

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento en Panamá (#XXX)



Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

Autores:

Axel Martínez - Pasante de Iniciativa para Desarrollo del Profesional Joven: GWP CAM

Editores:

Fabiola Tábor - Secretaria Ejecutiva, GWP Centroamérica

Información del proyecto suministrada por:

David Vega – Investigador Especial con Estabilidad IV – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

Efraín Conte – Profesor Especial con Estabilidad V – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

Los puntos de vista expresados en este estudio de caso no necesariamente representan la posición oficial de GWP.

Noviembre 2018

www.gwp.org/toolbox

Acerca de Global Water Partnership

La visión de Global Water Partnership es la de un mundo con seguridad hídrica. Nuestra misión es apoyar el desarrollo sostenible y la gestión de los recursos hídricos en todos los niveles.

GWP fue establecida en 1996 para fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y apoyar a los países en la gestión sostenible de los recursos hídricos para lograr un mundo con seguridad hídrica, que es la disponibilidad confiable de agua en cantidad y calidad aceptable para la salud y los medios de vida y producción; junto con un nivel aceptable de riesgos asociados al agua.

GWP es una red neutral, pluralista y de amplia participación que facilita procesos hacia la construcción de consensos y la integración de esfuerzos. Incluye instituciones de gobierno, universidades, asociaciones profesionales, instituciones de investigación, organizaciones no gubernamentales y sector privado.

Con más de 3.000 organizaciones asociadas en 182 países, la red cuenta con 85 asociaciones nacionales y 13 asociaciones regionales.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

Índice

1. Contexto.....	4
2. Antecedentes.....	5
3. Descripción del problema.....	5
3.1. Sequía en Centroamérica y el Arco Seco	5
3.2. Carencia de Infraestructuras y Malas Prácticas de Explotación	6
4. Decisiones y acciones tomadas.....	7
5. Resultados.....	10
Construcción de Infraestructura:	10
GIRH y Desarrollo de Capacidades:	11
Aumento en la productividad:	11
Articulación de actores:.....	11
6. Lecciones Aprendidas.....	12
7. Conclusión.....	13
8. Referencias	14
9. Detalles de Contacto	15
10. Referencias de Soporte	15

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

1. Contexto

El desarrollo social y económico de cualquier país depende ineludiblemente de sus recursos hídricos, así mismo, es un elemento crucial para los entornos naturales y su conservación. Paulatinamente el mundo afronta una demanda de agua en constante crecimiento, al mismo tiempo se observa una reducción de la oferta hídrica, planteando el reto del manejo de los recursos hídricos bajo una óptica holística. Con este escenario, la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) se muestra cómo el enfoque más óptimo, considerando que promueve los procesos de desarrollo y gestión coordinada del agua, el suelo y los recursos relacionados, a fin de optimizar y maximizar el desarrollo económico y el bienestar social equitativamente, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

La aceleración del crecimiento demográfico en los países en vías de desarrollo, los procesos de migración hacia los núcleos urbanos, la degradación de las selvas y bosques por la expansión de la frontera agrícola, adicionado al cambio climático han hecho que la GIRH cobre una relevancia crucial en el escenario global, regional y nacional puesto que es el modelo de gestión más completo y adecuado dada su naturaleza adaptativa respecto a las variables físicas, sociales y su proyección de un manejo coordinado y equitativo entre los diferentes sectores de la sociedad en aras de conseguir un desarrollo sostenible.

De acuerdo al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) Centroamérica es una de las regiones más vulnerables. Los efectos se reflejan en la intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos y su ocurrencia cada vez más prolongada y recurrente, manifestándose en ambos extremos del espectro (sequías e inundaciones). El área del Corredor Seco Centroamericano (CSC) es una de las más afectadas, a su vez hay que adicionar las carencias propias del territorio en materia de protección de los ecosistemas, infraestructura poco resiliente y bajo desarrollo territorial. Panamá no forma parte del CSC, pero posee una región de características climáticas similares que es denominado el “Arco Seco de Panamá”.

En la zona del Arco Seco, los pobladores experimentan cada vez más escasez de agua para consumo y el desarrollo de sus actividades productivas debido a la poca lluvia que se presenta en el sitio. Estudios realizados en la zona han verificado la existencia de acuíferos potencialmente explotables que podrían contribuir a solventar la problemática a través de un uso razonable. Para responder a esta situación, en los últimos años GWP Centroamérica, en el marco del Programa de Agua, Clima y Desarrollo (PACyD) y sus proyectos piloto, se involucró en la implementación de un sistema de bombeo de agua, utilizando fuentes de energía renovable, para ello se instaló una aerobomba para la extracción de agua de un pozo en la provincia de Coclé. Esto se logró a través de la articulación de miembros e instituciones socias, documentando el proceso y generando logros importantes en materia de aspectos técnicos y trabajo en red. Además de poder aportar a una mejor comprensión de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) para este tipo de intervenciones.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

2. Antecedentes

En el año 2014, entre los meses de mayo y julio, Centroamérica fue afectada por la ocurrencia de una de sequía que derivó en la prolongación de la canícula de ese año. En Panamá la sequía se extendió hasta gran parte del año 2015 debido a principalmente a la aparición del fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), los efectos fueron devastadores para el ciclo agrícola 2014-2015 y los déficits de producción se prolongaron hasta el primer trimestre de 2016. Se estima que durante el ciclo 2014-2015, se produjeron 17.000 hectáreas menos que el anterior y el gobierno se vio en la obligación de importar más de 45.400 toneladas métricas de arroz solo para poder cubrir la demanda nacional (Telesur, 2015). Se estima que, en 2014, el valor de la pérdida para el país por el cultivo de maíz fue de 12.957.225 USD y para el frijol fue de 949.050 USD (GWP, 2016).

3. Descripción del problema

3.1. Sequía en Centroamérica y el Arco Seco

En Centroamérica la sequía es cíclica y tiende a relacionarse estrechamente con el fenómeno de El Niño – Oscilación Sur (ENOS). La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) informa que en los últimos 60 años han podido identificarse alrededor de 10 eventos de ENOS, estos se extienden entre 12 y 36 meses (GWP, 2015). De acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen, la región del Arco Seco panameño se cataloga como un “Clima Tropical de Sabana”. La región promedia índices anuales de precipitación de 1.054 mm, notablemente más bajos que el promedio anual nacional del país que es de 2.928 mm. Al igual que en el resto de la región centroamericana, las anomalías en la precipitación se dan principalmente durante la estación lluviosa, durante el período de canícula y se han observado períodos de sequía de 30 días o más.

Los períodos de mayor prolongación coinciden con la aparición del Fenómeno de ENOS. El Arco Seco comprende de la cuenca baja del Río Tonosí, las cuencas medias y bajas de los Ríos Guararé (provincia de Los Santos); La Villa, Parita y Santa María (Provincia de Herrera); Río Grande y Río Antón (provincia de Coclé). La densidad poblacional del Arco es de 45 hab/km², resultando mayor a la densidad nacional de 37,6 hab/km². (Autoridad Nacional del Ambiente, 2010).

En Panamá, el período de sequía fue el más prolongado de toda Centroamérica en lo que va de la década. Los primeros indicios de que se había establecido la sequía comenzaron en 2014 y se acrecentaron en 2015 con el establecimiento del fenómeno ENOS y a pesar de no presentarse este fenómeno en 2016, las autoridades mantuvieron la condición de sequía durante el primer semestre de 2016. La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) registró mínimos históricos en su embalse Gatún, que alimenta a las esclusas, además de proveer energía hidroeléctrica y agua potable, por tanto, se consideró la peor sequía en los 103 años de registros y generó un impacto

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

económico estimado de 40 millones de Balboas, solo en actividades propias de la operación del Canal. (Autoridad del Canal de Panamá, 2018).

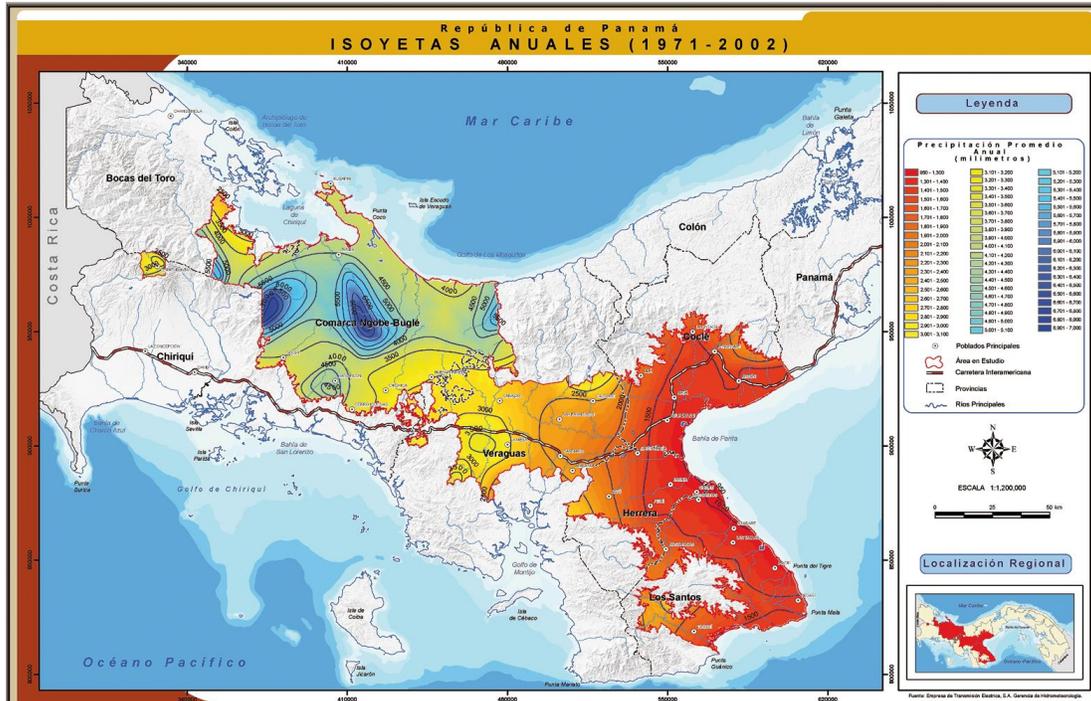


Figura 1: Isoyetas Anuales de Precipitación. (Fuente: MiAmbiente – Atlas de las tierras secas y degradadas de Panamá.)

La situación llegó a límites extremos por lo que en agosto de 2015 el Gobierno Central declaró Estado de Emergencia y creó la Comisión de Alto Nivel de Seguridad Hídrica y se estableció una prohibición sobre el riego de césped y campo deportivos, se suspendieron otorgamientos de concesiones para uso de agua con fines escénicos y permisos para uso agrícola (Presidencia, 2015). En Coclé, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) reportó una disminución en la producción de su planta en Penonomé de 3.000 gpm, a sólo 800 gpm; esto conlleva a una reducción de 30 cm por debajo del nivel operativo de la planta potabilizadora y la necesidad de represar y dragar el afluente del Río Zaratí. También se reportó que el 70% de los pozos en Coclé registraban disminución significativa en sus niveles (La Estrella de Panamá, 2015).

3.2. Carencia de Infraestructuras y Malas Prácticas de Explotación

En la Provincia de Coclé se construyeron alrededor de 266 pozos para extracción de agua. De estos, el IDAAN y el Ministerio de Salud (MINSA) construyeron aproximadamente 60 pozos cada uno para atender el consumo de algunas comunidades, además se construyeron más de 130 pozos de usos múltiples, principalmente para fines agropecuarios y/o industriales de propiedad privada y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) desarrolló junto a la empresa privada seis pozos comunitarios. (Autoridad Nacional del Ambiente, 2013).

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

A pesar de la importancia que tienen los acuíferos dada las características superficiales del Arco Seco, existe un rezago en la GIRH aplicada a las aguas subterráneas a nivel nacional en relación a las aguas superficiales. Su explotación se ha venido dando de manera desordenada y muchas veces de forma empírica sin ningún tipo de estudios previos o exploración hidrogeológica, lo que compromete la sostenibilidad del recurso a riesgos como contaminación, intrusión salina o estrés hídrico por sobreexplotación (GWP, 2015).

En Panamá, como ocurre en otros países de Centroamérica, las comunidades rurales pequeñas y dispersas no suelen contar con sistemas de explotación de acuíferos principalmente por costos de operación debido al uso de energía eléctrica y estar por debajo de las líneas de inversión de los gobiernos centrales.

4. Decisiones y acciones tomadas

GWP Centroamérica como parte de la implementación del PACyD se planteó contribuir al desarrollo económico integrado y sostenible además de promover la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático y reducción de riesgos, incluyendo dentro de sus acciones la implementación de proyectos pilotos. En Panamá se alió con el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) y el Centro Regional de Coclé a través de la facultad de Ingeniería Mecánica, ambos pertenecientes a la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) para la implementación de una aerobomba (molino de viento) para la extracción de agua de un pozo con el fin de alimentar un sistema de riego comunitario, como medida para hacer frente a la disminución de los caudales de las fuentes superficiales ocasionados por la sequía y contribuir al mantenimiento de la actividad agrícola de una comunidad de la zona. También se contó con el apoyo del Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) y del IDAAN. Se escogió la tecnología de la aerobomba de mecate, por ser una solución de bajo costo, diseño y construcción sencillos y ágiles, además de un fácil mantenimiento y a muy bajo costo, que ya había sido implementada con buenos resultados en otras áreas de Panamá.

El primer paso fue identificar el sitio adecuado que cumpliera con ciertos requerimientos establecidos de forma general entre los que se encontraban: Organizaciones y/o familias con dificultades económicas y problemas de acceso a agua para riego, tenencia de un terreno propio, facilidades de acceso y existencia de las variables meteorológicas (viento) e hidrogeológicas (acuífero) favorables. Es así que se seleccionó a la comunidad de El Jagüito, corregimiento de Llano Grande, distrito de La Pintada, provincia de Coclé. La comunidad cuenta con 17 familias dedicadas a la agricultura y los productores están constituidos en la Asociación de Pequeños Productores Familias Unidas de Jagüito (ASPPFUJA). En la comunidad se producen diversos cultivos como: maíz, frijoles plátano, tubérculos, ciertos vegetales y hortalizas exóticas, éstas últimas están destinadas al consumo de la comunidad China de la provincia. Cabe destacar que una significativa parte de la producción es para el consumo de hoteles y restaurantes del área costera y el restante para consumo local.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

Previo a la instalación de la aerobomba se hicieron diversas actividades como la instalación de un anemómetro y veleta para medir la componente horizontal del viento. Luego se procedió a hacer dos transectos de prospección eléctrica aplicando técnicas geofísicas para la determinación de resistividad eléctrica del suelo, esto permitió identificar el nivel freático del agua y la profundidad del acuífero con lo que se seleccionó el mejor sitio para la perforación del pozo.

Se procedió al diseño y perforación del pozo y la posterior prueba de bombeo. El pozo cuenta con un diámetro de 10 pulgadas y 55 metros de profundidad (175 pies). Se realizó un sello sanitario de 12 pies, un revestimiento con tubería de 6 pulgadas de diámetro y 115 pies sin revestimiento. La prueba de bombeo de 48 horas arrojó un caudal de 3 GPM. Adicionalmente se realizaron las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas al agua, como se puede observar en la Tabla 1, las pruebas fueron satisfactorias para su utilización en riego y con el requerimiento de desinfección previa (cloración o hervido) si se desea para consumo humano.



Imagen 1: Instalación de Anemómetro



Imagen 2: Perforación de pozos



Imagen 3: Pruebas multiparámetros de agua

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

Parámetro	Método	Muestra SI-035-M1	Incertidumbre	DGNT – COPANIT 23-395-99
Temperatura (°C)	2550 B	30	± 0,1	N/E
Conductividad (µmho/cm)	2510B	320	± 5	N/E
pH	4500H ⁺	6,6	± 0,1	6,5-8,5
Turbiedad (NTU _{FORMAZIN})	2130 B	0,56	±0,21	1,0
Fosfatos (mgPO ₄ ³⁻ -P/L)	4500-P D	<0,03	N/A	N/E
Nitratos (mgNO ₃ -N/L)	4500 - NO ₃ B	0,45	N/A	10,00
Nitritos (mgNO ₂ -N/L)	4500 - NO ₂ B	<0,2	N/A	1,0
Coliformes Totales (NMP/100mL)	9223 B	8	N/A	10
Sólidos Suspendidos (mg/L)	2540 D	< 1	N/A	N/E
Sólidos disueltos Totales (mg/L)	2540 C	170	N/A	500,00
Sólidos Totales (mg/L)	2540 B	192	N/A	N/E
E. Coli (NMP/100mL)	9223 B	2	N/A	N/E
Cloruros (mg Cl/L)	4500-CI B	8,0	± 0,10	250,00
Sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ /L)	4500-SO ₄ ²⁻ E	4,46	N/A	250,00
Calcio (mg Ca/L)	3111 B	58,14	N/A	N/E
Magnesio (mg Mg/L)	3111 B	4,34	N/A	N/E
Sodio (mg Na/L)	3111 B	23,89	N/A	200,00
Potasio (mg K/L)	3111 B	2,29	N/A	N/E
Hierro (mg Fe/L)	3111 B	<0,10	N/A	0,30
Manganeso (mg Mn/L)	3111 B	<0,10	N/A	0,1
Bicarbonato (mgCaCO ₃ /L)	2320 B	161	N/A	N/E

Tabla 1: Resultados del análisis de la calidad del agua. Fuente: GWP, 2016

El diseño y construcción de las piezas de la aerobomba fue realizado por los estudiantes de cuarto año de la Licenciatura en Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería del Centro Regional de Coclé de la UTP, supervisados por un equipo docente de la misma Facultad. Cabe destacar que los estudiantes se comprometieron de lleno al proyecto trabajando fuera de horario escolar para la entrega de las piezas y para lograr que el diseño de la aerobomba se ajustará a las condiciones locales.

Para la instalación de la aerobomba participaron 18 personas entre beneficiarios y personal de la UTP. El equipo se encargó del descargue de la torre y sus elementos, así como el izado y anclaje de los elementos. Adicionalmente, el sistema cuenta con un tanque de almacenamiento de 4.000 litros y una sonda para efectos de medición, además de una línea de tuberías por las que transitaría el agua que llega a las parcelas. El sistema se conecta a un sistema de riego existente de tres aspersores de 5 metros para un área de cosecha de 4 hectáreas, el resto del área es regada a mano.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.



Imagen 4: Izado de torre



Imagen 5: Línea de conducción a sistema de riego

GWP Centroamérica en conjunto con la UTP realizaron una jornada de capacitación dirigida a representantes de la comunidad beneficiaria con un enfoque holístico que involucró la temática ambiental y de adaptación al cambio climático, la GIRH y su aplicación al proyecto, en aras de asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico a través de buenas prácticas y concientización acerca del manejo adecuado del mismo. A ella asistieron los beneficiarios del proyecto y el personal de la UTP. También se abordaron aspectos técnicos de la aerobomba y su mantenimiento. Adicionalmente se hizo entrega de material informativo impreso sobre conceptos de GIRH y un libro sobre la construcción y manejo de la aerobomba preparado por el Centro Regional de Coclé de la UTP. Cabe destacar que durante todo el proceso existió un valioso acompañamiento académico de la UTP, esto permitió desarrollar un diseño de la aerobomba adaptado a las condiciones locales y la asistencia técnica in situ de parte del equipo de UTP, integrado por estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Mecánica y docentes de la Facultad de Ingeniería.



Imágenes 6-7-8: Jornada de capacitación en temas de GIRH y funcionamiento de la bomba

5. Resultados

Construcción de Infraestructura: Se logró la instalación de la infraestructura completa (pozo, torre, tanque de almacenamiento, tuberías) con lo cual la comunidad ahora cuenta con un sistema de extracción eficiente, económico y limpio en términos energéticos. Antes del proyecto se

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

contaba solamente con una toma superficial de agua de 2 pulgadas que conducía el agua desde una obra de toma hasta una pequeña fosa que hacía las veces de reservorio y era usada para las necesidades básicas y el riego, quedando severamente afectada por la sequía que azotó la región.

GIRH y Desarrollo de Capacidades: Se logró capacitar los beneficiarios usando la GIRH como eje transversal del taller, promoviendo conceptos como seguridad hídrica, buenas prácticas ambientales y agrícolas, adaptación al cambio climática e intercambio de experiencias sobre conservación de los recursos hídricos. Esto contó con gran aceptación de los beneficiarios.

El involucramiento de los miembros de la comunidad durante todo el proceso técnico fue bien recibido y contribuyó a la apropiación correcta sobre el funcionamiento de la aerobomba. Lo que se comprueba a través de la operación y mantenimiento de la misma por parte de la comunidad

Aumento en la productividad: Durante el período de sequía, los productores reportaban una caída drástica de su producción. De 15 cajas de legumbres en promedio a solo tres o cuatro cajas, esto provocó la suspensión de contratos con los comercios locales (en su mayoría hoteles) y los intermediarios. Posterior a la instalación de la aerobomba, han logrado recuperar sus índices de productividad nuevamente.

Al contar con un método limpio de extracción, movido por energía renovable, existe un ahorro sustancial versus métodos que requerirían inversión en combustibles. Gracias a que el sistema cuenta con el tanque, han podido mejorar el manejo del recurso hídrico y duplicaron el área de cultivo previo a la iniciativa, pasando de 2.5 a 5 hectáreas. En condiciones favorables se estima que el sistema produce 30.000 litros mensualmente que complementan a lo producido por el sistema de toma superficial existente.

Articulación de actores: Es de destacar que, para la realización de este proyecto, GWP Centroamérica contó con la UTP como aliado principal, pero además logró articular esfuerzos y apalancar recursos con gobierno central a través de diferentes instituciones como MiAmbiente y el IDAAN además de los beneficiarios a través de ASPPFUJA, quienes resaltaron que el proyecto fortaleció las capacidades de trabajo en equipo de la comunidad, ya que previamente trabajaban de forma aislada. Esto fue particularmente importante ya que el tiempo de ejecución se extendió debido a los estudios realizados que fueron cubiertos gracias a los aportes de estas instituciones, como se puede observar la Tabla 2.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

Costos del Proyecto		
Rubro	Descripción	Total (USD)
Financiamiento GWP CAM	Construcción, Instalación y capacitación	16.998,66
Aporte en Especies	Recursos Humanos	31.947,58
	Transporte	1.389,60
Otros	Análisis de Muestras de Agua – LABAICA	737,00
	Prueba de Bombeo – IDAAN	2.500,00
	Prueba de Retrospección Física	5.620,00
	Monitoreo de Variables Meteorológicas	150,00
Total		59.342,84

Tabla 2: Costos de Implementación de Aerobomba. Fuente: GWP, 2016

Difusión y replicabilidad: Los resultados del proyecto recibieron una amplia cobertura de parte de diferentes medios de comunicación a nivel nacional. Entre ellos se encuentran: Televisora Nacional (TVN), UTP Noticias (Radio y Televisión), redes sociales de la UTP y en foros organizados por GWP Panamá.

Esta difusión ha sido significativa, ya que ha habido mucho interés de parte de organizaciones no gubernamentales para oportunidades de réplica en conjunto con la universidad. La UTP actualmente desarrolla estudios e investigaciones sobre el proyecto a nivel de mantenimiento y modificación de elementos que mejoren su eficiencia y durabilidad. El proyecto ha sido una plataforma de involucramiento de la comunidad estudiantil de la UTP en diferentes disciplinas; desde el diseño y fabricación de elementos mecánicos, hasta métodos de cultivo.

A finales de noviembre de 2018, el Ingeniero David Vega quien forma parte del equipo que implementó el proyecto fue galardonado con el Premio Cuásar a Investigador del Año en la categoría de Proyecto de Innovación Social por su labor en el proyecto. A su vez, el Ingeniero Efraín Conte quien estuvo a cargo del diseño de la torre y el funcionamiento mecánico, además de la construcción escribió el libro “Experiencias en la construcción y aplicación de la Aerobomba de Soga en Panamá” a partir de las experiencias obtenidas en este proyecto.

6. Lecciones Aprendidas

- Las tecnologías de bombeo por medio de energía renovable son una opción para abastecer de agua para riego a las comunidades locales en situaciones de sequía, a un menor costo y con menores impactos ambientales.
- Se necesita de una coordinación interinstitucional fuerte. Los aportes en términos de especies de la comunidad e instituciones ayudaron a solventar los estudios necesarios para la correcta implementación del proyecto y otras situaciones imprevistas que fueron surgiendo.

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

- La participación de la UTP como implementador permitió un respaldo técnico al diseño de la solución tecnológica, así como la asistencia técnica certera y continua para la comunidad. También facilitó el involucramiento de estudiantes, que resultó fundamental ya que gracias a su compromiso y disposición contribuyeron a construir las piezas en el menor de los tiempos bajo la supervisión docente, y adaptada a los contextos locales.
- Es necesaria la elaboración de un manual de operación del sistema, que incluya los posibles problemas que puede presentar la aerobomba en sus componentes y soluciones recomendadas.
- Al ser un sistema que depende de las condiciones favorables del viento, se puede complementar con otro tipo de fuentes de energía en caso de no contar con viento suficiente. Esta podría ser fotovoltaica a través de paneles solares.
- Mejorar los sistemas de tubería usando micro aspersores que estén distribuidos de manera uniforme para riego de las plantaciones y aprovechar al máximo cada espacio de terreno de siembra para evitar extender tuberías más de lo necesario y hacer un uso más eficiente del agua.
- Al asegurar una fuente de agua para riego en la comunidad, se contribuyó a mejorar sus ingresos en temporadas de sequía, al permitir incrementar los niveles de producción de 3 o 4 cajas a los niveles promedio de 15 cajas que obtenían en temporadas sin sequía.

7. Conclusión

Bajo el nuevo contexto del cambio climático, el impacto de las sequías es cada vez más drástico y recurrente. En zonas como el Corredor Seco Centroamericano y el Arco Seco Panameño, los gobiernos deben desarrollar estrategias de adaptación y resiliencia que involucren a la población rural dispersa quien es usualmente la que carece de infraestructuras que le permitan adaptarse mejor a los nuevos desafíos y que es quien se ve más afectada. Estas estrategias deben de ir de la mano con la implementación de la GIRH como eje transversal, además de abordar otros enfoques como el Nexa Agua-Energía-Alimentos de manera que se pueda asegurar la sostenibilidad de cualquier política o intervención.

Diversas herramientas del Toolbox de GWP convergen en la planificación e implementación de esta tecnología entre las que se identifican:

- Marcos de Inversión (A3.01)
- Organizaciones comunitarias de abastecimiento y manejo del agua (B2.03)
- Organizaciones de Sociedad Civil (B3.03)
- Construcción de Alianzas (B4.03)

Implementación de Sistema de Bombeo de Agua a través de Molino de Viento para Riego Comunitario en la Provincia de Coclé, Panamá.

- Promoción del cambio social (C8)

El Sistema de Aerobomba de Soga ha demostrado ser una tecnología alternativa de bajo costo, eficiente y limpia en materia energética. Además, es idónea para entornos rurales gracias a su sencillez de operación y mantenimiento. La eficaz articulación entre organismos internacionales (GWP CAM), academia (UTP), gobierno (IDAAN y MiAmbiente) y la comunidad demuestra la posibilidad de soluciones multisectoriales eficaces a diferentes niveles para la gestión integral de la sequía. Cabe destacar también que la Aerobomba es además un excelente ejemplo de soluciones que involucran al Nexo Agua-Energía-Alimento como otro enfoque sostenible a tener cuenta. No obstante, para lograr esta sostenibilidad, es necesario que las iniciativas desarrollen las capacidades de todos los involucrados a través de espacios de capacitación y concientización que fomenten la seguridad hídrica.

8. Referencias

- Autoridad del Canal de Panamá. (2018). *El Fenómeno de El Niño y su Impacto en el Canal de Panamá*. Ciudad de Panamá: Autoridad del Canal de Panamá.
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2010). *Indicadores de Sequía y Degradación de Tierras en Panamá*. Ciudad de Panamá: Autoridad Nacional del Ambiente.
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2013). *Las Aguas Subterráneas de la Región del Arco Seco y la Importancia de su Conservación*. Ciudad de Panamá: Autoridad Nacional del Ambiente.
- GWP. (2015). *Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica - Panamá*. Tegucigalpa: Global Water Partnership Centroamérica.
- GWP. (2016). *Análisis Socioeconómico del Impacto Sectorial de la Sequía en 2014*. Tegucigalpa: Global Water Partnership.
- GWP. (2017). *La Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una gestión integrada*. Tegucigalpa: Global Water Partnership.
- La Estrella de Panamá. (11 de 08 de 2015). *La Estrella de Panamá*. Obtenido de <http://laestrella.com.pa/panama/nacional/sequia-cocle-afecta-produccion-agua/23884833/foto/157963>
- Presidencia. (11 de Agosto de 2015). *Presidencia Panamá*. Obtenido de <https://www.presidencia.gob.pa/Noticias/Gobierno-enfrentara-impactos-del-Fenomeno-del-Nino-y-crea-Comision-de-Seguridad-Hidrica>
- Telesur. (30 de Marzo de 2015). *Telesur TV*. Obtenido de <https://www.telesurtv.net/news/Agricultores-sufren-por-ola-de-sequia-en-Panama-20150330-0027.html>

9. Detalles de Contacto

- **Fabiola Tábor**a, Secretaria Ejecutiva, Global Water Partnership Centroamérica (GWP - CAM), ftabora@gwpcentroamerica.org
- **David Vega** – Investigador Especial con Estabilidad IV – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
- **Efraín Conte** – Profesor Especial con Estabilidad V – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

10. Referencias de Soporte

Se puede acceder al informe del proyecto piloto sobre la aerobomba en el siguiente enlace:

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/pp-panama.pdf

El libro de experiencias sobre la implementación desarrollado en la UTP se puede descargar del siguiente enlace:

https://drive.google.com/open?id=1SPmmEIG_j19Zs9OsG47XGhWnAXhIEy10