.pdf.
- FOAG (2020). Publicaciones de la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. Recuperado de: <https://www.fondosdeagua.org/es/resultados-y-publicaciones/publicaciones/>.
- FORBES (2019). Número de familias sin luz en Guatemala aumentó en 15,000 desde el 2016. Recuperado de: <https://forbescentroamerica.com/2019/12/05/numero-de-familias-sin-luz-en-guatemala-aumentoen-15000-desde-el-2016/>.
- FUNCAFÉ (2020). Página Web de la Fundación de la Caficultura para el Desarrollo Rural. Recuperado de: <http://funcafe.org/EN/>.
- GIZ (2017). Creating prospects for children and young people at risk of displacement. Recuperado de: <https://www.giz.de/en/worldwide/77912.html>.
- GIZ (s.f.). Proyecto Promover la adaptación al cambio climático. Recuperado de: <https://www.giz.de/en/worldwide/70953.html>.
- iAgua (2020). Portal de iAgua. Recuperado de: <https://www.iagua.es>.
- iAgua (2019). Ministros de agricultura y ambiente impulsan la adaptación al cambio climático en Centroamérica. Recuperado de: <https://www.iagua.es/noticias/instituto-interamericano-cooperacion-agricultura/ministros-agricultura-y-ambiente-impulsan>.
- IICA (2019a). AMEXCID Y EL IICA TRABAJARÁN JUNTOS PARA COMBATIR LA POBREZA EN PAÍSES DEL TRIÁNGULO NORTE. Recuperado de: <https://www.iica.int/en/node/19991>.
- IICA (2019b). IICA y FIDA lanzan fondo competitivo para apoyar proyectos de adaptación de la agricultura familiar al cambio climático. Recuperado de: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/iica-y-fida-lanzan-fondo-competitivo-para-apoyar-proyectos-de-adaptacion-de-la-1>.
- INDE (2020). Aporte a la tarifa social un apoyo del INDE para los Guatemaltecos. Recuperado de: <http://www.inde.gob.gt/blogs/aporte-a-la-tarifa-social-un-apoyo-del-inde-para-los-guatemaltecos/>.
- INFOM (2020). Plan Operativo Anual, 2020. Recuperado de: <http://www.infom.gob.gt/archivos/LAIP/2020/n5/POA%20enero%202020.pdf>.
- INFOM (2018). ¿Quiénes somos? Recuperado de: <http://www.infom.gob.gt/quienes-somos/>.
- INNOVACT (2018). Exitosa la reunión de Alianza Transfronteriza de la cooperación INNOVACT en la frontera México-Guatemala. Recuperado de: <http://www.innovactplatform.eu/es/news/exitosa-la-reunion-de-alianza-transfronteriza-de-la-cooperacion-innovact-en-la-frontera-mexico>.
- Larios, B. (2018). UE invertirá 9,38 millones de dólares en proyectos para la reducción de la pobreza y desnutrición en Guatemala. Recuperado de: <https://reliefweb.int/report/guatemala/ue-invertir-938-millones-de-d-lares-en-proyectos-para-la-reduccion-de-la-pobreza-y>.
- Levy, A. y Pérez, L.C. (2019). Cocinas limpias para mejorar la salud de mujeres y niños en Guatemala. Energía para el futuro. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/energia/es/cocinas-limpias-para-mejorar-salud-mujeres-ninos-guatemala/>.
- MAGA (2020). Modificaciones internas y externas al presupuesto de Ingresos y Egresos. Reportes para Ley de Acceso a la Información Pública - Art. 10 Numeral 7. Sistema de Contabilidad Integrada Gubernamental. Recuperado de: <https://www.maga.gob.gt/download/modintex-dic19.pdf>.
- MAGA (2019a). El desarrollo llega a Jutiapa en canales de riego. Recuperado de: <https://www.guatemala.gob.gt/el-desarrollo-llega-a-jutiapa-en-canales-de-riego/>.

- MAGA (2019b). MAGA informa avances de unidades de riego de Huehuetenango. Recuperado de: <https://www.guatemala.gob.gt/maga-informa-avances-de-unidades-de-riego-de-huehuetenango/>.
- MAGA (2018). Formulación Presupuestaria Multianual 2019-2023. Recuperado de: <https://www.slideshare.net/JulioHerrera1/presupuesto-abierto-2019-maga>.
- MAGA (2016). Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina, 2016-2020. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gua173185.pdf>.
- MANCUERNA (2020). Página Web de la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranja. Recuperado de: <http://www.mancuerna.org/>.
- MARN (2020). Programa de Desarrollo de Petén para la Conservación de la Reserva de la Biósfera Maya. Recuperado de: https://www.marn.gob.gt/paginas/Programa_de_Developmento_de_Petn_para_la_Conservacin_de_la_Reserva_de_la_Bisfera_Maya.
- MARN (s.f.). Estrategia Nacional para el Abordaje de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala (ENDDBG). Recuperado de: <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/10060.pdf>.
- MEM (2018). Política Nacional de Electrificación Rural, 2019-2032. Recuperado de: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/11/Pol%C3%ADtica-Electrificaci%C3%B3n-Rural-2019-2032.pdf>.
- MINECO (2019). Programa Tejiendo Alimentos sigue fortaleciendo la innovación y productividad. Recuperado de: <https://www.guatemala.gob.gt/programa-tejiendo-alimentos-sigue-fortaleciendo-la-innovacion-y-productividad/>.
- ONU (2011). Gabinete Específico del Agua de la Presidencia de la República de Guatemala, mecanismo para definir, coordinar y dar seguimiento a la política pública del agua, su estrategia, programas, acciones y presupuesto. Conferencia Internacional UN WATER: Water in the Green economy in practice: toward Río+20. Octubre 3-5. Zaragoza, España. Recuperado de: https://www.un.org/waterforlifedecade/green_economy_2011/pdf/session_7_lac_cases_guatemala.pdf.
- Plataforma SAN (2020a). OPERACIÓN PROLONGADA DE SOCORRO Y RECUPERACIÓN REGIONAL 200490. Recuperado de: <https://plataformacelac.org/programa/950>.
- Plataforma SAN (2020b). Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina 2016-2020. Recuperado de: <https://plataformacelac.org/politica/272>.
- PM (2018). Portal del Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica. Recuperado de: <http://www.proyectomesoamerica.org>.
- PNUD (2020a). Integración de la Agricultura en los Planes de Adaptación Nacional. Recuperado de: <https://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/projects/integracion-de-la-agricultura-en-los-planes-de-adaptacion-nacion.html>.
- PNUD (2020b). Programa Conjunto Desarrollo Rural Integral Río Cuilco, San Marcos. Recuperado de: <https://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/projects/programa-conunto-desarrollo-rural-integral-rio-cuilco--san-marco.html>.
- PNUD (2020c). Programa Conjunto Justicia Transicional y Desarrollo Rural Integral Ixil. Recuperado de: <https://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/projects/programa-justicia-transicional-y-desarrollo-rural-integral-ixil.html>.
- PROCAGICA (2020). Página web del Programa Centroamericano para la Gestión Integral de la Roca del Café-Componente de República Dominicana. Recuperado de: <https://procagicard.com>.
- PRONACOM (2016). Lanzamiento de la Agenda Urbana GT. Recuperado de: <https://www.pronacom.org/2016/09/09/lanzamiento-de-la-agenda-urbana-gt/>.
- Rendón, J. (1986). Propiedad, tenencia y redistribución de tierras en la legislación de América Central y México. FAO Estudio Legislativo 39. Recuperado de: https://books.google.com.mx/books?id=d3rJasTn2yIC&pg=PA127&lpg=PA127&dq=Instituto+de+Transformaci%C3%B3n+Agraria+INTA+guatemala&source=bl&ots=cGYHPghjOI&sig=ACfU3U2f6OwL3RxQLerAKtluotLxKpNJZg&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjDugfwzM_pAhVQLKoKHS_QBSc4ChDoATAEegQIChAB#v=onepage&q=Instituto%20de%20Transformaci%C3%B3n%20Agraria%20INTA%20guatemala&f=false.
- SESAN (2019). Plan para la Atención del Hambre Estacional es presentado en CONASAN. Recuperado de: <http://www.sesan.gob.gt/wordpress/2019/03/05/plan-para-la-atencion-del-hambre-estacional-es-presentado-en-conasan/>.

- SESAN (2019). Se evalúa implementación de la Ventana de los Mil Días. Recuperado de: <http://www.sesan.gob.gt/wordpress/2019/05/17/se-evalua-implementacion-de-la-ventana-de-los-mil-dias/>.
- SICE (2020). Tratado de Libre Comercio entre México y Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Recuperado de: http://www.sice.oas.org/Trade/CACM_MEX_FTA/Index_s.asp.
- SIINSAN (2019). Plan para la Atención del Hambre Estacional, 2019. Sistema nacional de seguridad alimentaria y nutricional. Recuperado de: <http://www.siinsan.gob.gt/siinsan/wp-content/uploads/plan-hambre-estacional-2019-final-1.pdf>.
- SMATTCOM (2020). Consenso de Quetzaltenango - Iniciativa ISSCAT (Integración Sur Sureste Centro América Tapachula) entre México y Guatemala. Recuperado de: <https://smattcom.com/alianzas/isscat>.
- SNIP (2020a). Boleta de ejecución de proyectos varios relacionados con temas agropecuarios. Sistema de Información de Inversión Pública. Recuperado de: [http://snip.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrppt\\$resumen&prm_ejercicio=2019&prm_proyecto=203201](http://snip.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrppt$resumen&prm_ejercicio=2019&prm_proyecto=203201).
- SNIP (2020b). Boletas de ejecución de proyectos varios relacionados con agua potable y saneamiento. Sistema de Información de Inversión Pública. Recuperado de: [http://snip.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrppt\\$resumen&prm_ejercicio=2019&prm_proyecto=245850](http://snip.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrppt$resumen&prm_ejercicio=2019&prm_proyecto=245850).
- SNIP (2020c). Resumen de proyectos varios relacionados con agua potable y saneamiento. Sistema de Información de Inversión Pública. Recuperado de: [snip.segeplan.gob.gt/guest/SNPGPL\\$PRY_BOL ETA.INDICE?index_proyecto=242081&index_ejercicio=2019](http://snip.segeplan.gob.gt/guest/SNPGPL$PRY_BOL ETA.INDICE?index_proyecto=242081&index_ejercicio=2019).
- SNIP (2020d). Resumen de proyectos varios relacionados con energía. Sistema de Información de Inversión Pública. Recuperado de: [snip.segeplan.gob.gt/guest/snpgpl\\$pry_boleta.indice?index_proyecto=71935&index_ejercicio=2019](http://snip.segeplan.gob.gt/guest/snpgpl$pry_boleta.indice?index_proyecto=71935&index_ejercicio=2019).
- SNIP (2020e). Resumen de proyectos varios relacionados con temas agropecuarios. Sistema de Información de Inversión Pública. Recuperado de: [snip.segeplan.gob.gt/guest/snpgpl\\$pry_boleta.indice?index_proyecto=244392&index_ejercicio=2020](http://snip.segeplan.gob.gt/guest/snpgpl$pry_boleta.indice?index_proyecto=244392&index_ejercicio=2020).
- USAID (2020). Guatemala Country Fact Sheet. Recuperado de: <http://www.usaid.gov/guatemala>.
- Vivamos Mejor (2020). Página Web de la Asociación Vivamos Mejor Guatemala. Recuperado de: <https://www.vivamosmejor.org.gt/sitio/>.

Anexos

Anexo 1: Detalle de acciones y presupuestos 2020 ejecutados por instituciones públicas

Institución	USD Millones	Acciones
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a través del Viceministerio de Desarrollo Económico y Rural	USD 6 639 334,40	Mejoramiento sistema de riego.
	USD 1 240 029,67	Ampliación sistema de riego (2019).
	USD 18 555 973,42	Construcción sistema de riego.
Ministerio de Desarrollo Social (MIDES) Ejecutado por el FONDO DE INVERSION SOCIAL, adscrito al Fondo Social de Solidaridad	USD 97 538,95	Mejoramiento sistema de agua potable (2019).
	USD 725 806,37	Mejoramiento sistema de alcantarillado sanitario (2019).
	USD 267 765,02	Ampliación sistema de agua potable (2019).
	USD 330 348,31	Ampliación sistema de alcantarillado sanitario (2019).
	USD 45 399,12	Construcción depósito de almacenamiento de agua pluvial (tanques ferrocemento) (2019).
	USD 706 006,71	Construcción de pozo(s) mecánico (2019).
	USD 3 236 814,33	Construcción sistema de agua potable (2019).
	USD 6 846 464,59	Construcción sistema de alcantarillado sanitario (2019).
	USD 2 762 154,83	Construcción sistema de tratamiento aguas residuales.
Ministerio de Energía y Minas	USD 36 857,97	Construcción y equipamiento centrales hidroeléctricas. Presupuesto recursos internos USD 36 857,97.
Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN)	USD 118 068 266,01	Plan para la Atención del Hambre Estacional 2019. Ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Ministerio de Desarrollo Social (MIDES), el Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda (MCIV) y el Ministerio de Economía (MINECO). Objetivo: Contribuir a mitigar los efectos del Hambre Estacional en los municipios afectados por la sequía e incrementar la resiliencia en seguridad alimentaria y nutricional de los pequeños agricultores, que fueron afectados por la falta de lluvia de 2018. Presupuesto USD 118.068.266,01.
Fondo de Desarrollo Indígena Guatemalteco (FODIGUA)	USD 10 983,18	Dotación de depósitos para almacenamiento de agua a familias de escasos recursos.
	USD 237 922,68	Dotación de depósitos para almacenamiento de agua, filtros purificadores de agua y estufas mejoradas, para mejorar las condiciones de vida.
	USD 34 236,01	Estrategia reducción de la pobreza. Dotación de equipo para el almacenamiento seguro de agua a familias indígenas en situación de pobreza. (2019-2020).
	USD 49 916,76	Dotación de materiales al comité de agua potable, para la ampliación del sistema comunitario de agua entubada (2019).
	USD 11 529,27	Dotación de materiales para la introducción y ampliación del sistema de agua potable en las viviendas.

Anexo 1 (conclusión)

Institución	USD Millones	Acciones
Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del Lago Atitlán (Amsclae)	USD 1 793 004,72	Acciones del sector público y privado para conservar, preservar y resguardar la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno, en beneficio del Lago y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca.
	USD 7 805,28	Mejoramiento sistema de tratamiento aguas residuales con instalación de sistemas fotovoltaicos, San José Chacayá, Sololá.
	USD 6 623,19	Construcción sistemas fotovoltaicos en la planta de tratamiento de aguas residuales de San José Chacayá.
Autoridad de Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán (AMSA)	USD 3 610 826,77	La AMSA es la autoridad para el rescate de la cuenca del lago de amatitlán que, a través de trabajo en equipo con los diferentes sectores de la sociedad, aplica estrategias socio-ambientales para minimizar el deterioro de los recursos naturales y culturales de los 14 municipios de influencia, mediante la ejecución de planes, programas y proyectos, en beneficio de su desarrollo integral garantizando la mejora de vida de sus habitantes.
Instituto de Fomento Municipal (INFOM) Entidad Autónoma	USD 649,77	Programa de agua potable y saneamiento rural (PASRURAL).
	USD 25 350 157,12	Programa de agua potable y saneamiento para el desarrollo humano fase I.
	USD 332 919,61	Asistencia y servicios técnicos a las municipalidades: Análisis de laboratorio de agua y asistencia técnica en el mantenimiento de los sistemas de agua potable en las municipalidades.
	USD 10 316 731,03	Prevención de desnutrición crónica: Supervisión y asesoría técnica en proyectos de agua potable y saneamiento para la comunidad. Construcción de alcantarillado. Construcción de acueductos.
Instituto Nacional de Electrificación (INDE)	USD 19 309 143,64	Ampliación centrales hidroelectricas (2019).
Agencia Nacional de Alianzas para el Desarrollo de Infraestructura Económica (ANADIE)	USD 1 941 563,46	La ANADIE es una entidad descentralizada, que asesora a otras instituciones públicas en la planificación, estructuración y contratación de proyectos de infraestructura pública con altos estándares de calidad, bajo el modelo de alianzas para el desarrollo de infraestructura económica, conocido como Alianzas Público-Privadas (APP). Dicho modelo se enfoca en la prestación de servicios a favor de los usuarios con estrictos indicadores de desempeño.
Total, Gasto	USD 222 572 772,19	

Anexo 2: Detalle de acciones y presupuestos ejecutados por la Cooperación Internacional

Institución	USD Millones	Acciones	USD / año
Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)	\$585 799,98	Aumento de Capacidades para la Reducción del Riesgo de Desastres por Inundaciones y Sequía y Fomento de la Resiliencia en Centroamérica financiado por EUROCLIMA+ Presupuesto total del proyecto USD 585.799,98 duración 2 años, 2019-2020	\$292 899,99
GIZ	\$17 540 000,00	Adaptación del desarrollo rural al cambio climático (ADAPTATE III) Cumplir las pautas y los objetivos de adaptación al cambio climático y de desarrollo rural. NOTA: duración de 2013-2021	\$2 192 500,00
IICA	\$131 393,46	Protección financiera para la gestión de la sequía y adaptación a la escasez hídrica en la agricultura del Corredor Seco Centroamericano Financiamiento: /AECID / ARAUCLIMA Destinatarios: Guatemala (Jocotán), El Salvador (Usulután) Honduras (Marcala) Presupuesto total USD 0,4 millones Se asume que a Guatemala se destinaran USD 0,13 millones en todo el periodo del proyecto	\$65 696,73
IICA	\$2 200 000,00	Programa Centroamericano para la Gestión Integral de la Roca del Café (PROCAGICA) Cambio climático y gestión integral del riesgo Financiamiento de la Unión Europea Destinatarios: El Salvador, Belize, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana. Presupuesto total USD 17,6 millones Se asume que a Guatemala se destinaran USD 0,4 millones en todo el periodo del proyecto Duración 2016-2021	\$440 000,00
IICA y CATIE	\$6 500 000,00	Proyecto Sistemas agroforestales multiestratos innovadores para el Corredor Seco Centroamericano (AGRO-INNOVA) Contribuir a la resiliencia al cambio climático y a la seguridad alimentaria a través de elaborar estrategias para fortalecer capacidades, gestionar conocimiento e intercambiar experiencias sobre adopción de tecnologías Financiamiento Unión Europea	\$1 300 000,00
IICA	\$110 500,00	Fondo Competitivo del Proyecto INNOVA AF Impulsar procesos participativos de gestión del conocimiento y difundir buenas prácticas para adaptar la agricultura familiar al cambio climático entre los países y territorios de América Latina y el Caribe. Destinatario territorios de: Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, República Dominicana. Financiamiento Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA) Duración: 2018 - 2021	\$36 833,33

Anexo 2 (continuación)

Institución	USD Millones	Acciones	USD / año
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Países destinatarios: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.	\$1 666 666,67	Mesoamérica sin Hambre I Financiado por la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID). Impulsar y promover políticas públicas para la seguridad alimentaria y nutricional, agricultura familiar. Duración: 01.nov.2014 - 31.Dic.2020 Presupuesto total del proyecto USD 15 mill. Se asume que a Guatemala se destinarán USD 0,33 millones en todo el periodo del proyecto NOTA: un documento dice inversión total de USD 15.000.000 otro dice USD 151.000.000 entre 9 países	\$277 777,78
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$3 673 875,57	Proyecto de Integración de la Agricultura en los Planes Nacionales de Adaptación (NAP - Agricultura) • Institucionalizar procesos • Identificación e medidas frente al cambio climático • Fortalecimiento institucional de MAGA y MARN Financiamiento GIZ Entre 7 países Presupuesto total USD 25,72 millones Se asume que a Guatemala se destinarán USD 3,7 millones en todo el periodo del proyecto Implementado por FAO y PNUD Duración: 2013 - 2020	\$524 839,37
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$4 708 514,00	Fortaleciendo la resiliencia de familias afectadas por la sequía 2014. Restablecimiento del Sistema Alimentario y fortalecimiento de resiliencia al cambio climático. Destinatarios: Municipios de Chiquimula, Jocotán y Camotán, departamento de Chiquimula, y en los municipios de San Luis Jilotepeque y San Pedro Pinula afectadas por la canícula prolongada Financiado por el Gobierno de Suecia Presupuesto total USD 4 708 514 Financiado por el Gobierno de Suecia	\$784 752,33

Anexo 2 (continuación)

Institución	USD Millones	Acciones	USD / año
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$4 617 853,00	Programa Conjunto inter-agencial "Desarrollo Rural Integral en 5 municipios de la cuenca alta del río Cuilco en San Marcos" Ejecutado por FAO, PNUD y OPS/OMS Desarrollo rural integral en cinco municipios de la cuenca alta del río Cuilco: San Miguel Ixtahuacán, Concepción Tutuapa, Comitancillo, Sipacapa y Tejutla en el departamento de San Marcos con el fin de reducir las vulnerabilidades de sus habitantes en las áreas de salud, hábitat comunitario y potenciando las oportunidades productivas de la población y del territorio. La promoción del desarrollo está orientado a acciones que amplíen las oportunidades de manera equitativas entre hombres y mujeres para ser gestores de su propio desarrollo. Presupuesto total es de USD 4 617 853 Duración: 2015-2019	\$1 154 463,25
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	USD 1 666 666,67	Mesoamérica sin Hambre I Financiado por la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID). Impulsar y promover políticas públicas para la seguridad alimentaria y nutricional, agricultura familiar. Países destinatarios: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. Duración: 01.nov.2014 - 31.Dic.2020 Presupuesto total del proyecto USD 15 mill. Se asume que a Honduras se destinarán USD 0,33 millones en todo el periodo del proyecto NOTA: un documento dice inversión total de USD 15 000 000	USD 277 777,78
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$4 961 727,00	Programa conjunto ""Desarrollo Rural Integral Ixil"" Aplicar enfoques integrales de desarrollo que faciliten la transición de familias víctimas del Enfrentamiento Armado Interno -EAI- a ciudadanos en pleno ejercicio de sus derechos, en coordinación con el Estado, organizaciones sociales y comunidades. La Región Ixil comprende los municipios de Santa María Nebaj, San Juan Cotzal y San Gaspar Chajul en el departamento del Quiché. Presupuesto total del proyecto USD 4 961 727 Duración: 2015-2020	\$992 345,40

Anexo 2 (continuación)

Institución	USD Millones	Acciones	USD / año
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$241 297,00	Fortalecimiento de la agricultura familiar (AF), mejorando la calidad y cobertura del Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER) en Sololá GCP /GUA/033/SPA - Apoyo sistema de extensión rural El proyecto está orientado a contribuir a la reducción de la desnutrición crónica infantil, mediante el fortalecimiento de la agricultura familiar en los municipios San José Chacayá y Sololá, territorios clasificados en la categoría de alta prevalencia de desnutrición crónica. Financiado por el Gobierno de España, AECID Presupuesto total USD 241 297 Duración 01.Ene.2019 - 31.Dic.2020	\$120 648,50
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$59 269,88	Buenas Prácticas Agrícolas y Evaluación de Daños y Pérdidas para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima Busca fortalecer la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas productivos de los países del SICA: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. entre 8 países Presupuesto total USD 474 159 Duración 2018-2020	\$19 756,63
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	\$7 000 000,00	Adaptación de comunidades rurales, a la variabilidad y cambio climático para mejorar su resiliencia y medios de vida. Sur de Petén, Alta Verapaz y Baja Verapaz. • Recuperación del paisaje forestal y las tierras degradadas. • Capacitación de productores agroforestales • Capacitación de funcionarios institucionales en diseño de políticas públicas Financiamiento KOICA República de Corea Duración 2018 - 2021	\$2 333 333,33
EUROCLIMA+ (Unión Europea) GIZ Expertise France	\$353 376,46	Producción Resiliente de Alimentos (PRA) Fortalecer las capacidades de autoridades y actores locales, de municipios del Trifinio Centroamericano y Adamantina en Brasil, para impulsar la producción resiliente de alimentos vinculadas a las cadenas de valor agroalimentarias, como respuesta a las condiciones climáticas cambiantes de ambos territorios, articuladas a las estrategias y políticas nacionales de los países involucrados: Destinatarios: Brasil, El Salvador, Guatemala, Honduras. Financiado por la Unión Europea Presupuesto total del proyecto USD 1 413 505,85 Duración 2019 - 2020	\$176 688,23

Anexo 2 (continuación)

Institución	USD Millones	Acciones	USD / año
EUROCLIMA+	\$753 987,22	PAISAJES CAFETALEROS RESILIENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Ejecutado por: Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), HND y Hanns R. Neumann Stiftung Américas, GTM Beneficiarios: Honduras y Guatemala Presupuesto total USD 1 507 974,45 Aporte Unión Europea USD 1 169 676,59 Duración 2020-2021	\$376 993,61
EUROCLIMA+	\$513 371,56	Entre dos países: USD 753 987,22 por país AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE Ejecutado por: Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), HND y Asociación para el Manejo Integrado de Cuencas de La Paz y Comayagua (ASOMAINCUPACO), HND Presupuesto total USD 1.540.114,68 Aporte UE USD 1 185 248,28 Duración 2020-2021	\$256 685,78
EUROCLIMA+	\$1 189 299,73	FORTALECIMIENTO DE SISTEMAS INDÍGENAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ALIMENTOS Ejecutado por: Asociación Sotz'il, GTM y Fundación para la Promoción del Conocimiento Indígena, PAN Presupuesto total USD 1.189.299,73 Aporte UE USD 1 066 636,53 Duración 2020-2021	\$594 649,87
Fondo Verde del Clima- Ejecutado por MAGA	\$37 700 000,00	Beneficiarios: Guatemala, Honduras y el Salvador	\$5 385 714,29
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	\$36 210 000,00	Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), HND y Asociación para el Manejo Integrado de Cuencas de La Paz y Comayagua (ASOMAINCUPACO), HND	\$7 242 000,00
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)	\$10 666 666,67	Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), HND y Hanns R. Neumann	\$2 133 333,33
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	\$19 000 000,00	Stiftung Américas, GTM	\$3 800 000,00
Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio Federal del Medio Ambiente de Alemania (BMU)	\$2 896 618,72	Proyecto Integración Clima – Objetivos de Desarrollo Sostenible Ejecutado por: Asociación de Desarrollo Integral Mitij Ixoq' (ADIMI), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y TMG Research (Think Tank for Sustainability) Presupuesto total USD 2 896 618,72 Duración 2018-2020	\$1 448 309,36
Fundación Walmart	\$1 607 450,33	Programa de Acceso al Mercado de Pequeños Productores en Centroamérica Financiado por la Fundación Walmart e implementado por TechnoServe Beneficiarios: 5000 productores de Nicaragua y Guatemala Presupuesto: USD 4 822 351 Duración 2020 - 2022	\$535 816,78

Anexo 2 (conclusión)

Institución	USD Millones	Acciones	USD / año
Helvetas Guatemala	\$1 214 739,10	Uk'uch Ixcanul - Corazón del Volcán (2019-2021) Ejecutado por: Fundación para el Desarrollo Integral de Programas Socioeconómicos (FUNDAP) Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) Mesa Forestal de Concertación de la Región VI de Occidente (MESAFORC VI) Presupuesto USD 1 214 739,10 Duración 2.5 años, 2019-2021	\$485 895,64
Heifer	\$8 900 000,00	Cinturón de Negocios Verdes/Green Business Belt Guatemala (GBBG) Beneficiarios 6 250 productores de especias Presupuesto total USD 8 900 000 Duración 6 años, 2019-2025	\$1 483 333,33
Total Gasto	\$176 669 073,01		\$34 733 044,63

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Principios de Funcionamiento de los SPIS

El principio de funcionamiento de un SPIS es sencillo. Un generador solar proporciona electricidad para una bomba accionada por un motor eléctrico, la cual suministra agua ya sea directamente a un sistema de riego, o bien a un reservorio elevado. Entre los criterios fundamentales para el diseño de un SPIS figuran un mínimo de mantenimiento, una máxima confiabilidad y el uso eficiente de los recursos. Una característica específica de los SPIS es el hecho de que por lo general no requieren respaldo de batería. Esto es una ventaja, ya que las baterías exigen un mantenimiento intensivo, son costosas y se deben reemplazar regularmente.

1. Componentes de un SPIS

El cuadro más abajo muestra que hay disponibles diferentes opciones de tecnologías que dependen de las condiciones específicas del lugar y las capacidades de los productores y productoras. Los componentes y las alternativas tecnológicas pueden combinarse unas con otras de muchas maneras diferentes, pero algunas configuraciones resultan mejores atendiendo a la situación in situ.

Cuadro 17
Principales alternativas tecnológicas para los componentes más importantes de un SPIS

Componente	Posibilidades tecnológicas		Dependiendo de:
Sistema solar	fijo	con seguimiento	los costos y la intensidad del mantenimiento
Bomba	de superficie	sumergible	los costos y la (geo)hidrología
Reservorio	con reservorio	sin reservorio	los costos y el sistema de riego
Sistema de riego	de superficie	por goteo o aspersión	los costos y el sistema de bombeo

Fuente: GIZ 2018

2. Configuraciones del SPIS

La configuración más común de los SPIS es la que consta de un generador solar colocado sobre una estructura de montaje fija, que proporciona electricidad para una bomba sumergible instalada en un pozo de sondeo. Esta bombea agua a un reservorio elevado unos metros por encima del campo de cultivo. Allí, el agua es almacenada a una presión constante y liberada a un sistema de riego por goteo de baja presión, donde es filtrada y mezclada con fertilizantes antes de ser liberada lentamente a las plantas.

La instalación de un filtro de agua a la salida del tanque puede resultar crítica o problemática, dado que las pérdidas de presión en el filtro puede que alcancen fácilmente varios metros y que, a una altura baja del tanque, el flujo de agua acabe deteniéndose por completo. Por lo tanto, es recomendable instalar el filtro a la entrada del tanque para mantener el agua limpia en su interior. Se recomienda usar un tanque de agua cerrado.

Esta configuración también sería posible con un sistema de seguimiento solar, pero este requeriría una mayor inversión económica y más mantenimiento que el montaje fijo de los paneles solares. El reservorio elevado proporciona al sistema de riego por goteo una presión y un suministro de agua estables para conseguir una distribución del agua lo más uniforme posible. El desempeño del riego por goteo disminuye cuando pequeñas partículas suspendidas en el agua obstruyen los goteros. Los filtros impiden que esto suceda, pero sólo a condición de que estén diseñados correctamente para la calidad del agua y el sistema de riego previstos, y sólo si se limpian con regularidad. Esto tiene mayor importancia en el caso de usar agua superficial dado que éstas están por lo general menos limpias que el agua subterránea. Se recomienda contar, además, con un sistema de monitoreo instalado entre la bomba y el reservorio a fin de medir el flujo de agua y la presión.

La configuración más sencilla de un SPIS es la que consta de un generador solar montado sobre una estructura fija que suministra electricidad para una bomba de superficie instalada en un reservorio

o río, la cual bombea agua directamente a un sistema de riego de superficie, por ejemplo, a través de una red de canales abiertos. En esta configuración, el agua bombeada no pasa por un reservorio elevado. La presión y el caudal de bombeo al sistema de riego guardan relación con la irradiancia solar real, la cual varía en el transcurso del día, sobre todo tratándose de un generador solar fijo. La principal ventaja de esta configuración es su sencilla instalación y su costo relativamente bajo. No obstante, su desventaja radica en que el productor o productora tiene poco control de la distribución del agua en el campo durante el día, debido a que no hay un reservorio elevado que regule la presión y el flujo. El productor o productora tendrá que utilizar, por ejemplo, válvulas volumétricas o dividir su campo en sectores manejables para controlar el riego del cultivo lo mejor que pueda.

Anexo 4: Resumen entrevistas

Agradecemos la valiosa colaboración de:

Nombre	Cargo	Institución
Baltasar Moscoso	Punto Focal Desarrollo Rural y Agricultura Familiar, Programa Mesoamérica Sin Hambre	FAO Guatemala
Carla Vanessa Franco Hurtado	Directora de Cuencas y Programas Estratégicos	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Elías Raymundo	Especialista en Seguimiento y Evaluación, Programa Mesoamérica Sin Hambre, AMEXCID	FAO Guatemala
María Febres	Representante en Guatemala	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Ing. Maynor Estrada	Representante	FAO Guatemala

Los cinco entrevistados coincidieron en que el diagnóstico presentado en este documento es correcto. A continuación, se hace un resumen de los aportes que realizaron para considerar en la planificación de un posible proyecto para riego aplicando el concepto NEXO.

- **Propiedad de la tierra, pobreza y serios problemas de acceso al agua.** En la pequeña agricultura todavía hay mucha gente sin tierra, alta pobreza y serios problemas de acceso al agua. No hay suficiente servicio de agua potable, primero debe resolver el acceso al agua domiciliaria y luego resolver el tema de agua para la agricultura. El problema es que no hay ni domiciliar ni para cultivos en los estratos de infra subsistencia.
- **Ley de Energía.** Está pensada para la construcción de hidroeléctricas, con el objetivo de alimentar un sistema central de energía, no para llevar suministro a las partes alejadas y marginadas que no están conectadas al sistema central. Hay muchas comunidades que no tienen conexión a la red eléctrica.
- **Ley de aguas inexistente.** No hay una ley de aguas, lo que genera mucho desorden. Las grandes explotaciones tienen dominio sobre el uso del agua. En grandes extensiones del país hay explotación de palma, banano, melón, que han generado algunos empleos, pero han desplazado a las familias a producir su alimento en condiciones poco favorables. Los pequeños agricultores han sido desplazados a laderas, dependen del agua de lluvia, que con el cambio climático es complicado. Así, la pobreza y desnutrición incrementan. Por otro lado, no hay control de calidad del agua y hay serios problemas de contaminación, serios problemas de sobre explotación de acuíferos y escorrentías.
- **Fallas del Estado.** No se tiene visión de riego en lo rural, no hay estrategia. La política de riego 2012-2013 se estaba negociando entre los grandes empresarios con beneficios para ellos. Los agricultores que ya tienen capacidad económica son los que acceden a los programas y financiamientos. Guatemala está en manos de la Cooperación Internacional. Algunas instituciones buscan que el gobierno sea quien invierta, pero no ven respuesta.
- **Falta de inversión.** el presupuesto nacional para inversión en agua para riego es limitado y no hay recursos específicos para los pequeños agricultores. Aunque existe el plan de riego desde el gobierno central, en la práctica no hay recursos de inversión para ejecutarlo. El gobierno pone recurso para inversión en infraestructura hidroeléctrica y reparación de infraestructura de riego en zonas de distrito de riego. Desde el punto de vista de la Cooperación Internacional, tampoco existen proyectos de riego para el pequeño agricultor. Se observa que sus recursos

los enfocan al tema de manejo de microcuencas y desarrollo rural. También está la Dirección de Fortalecimiento para la Organización Productiva y Comercialización (*DIFOPROCO*) del MAGA, que es la que debe promover los riegos en el área, pero la disponibilidad de fondos para esta Dirección es muy limitada.

- **Poca infraestructura de riego.** Hay muy poca infraestructura de riego, principalmente la tecnología está con las grandes empresas de exportación de caña, palma, banano. Los pequeños agricultores no tienen infraestructura de riego.
- **División temática entre sectores.** Se intenta avanzar, pero hay mucha división temática entre sectores. Todos tienen el mismo discurso de desarrollo, pero los esfuerzos que se hacen dependen de lo que se les va ocurriendo y la necesidad de cada uno de ver cómo promover determinadas acciones compatibles con determinado tipo de desarrollo. El MARN no ejecuta junto con el MAGA, hay un divorcio entre estos dos ministerios, tienen miradas distintas, hasta contradictorias, sus prioridades son diferentes. Deberían enfocarse en la comunión entre el cuidado del medio ambiente y la capacidad de producción.
- **Mala planificación de proyectos.** Hubo un proyecto en el Oriente de Guatemala donde se apoyó para usar energía renovable, el problema fue que estos agricultores conectaron sus paneles al sistema nacional y tienen que pagar a los distribuidores, no funciona bien así. El pequeño agricultor está a siglos de distancia de poder utilizar energías renovables. Por otro lado, el FIDA hizo un proyecto hace años relacionado a riego con la Federación Nacional de Usuarios de Riego (FENURGUA), de medianos agricultores. Este grupo tiene alquiladas sus tierras irrigadas en la Zona Sur de Guatemala para sembrar palma africana y banana.
- **Cambio climático.** Los números más graves están en el Occidente de Guatemala en donde están indígenas concentrados. También la población de la franja del Corredor Seco está con bastantes problemas por el cambio climático. Dentro de los grupos más afectados están la población rural y los campesinos. Sin infraestructura de riego, sólo pueden acceder a las lluvias de temporal. Sin embargo, el cambio climático genera concentración de lluvias en un momento determinado del año y el periodo de sequía es más largo.
- **Falta de asistencia técnica.** El gobierno reacciona en casos de emergencia comprando cantidad de bombas y tubería para donarlo a agricultores, pero sin asistencia técnica. El MAGA reparte mangueras, sin implementar sistemas de riego. Además, no se tienen buenas prácticas de conservación de suelos. Incluir esto en la capacitación.
- **Falta capacidad técnica en Guatemala.** La transferencia tecnológica y de cómo se están ordenando estrategias de desarrollo local, está en manos de la cooperación internacional, pero lo manejan uno a uno y no miran integralmente el desarrollo rural del país. En la administración anterior, la Unión Europea invirtió cantidades grandes de dinero para fortalecer el tema de extensión, pero no se logró. La idea era tener 340 extensionistas, uno por municipio. Los contrataban mes a mes y así no se comprometen porque están con la angustia de si se quedan o no. Esto no permite que programas de cooperación internacional sean sostenidos en el tiempo. Se empezó a capacitar a un grupo y de repente ya no están. En el Programa de Agricultura Familiar para El Fortalecimiento de la Economía Campesina (PAFFEC) intervino la FAO y la Unión Europea, ellos han dado mucho dinero, y se han comprado carros y mucho más pero no cuaja por inestabilidad del personal. Incluso ha habido recursos de USDA a través de la ONG Counterpart (<https://www.counterpart.org>), que hicieron diplomado en tema de extensión y han capacitado desde 2013, pero el nivel de movilidad del personal es tal que es muy difícil.

- **Desarrollo de capacidades.** Es viable la propuesta de capacitación en cascada, se usa mucho en Guatemala. Debe estructurarse bien desde el principio, tener muy claro cómo se va a hacer. El Plan *Estratégico Integral de Seguridad Alimentaria y Nutricional* (PEISAN), considera la idea de cascada hasta llegar a los promotores, quien es el actor más importante, porque esperamos que siempre estén en su comunidad. Los técnicos son pasajeros. Por otro lado, es necesario desarrollar capacidades técnicas para que los proyectos sobrevivan en el tiempo y la gente se apropie de ellos. En algunos proyectos implementados por el MARN se trabaja con los pobladores a nivel local para que los proyectos, una vez se acaben, las iniciativas sigan adelante. También será importante considerar para los técnicos y talento rural el tema de ofrecer recursos para pago de internet, porque lo compran por unas horas. Pensando en el talento rural, tal vez se necesite material de ayuda visual que le explique al agricultor lo que se quiere hacer.
- **Capacitación presencial es importante.** Se sugiere ser muy cuidadosos con la capacitación remota. La formación presencial, el salir y llevarlos a capacitar, darles hotel, es un incentivo muy grande y salir de sus comunidades les da prestancia importante. Se trata de copiar a alguien que es igual que los demás, pero tiene más desarrollada su capacitación y capacidad de producción que el resto de los agricultores. Programar uno o dos encuentros anuales para que el talento rural salga de la comunidad. Así mismo, las inversiones de unidades demostrativas debieran hacerse con talento rural, en su parcela se haría la escuela rural. Sería un gran incentivo para seguir apoyando.
- **Gestión social, pertenencia.** Se tiene que trabajar gestión social para manejo de agua, porque si no involucras a la población, para el agricultor es una infraestructura más que no asume como suya. Mucho de lo que se ha hecho se ha perdido porque no se involucra al agricultor. Será importante hacerlos co-creadores del proceso, si solo se sienten receptores solo lo usan un tiempo. Pero si lo consideran suyo, lo cuidarían.
- **Idioma.** El idioma es un factor muy importante pues son 23 pueblos indígenas mayas que necesitan acompañamiento con el idioma.
- **Tomar en cuenta lecciones aprendidas de proyectos similares.**
 - Hace unos 10 años, en el MAGA existió la *Unidad Especial de Ejecución* de Desarrollo Integral en *Cuencas Hidrográficas* (UEEDICH), trabajaba con este esquema que mencionan, pero por cambio de autoridades no siguió. Lo ideal sería retomar estas prácticas: nivel de planificación de cuenca, subcuenca o microcuenca; buscaba formar comités de microcuenca con todos los usuarios del recurso hídrico, colocando proyectos de conservación de suelos, de protección de fuentes de agua. Se tuvo experiencia en cosecha de agua de lluvia para usos en el hogar, pero hubo alguna experiencia de cosecha de agua para riego.
 - Con la cooperación alemana de KfW, desde hace dos años se empezó a implementar en el Corredor Seco el proyecto de adaptación al cambio climático del corredor seco y se hace cosecha de agua para riego.
 - El IICA que implementa el proyecto PROCAGICA ha instalado Centros Rurales de Capacitación en Café (CERCAFES), centros tipo escuela de campo. Tuvieron que invertir en predio para diseminar tecnologías. Así mismo, el IICA, a través del proyecto Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA), ha promovido el uso de invernaderos y riego por goteo para tomate. En occidente ha crecido mucho porque se evitan plagas, se optimiza el uso del agua y el espacio, y se hace uso de energía por irradiación solar (<http://democracia.e-ssisa.com/>). En la parte alta tiene cosecha de agua y ha hecho algo

para el tema de alimentación de los ovinos. Están haciendo uso del estiércol para el compost y todo lo que pueda regresar al suelo. En Oriente, unas cosechas de agua se usan y otros están abandonados. Posiblemente porque no se involucró a la gente en la co-creación del proyecto.

- La FAO tiene experiencias como el proyecto de Sololá, que demuestran que sí funciona el riego comunitario, aprovechando una fuente de agua y la mandan a red de parcelas. Por otro lado, ha generado en el Corredor Seco una serie de infraestructura adaptada al pequeño agricultor con cosecha de agua. Han tenido experiencias de infraestructura de agua en 5 años en unas 20,000 familias, utilizando mucho lo que es cosecha de agua y su distribución por estructuras de riego para pequeños agricultores. Este sistema brinda agua para poder apuntalar la producción de granos básicos en tiempo de sequía o para la agricultura de traspatio. También se tratan aguas grises para producción de huerto con tubérculos. Se usan filtros de aguas grises para eliminar lejías y jabón. Hay infraestructura de grandes colectores para distribuir a las mancomunidades del oriente de Guatemala. Hacen manejo integral de los recursos naturales: fuentes de agua, bosques acumuladores de agua, manejo del suelo, la parte del riego, pequeño micro riego con sistemas de almacenamiento. Han podido llevar agua de los ríos a través de bombas con menos efectividad a partir de cierta altura (Guatemala es un país muy montañoso). De esta manera llegaron a 20-25 familias, pero es una inversión cara y no puede ser replicable.
- **Aprovechamiento de lluvias.** La precipitación promedio en el Corredor Seco es de 600 ml de lluvia, bastante. Pero no se está utilizando bien. Es suficiente agua para no tener los problemas que tiene Guatemala. Con esta precipitación de 600 ml se ha pensado en algunos puntos altos tener reservorios grandes de millones de litros de agua (en la parte alta saliendo de la capital) y esa agua que se capte, se puede llevar por gravedad a donde se necesite, especialmente con agricultores a pequeña escala, pero la inversión se queda en ideas, porque requieren mucho recurso, se queda en buena intención, pero esa es suficiente agua.

El enfoque NEXO es un modelo que integra a los sectores del agua, la energía y la producción de alimentos en la implementación de políticas públicas, sean estas regulaciones o proyectos de desarrollo. La premisa de base es que estos tres sectores no pueden analizarse por separado, pues los impactos en un sector afectan a los otros, tendencia que se intensifica si consideramos que estas interrelaciones son cada vez más estrechas por efecto del cambio climático.

En Guatemala la agricultura familiar se desarrolla principalmente en las laderas de las zonas montañosas, donde las interrelaciones antes señaladas son más diversas y complejas y se dan altos niveles de degradación del medio ambiente, pobreza y marginación.

En el presente documento se hace un análisis de la situación en que se encuentran los tres sectores y se presenta una propuesta para el fomento del riego en la agricultura familiar, determinando las posibles fuentes de agua y energía para abastecer el riego en las condiciones mencionadas. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se busca incrementar la producción de alimentos de una manera más eficiente y sostenible, así como mejorar las condiciones de vida de la población que vive en estos territorios rurales.

