

## Metodología para la evaluación técnica de proyectos de agua y saneamiento en Cuba.

**DANIELA CÓRDOVA DE HORTA**

E-MAIL: danielitach096@gmail.com

Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana, Cuba.

### RESUMEN

El abasto de agua en Cuba se ve afectado por limitaciones económicas y financieras, además de los efectos del cambio climático, que han incrementado la sequía, afectando los servicios básicos a la población. Los sistemas de saneamiento resultan ineficientes debido a su insuficiencia. Para enfrentar estos desafíos, el gobierno cubano, con apoyo del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS), implementó el proyecto "Mejora y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento de Pequeñas Ciudades Cubanas" (2010), que incluyó la construcción y rehabilitación de plantas potabilizadoras, redes, metrocontadores y plantas de tratamiento. Se diseñó una metodología para evaluar los impactos sociales y técnicos del proyecto, permitiendo corregir deficiencias y lograr los objetivos planteados.

**PALABRAS CLAVES:**

abasto de agua, evaluaciones, metodología, proyectos, saneamiento

Methodology for the Technical Evaluation of Water and Sanitation Projects in Cuba.

### ABSTRACT

Water supply in Cuba is affected by economic and financial limitations, along with the effects of climate change, which have increased droughts and impacted basic services for the population. Sanitation systems are also inefficient due to their insufficiency. To address these challenges, the Cuban government, with the support of the Water and Sanitation Cooperation Fund (FCAS), implemented the project "Improvement and Expansion of Water Supply and Sanitation Systems in Small Cuban Cities" (2010), which included the construction and rehabilitation of water treatment plants, networks, water meters, and treatment facilities. A methodology was designed to evaluate the social and technical impacts of the project, allowing for the correction of deficiencies and achieving the proposed goals.

**KEYWORDS:** water supply, evaluations, methodology, projects, sanitation

## 01 INTRODUCCIÓN

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles. (Alicia Bácena and Prado 2016)

El abastecimiento de agua potable y saneamiento en pequeñas ciudades cubanas, presenta una problemática significativa debido a su situación intermediaria entre las áreas rurales y las grandes aglomeraciones urbanas, ciudades entre 20 000 y 100 000 habitantes. (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos and Colaboración 2013)

Una de las prioridades del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), en Cuba, es la gestión de riesgos asociados a la calidad del agua. En la actualidad, se estima que más del 50 % del recurso se pierde por conducción, distribución o en los puntos de consumo. No obstante, la problemática del agua tiene múltiples causales, así como diversas aristas. (Sánchez 2014)

Aunque el 73,5 % de la población cubana tiene acceso a agua potable a través de la red de acueducto, aún un número importante de personas la reciben por otras vías, lo cual no siempre garantiza la calidad de la misma. Estas problemáticas y la voluntad del país de asegurar este vital servicio, han determinado que se emprendan programas que, a corto, mediano y largo plazo, contribuyan a ir solucionando las dificultades. (Sánchez 2014)

En 2010 se concibió el Programa “Mejora y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento de Pequeñas Ciudades Cubanas”, colaboración conjunta entre España y Cuba. El Programa fue concebido partiendo de la precaria situación existente con el abastecimiento de agua identificada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y en relación con sus planes de desarrollo. Es por ello que los objetivos, resultados y productos de este proyecto se orientaron a recuperar los sistemas de agua potable y saneamiento dañados por el paso de los huracanes Ike y Gustav por el país. Dentro de sus alcances comprendía la mejora del suministro de agua potable a zonas periurbanas y disminuir los valores de agua no contabilizada en las redes de abastecimiento.

Las áreas de intervención del proyecto fueron: Nueva Gerona en la Isla de la Juventud, La Palma en Pinar del Río, Jatibonico en Sancti Spíritus, Cueto y Báguano en Holguín, la zona sur de Guantánamo y Guisa en Granma, territorios muy distantes entre sí y dispersos en la geografía nacional.

Tomando en el presente trabajo como casos de estudio: La Palma en Pinar del Río, Jatibonico en Sancti Spíritus y Cueto en Holguín. El aporte recibido por el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento fue de 3 788 903, 92 EUR y el aporte local fue de 9 308 605,80 CUP.

## 02 MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describen los casos de estudio y se hace referencia a la metodología aplicada para realizar la evaluación técnica de los proyectos de la Agencia Española de Colaboración en Cuba (AECID), el procedimiento se conformó a partir de un estudio de metodologías ya existentes. Debido a las deficiencias encontradas con respecto a los temas de evaluación técnica se hizo necesario la elaboración de una metodología donde se incluyeran estos términos, presentando mayor adaptación a las condiciones actuales del país.

## CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS

Las ciudades en las que actúa este proyecto son las más afectadas por el paso de los Huracanes Ike y Gustav y que además cumplen los siguientes criterios. (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos and Colaboración 2013):

- Ubicación de la ciudad en un sector catalogado como vulnerable al saneamiento.
- La vulnerabilidad de su población residente a problemas sociales, de baja cobertura de agua y de enfermedades vinculadas a la mala calidad del agua suministrada.
- Dificultades con la implementación de programas de desarrollo económico en la zona.
- La existencia de una Estrategia de Desarrollo en la zona avalada por los Planes de Ordenamiento Territorial, elaborado por el Instituto de Planificación Física.
- La inclusión de los Proyectos en el Plan de Inversiones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos avalado por el Ministerio de Economía y Planificación del país.
- Voluntad política de las máximas autoridades de los gobiernos en los municipios y las provincias por resolver la difícil situación existente con el abastecimiento de agua.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Los casos de estudio de este trabajo se encuentran ubicadas a lo largo de todo el territorio nacional como se muestra en la figura 1, en provincias tales como: Pinar del Río, Sancti Spíritus y Holguín. A continuación, se hace una descripción general de estos lugares en la primera fase del proyecto.



Figura 1. Ubicación geográfica de las ciudades del Proyecto "Mejora y Ampliación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento de Pequeñas Ciudades Cubanas"

### LA PALMA, PINAR DEL RÍO

La ciudad cabecera del municipio de La Palma, se ubica en la zona norte central de la provincia de Pinar del Río. Cuenta con 9 000 habitantes, los cuales desarrollan su vida laboral a partir de las actividades agropecuarias y forestales.

Como fuente de abasto se cuenta en el municipio con el embalse nombrado Mártires de la Palma a unos 11, 2 km de distancia de la ciudad. El mismo tiene una capacidad de 12,4 millones de m<sup>3</sup> de agua por lo que alberga sin dificultades los caudales solicitados para la cobertura prevista. Es además la única alternativa local con posibilidades de abastecer la demanda. También son asistidas además de la cabecera municipal dos comunidades existentes en la ruta de la conductora: Batey del Antiguo Central Azucarero con 5 200 habitantes y La Ceja con 800 habitantes.

En la actualidad el sistema de abasto da cobertura a más de 15 000 personas, solo que el deterioro y la falta del adecuado mantenimiento ha hecho que sea necesario dar agua por zonas y en días alternos, creando ciclos que aumentan o disminuyen en dependencia de la gravedad de las roturas y las posibilidades de ser resueltas en mayor o menor tiempo con las acciones del proyecto.

Para la estabilización de los niveles de calidad del agua, se rehabilitó la planta potabilizadora de una capacidad de 100 L/s. La planta flocula, sedimenta, filtra y desinfecta el líquido antes de que este llegue a la población, además se mantiene vigilancia en cuanto a los posibles vertimientos de productos y residuos tóxicos. (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos and Colaboración 2013)

### JATIBONICO, SANCTI SPÍRITUS

La situación en la capital municipal donde se desarrolla el proyecto, es muy difícil, puesto que solamente 6 000 habitantes reciben el agua clorada sin filtrar, proveniente de la presa Lebrije mediante un sistema que está en muy mal estado. Las redes de distribución fueron instaladas a finales de los años 80, por lo que se encuentran en mal estado, provocando frecuentes roturas y gran número de salideros, lo que hace que el servicio sea deficiente. El resto de la población que suman 17 000 habitantes se abastece de pozos artesanales, muchos de ellos están contaminados, lo que provoca que periódicamente aparezcan focos de enfermedades gastrointestinales.

La necesidad fundamental es dotar a toda la población de la localidad de agua potable suficiente y de calidad, para ello es fundamental ampliar y mejorar la cobertura y el acceso al agua potable, razón prioritaria en la ejecución de este proyecto. Con el mismo se eliminarán enfermedades gastrointestinales que periódicamente surgen en la población debido al consumo de agua de pozos contaminados y se mejorará en gran medida el nivel de vida de la localidad.

La población total beneficiada directamente será de aproximadamente 23 000 habitantes (6 345 viviendas). (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos and Colaboración 2013)

### CUETO, HOLGUÍN

El poblado de Cueto con 14 564 habitantes se encuentra ubicado al sur en la provincia de Holguín, a 60 kilómetros de la ciudad cabecera provincial, la base económica fundamental es la agro-industrial al contar con un central azucarero en el municipio, además de otras actividades como la ganadería y la producción de viandas y hortalizas.

En la actualidad el poblado de Cueto se abastece del agua proveniente del canal Sabanilla Cueto que es tratada en la planta potabilizadora de Ramón 2 la cual no está diseñada para este fin, pues realmente esta planta es de abasto al poblado de Marcané.

El agua es conducida a través de una conductora de unos 6 Km en mal estado y con disímiles usuarios en ruta por lo que se pierde aproximadamente el 50 % del agua bombeada hasta el tanque ubicado en la elevación del Tirso.

Solo el 40 % de la población actual de la cabecera municipal cuenta con redes de abasto, aunque en mal estado por lo que no se le suministra la dotación necesaria según la norma cubana, estableciendo que debe de ser de 235 lppd.

El resto de los habitantes no cuentan con sistema de abasto por redes, por lo que obtienen el agua a través de carros cisternas del acueducto y a través de tanques de agua que son transportados en animales de tiro, no garantizándose con esto la calidad de agua requerida según las normas cubanas. (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos and Colaboración 2013)

## ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

### LA PALMA, PINAR DEL RÍO

Como vía de solución se planteó la elaboración de un proyecto de ingeniería de detalle con el objetivo de rehabilitar los sistemas de abasto existentes.

Durante el proyecto CUB-001 se previó adquirir parte de los equipos para rehabilitar la planta potabilizadora existente, la reposición del tramo inicial de la conductora, así como las redes y acometidas. El CUB-004 continuación del CUB-001 consiste en seguir rehabilitando un tramo de conductora y de redes, así como la finalización de la estación de tratamiento y bombeo.

Las características hidrogeológicas de la macro zona en que está enclavado este poblado, hacen que se deseché totalmente la idea de solucionar el abasto de agua a partir de fuentes subterráneas por lo que se hace ineludible la rehabilitación de los sistemas existentes de modo que se hagan sostenibles en el tiempo. Se ha previsto continuar utilizando la misma fuente de abasto, la presa Mártires de la Palma (aguas superficiales), construida en el río Puercos, la fuente se encuentra unos 8 Km del pueblo, este reúne las condiciones de calidad y cantidad suficientes que la convierten en la mejor opción desde el punto de vista económico.

Con la implementación del proyecto quedarán beneficiados 15 255 personas que habitan las 4 275 viviendas existentes en el área del proyecto. El 49% de los beneficiarios son mujeres.

### JATIBONICO, SANCTI SPÍRITUS

La solución propuesta consiste en rehabilitar el sistema de abasto existente que se inicia con el CUB-001B y continúa durante la fase CUB-004B. Este sistema lo conforma como fuente de abasto la presa Lebrije, con un volumen total de 102 hm<sup>3</sup> y un volumen útil de 81,7 hm<sup>3</sup>, única fuente de abasto, resultado al que se llegó luego de hacer un profundo estudio hidrogeológico y una conductora que lleva el agua por gravedad hasta la potabilizadora.

La rehabilitación de la potabilizadora consta de la reconstrucción de la estación de bombeo instalando electrobombas con motores de velocidad variable para bombear directo a las redes.

Se analizó la posibilidad de construir un tanque apoyado para evitar el bombeo directo a las redes, pero la posición aprobada para el mismo quedaba a una distancia para la cual las conductoras tenían un costo sumamente elevado, siendo rechazada esta opción.

Desde el inicio no se consideró la posibilidad de explotación de pozos debido a los bajos niveles del manto freático y la imposibilidad de los acuíferos de almacenar el agua suficiente que permitiera el abasto desde las fuentes subterráneas, por lo que en los planes futuros se debía buscar las soluciones de abasto mediante fuentes superficiales.

Para el abasto a la ciudad se aceptó como la variante más óptima rehabilitar el mismo sistema ya existente y construir las redes de distribución de la ciudad.

### CUETO, HOLGUÍN

La solución propuesta por la dirección de inversiones consiste en un acueducto alimentado a través de una fuente superficial existente presa Nipe. El agua será bombeada con una estación existente en el canal que se encuentra a la salida de obra de la toma de la presa, será tratada con una planta potabilizadora tradicional, desde la cual se bombea el agua tratada (60 l/s) hasta el tanque apoyado existente construido de hormigón que será rehabilitado. Desde este tanque nace la conductora principal hasta la red propuesta a construir, el abasto será directo a cada vivienda a través de acometidas con metrocontadores. (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos and Colaboración 2013)

## METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

La evaluación llevada a cabo, empleó una metodología que combinó herramientas cuantitativas y cualitativas para la recogida de información. El método utilizado implicó taller participativo, comprobación en el terreno, entrevistas con actores y beneficiarios, revisión documental, lo que

permitió recuperar evidencia y una valoración crítica del proceso. Debido a que no se existía ninguna metodología para la evaluación técnica de proyectos de agua y saneamiento fue preciso conformar una teniendo en cuenta las particularidades de Cuba, regulaciones, sistemas administrativos, sistemas constructivos, población, características topográficas, factores climáticos, etc con los cuales se programó una plantilla en formato Excel que recoge los resultados de las fases del proyecto y evalúa los indicadores recogidos en las fases, atendiendo a la siguiente clasificación: **Alta**: Del 95 al 100 % de cumplimiento; **Media**: Del 45 al 95% de cumplimiento y **Baja**: Del 0 al 45% del cumplimiento.

En dependencia del cumplimiento de los objetivos planteados, se evaluará el proyecto en tres categorías. **Alta**: proyecto que no tenga evaluación de Baja en ningún objetivo; **Media**: proyecto que tenga un solo objetivo evaluado de Baja; **Baja**: proyecto que tenga dos o más objetivos evaluados de Baja. Además, se analizarán y medirán con la misma clasificación los impactos directos derivados de la actividad de abasto o saneamiento según el caso de estudio.

### FASES DE EVALUACIÓN

Cada fase comprende actividades a desarrollar, abarcando desde la recogida hasta el procesamiento de la información.

#### Fase I. Trabajo de Gabinete

- Análisis de Términos de Referencia
- Preparación de la propuesta técnica de evaluación.
- Redacción de metodología y oferta de servicios.
- Revisión de información.
- Diseño y preparación de instrumentos para el trabajo de campo.
- Identificación de los/as informantes claves.
- Diseño de los indicadores para el análisis de los criterios de evaluación.

#### Fase II. Trabajo de Campo

- Taller participativo para recogida de información.
- Aplicación de los instrumentos de recogida de información.
- Análisis de la información.
- Visitas a los objetos de obras y comunidades beneficiarias.

#### Fase III. Trabajo de Gabinete

- Análisis de la información.
- Elaboración del informe preliminar.
- Elaboración y envío a las contrapartes del informe preliminar.
- Intercambios de comentarios sobre el informe preliminar
- Elaboración del Informe Final

#### Fase IV: Jornada de Devolución

Presentación del Informe Final a las contrapartes.

## 03 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se presentan los resultados correspondientes a la evaluación del proyecto “Mejora y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento de Pequeñas Ciudades Cubanas” aplicando la metodología técnica conformada en este trabajo, específicamente para las condiciones cubanas, la cual permitió determinar en qué medida se han logrado los objetivos y así valorar la pertinencia, eficiencia, eficacia y sostenibilidad del mismo.

## PERTINENCIA RESPECTO A LAS PRIORIDADES NACIONALES Y DEL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS (INRH)

El Proyecto “Mejora y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento de Pequeñas Ciudades Cubanas” busca mejorar las condiciones de vida en La Palma, Jatibonico, Cueto, Guisa, Báguano y Guantánamo mediante la rehabilitación de infraestructuras. Estas ciudades rurales están ubicadas en áreas distantes de Cuba. Antes del programa, el sistema de agua y saneamiento enfrentaba problemas significativos debido a la sequía y las secuelas del Período Especial, como falta de mantenimiento y equipos, además de una cultura deficiente sobre el uso racional del agua. Los huracanes Ike y Gustav empeoraron la situación. En respuesta, se implementó la Tarea Vida, un plan estatal basado en la ciencia para enfrentar el cambio climático, que prioriza 73 municipios, incluidos los más vulnerables. Este proyecto se ajusta a las prioridades nacionales y a los objetivos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

El proyecto que se evalúa tiene una **Alta pertinencia** con las prioridades nacionales y se ajusta a los objetivos y funciones que realiza el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), institución responsable y encargada del manejo de los recursos hidráulicos y el saneamiento.

### EFICIENCIA

Se analizó la correspondencia entre los resultados y las actividades y entre estas y los recursos gestionados por el programa; una valoración de los recursos humanos y materiales empleados, y cómo fue su gestión en función de los objetivos y resultados propuestos. Se examinó la calidad de los sistemas de coordinación, seguimiento y difusión tomando en cuenta tipo de instrumentos dispuestos para ello y su uso adecuado, y si fueron pertinentes para la toma de decisiones oportunas.

En sentido general la eficiencia del proyecto se consideró **Media** porque:

- a) Los mecanismos organizativos y de ejecución con que contaba la estructura del INRH facilitaron la implementación de las obras, aunque en algunos casos sobrepasó las capacidades constructivas del INRH generando atrasos e incumplimiento del cronograma de ejecución de obra.
- b) No existió un equipo de gestión por parte del INRH que se dedicara a tiempo completo a la ejecución del Programa, su acción se apoyó en los mecanismos de trabajo del INRH.
- c) No se contó con un grupo gestor del proyecto a nivel territorial que facilitara su ejecución, pero si se apoyó en la estructura de las Delegaciones y Empresas de Servicios Ingenieros para llevar cabo su desarrollo.
- d) Existió flexibilidad en la ejecución de acciones de infraestructura pendientes de la Fase I (CUB001B) para desarrollarlas en la Fase II (CUB- 004B), superponiéndose las acciones planificadas de ambos proyectos.
- e) Resultó muy favorable la reorganización que tuvo el proceso de gestión a partir del año 2015 con la mejor articulación de las coordinaciones del Proyecto por parte del INRH y la AECID.

### EFICACIA

El análisis de la eficacia se realizó siguiendo los elementos pactados en el objeto de la evaluación, poniendo énfasis en los objetivos, resultados y productos que estaban previstos concluir en el proyecto. Para la valoración del presente criterio se analizó el grado de avance de los resultados adscritos a los componentes que integran el programa, en base a sus productos e indicadores.

En las tablas 1, 2 y 3 se exponen y valoran el cumplimiento de los indicadores de los proyectos evaluados, así como la evaluación asignada a cada uno con respecto al indicador en cuestión.

### LA PALMA, PINAR DEL RÍO

La Palma comenzó a beneficiarse desde el proyecto CUB 001-B y continuó en la segunda fase con el CUB 004-B. Su eficacia en relación al cumplimiento de las metas planificadas en la ciudad de La Palma se considera **Media** porque:

- a) El sistema de agua rehabilitado está incompleto por faltarle la culminación de la obra de toma y la mejora de las condiciones de la planta potabilizadora.
- b) Se completaron los trabajos de instalación de los metrocontadores planificados para este período.
- c) Los equipos de medición que se encuentran en el laboratorio no están usando adecuadamente.
- d) La mayoría de los equipos tecnológicos y de transporte aportados por el proyecto están funcionando.
- e) Las capacitaciones recibidas durante el período del proyecto han respondido a las necesidades de los operarios y técnicos en correspondencia con las complejidades técnicas del proyecto.

### JATIBONICO, SANCTI SPIRITUS

La eficacia en relación al cumplimiento de las metas planificadas en la ciudad de Jatibonico se considera **Media** porque:

- a) Presentaron dificultades con la fuerza de trabajo que retrasó la construcción de la obra civil de la planta potabilizadora.
- b) No se ha concluido con la instalación de las redes en la zona centro de la ciudad, por lo que no se le ha dado valor de uso al 100% de las redes instaladas.
- c) Se dio por terminada la tarea de la instalación de los metros contadores sin la calidad requerida y sin valor de uso.
- d) Gracias al proyecto se dio la posibilidad que los barrios periféricos pudieran contar con abasto de agua.
- e) Aunque se le dosifica una cloración por seguridad al agua cruda abastecida a la población esta no llega a los hogares con el límite mínimo permisible para el consumo humano.

### CUETO, HOLGUÍN

La eficacia en relación al cumplimiento de las metas planificadas en la ciudad de Cueto se considera **Baja** porque:

- a) No cuentan con la capacidad constructiva especializada para iniciar la construcción de la planta potabilizadora, imposibilitando que la población pueda recibir un mejor servicio de agua en cuanto a frecuencia y calidad.

Se le está dando valor de uso a las redes instaladas acortando los ciclos de entrega de agua, siendo beneficiada la población que antes recibía el agua por caminos cisternas.

Tabla 1 Relación del cumplimiento de los indicadores de la Fase I en La Palma.

Indicadores	Observaciones	Evaluación
Colocación de 3,1 km de redes	Esta etapa del proyecto se concibió para el abastecimiento a la población comprendida entre la planta potabilizadora y el entronque de Magueyes, la instalación 3,6 km de conductoras, 3,1 km de redes, 75 acometidas y 75 metrocontadores. Estas actividades fueron desarrolladas completamente, cumpliendo los indicadores establecidos para esta fase y como constancia, todas las viviendas cuentan con suministro de agua.  Vale señalar que algunas de las acometidas se encuentran sobre el terreno, expuestas a riesgos y roturas. Esto puede ser debido a la poca profundidad a la hora de su colocación o debido a la erosión del suelo por la topografía ondulada del terreno. Sería recomendable repasar por parte de la U.E.B., la empresa constructora o bien aconsejar a la población para corregir la colocación de las acometidas y así evitar la rotura de las mismas y garantizar la sustentabilidad y durabilidad de la obra ejecutada.	Alta
Colocación de 3,6 km de conductoras		Alta
Colocación de 75 tramos de acometidas		Alta
Colocación de 75 metrocontadores		Alta
Adquisición de equipos tecnológicos para la planta potabilizadora	En relación al montaje de equipos y puesta en marcha de la planta potabilizadora, es importante señalar que se colocaron las válvulas, los equipos de laboratorio, de cloración y bombeo adquiridos a través del proyecto. Estos últimos, al momento de la visita para esta evaluación, se encontraban en el taller para su reparación. Además, se han venido realizando acciones menores de rehabilitación civil, enfocados en pintura interior y exterior de la planta, enchape de mesetas en el laboratorio, entre otras.	Alta
Trabajos de mejora en la obra de toma	En los inicios del proyecto fue concebida la utilización de la obra de toma de fondo de la presa para suministrar agua a la planta potabilizadora. Debido al mal estado y a fallas que se presentaron en la conductora a la hora de la puesta en marcha, fue necesario replantearse la colocación de una toma superficial para abastecer a la planta. Esto conllevó la concepción de un nuevo diseño, trazado e instalación de una nueva conductora, retrasando la finalización del proyecto, aunque por el momento se continúa suministrando agua con la conductora vieja, para no afectar a la población. Se había programado su ejecución y finalización para el 30 de septiembre de 2018. Debido a la falta del equipo de excavación se ha decidido trasladar para el mes de diciembre la ejecución de la misma, aprovechando las intervenciones de la empresa constructora en la ejecución de la conductora de agua cruda (CUB004-B). La solución prevista consistirá en realizar una zanja lo más profunda posible sobre la corona de la presa con vistas a disminuir las presiones negativas (en anteriores soluciones producían el fallo de la tubería de PEAD empleada) y colocar tubería de acero soldada para el tramo con mayores presiones negativas, manteniendo el resto del trazado con tuberías de PEAD. A pesar de lo planteado aún no se ha ejecutado la toma flotante de la planta potabilizadora de abasto a la población.	Baja

Tabla 2 Relación de los indicadores de la Fase I en Jatibonico.

Indicadores	Observaciones	Evaluación
Colocación de 16,6 km de redes	Durante esta fase estaba previsto la colocación de 16,6 km de redes donde existió un sobrecumplimiento de 0,9 km de redes, colocando un total de 17,5 km de redes resultando beneficiados 23 000 habitantes y 6 345 viviendas. Cabe destacar la existencia de algunas tuberías que están colocadas, pero no conectadas. Fueron instaladas el 100% de las acometidas comprometidas, aunque estas no se encuentran en explotación debido a que no se está dando agua a través de redes. La colocación no fue la más acertada en todos los casos evidenciándose en algunos lugares grandes errores de instalación que imposibilitaran el funcionamiento adecuado de las mismas. Respecto a los metrocontadores, estos fueron colocados e instalados en el tiempo previsto. En el trabajo de campo se visualizaron errores de instalación que han propiciado un deterioro significativo que influirán en su posterior funcionamiento.	Alta
Colocación de 3 514 acometidas		Alta
Colocación de 3 514 metrocontadores		Media
Adquisición de equipos tecnológica para la planta potabilizadora		Alta

Tabla 3 Relación de los indicadores de la Fase I en Cueto.

Indicadores	Observaciones	Evaluación
Colocación de 30 km de redes	Los 3 km de conductora comprenden desde la fuente hasta el área donde se ubicará la potabilizadora ya que la existente no se pudo aprovechar por encontrarse en una situación precaria con disímiles salideros. Se colocaron 30 km de redes cubriendo el 100 % de Cueto cabecera y reduciendo los ciclos a intervalos de 9-14 días instalando así 2 850 acometidas. Como parte final del proceso de colocación de las redes y con el fin de implementar la política de ahorro de agua en el país, fueron colocados 2 850 metrocontadores. La mayoría de los metrocontadores se encuentran colocados y empotados correctamente, aunque una parte de estos no cumplen con las medidas de seguridad establecidas.	Alta
Colocación de 3 km de conductoras		Alta
Colocación de 2850 acometidas		Alta
Colocación de 2850 metrocontadores		Media
Adquisición de equipos tecnológicos para la planta potabilizadora	Se realizó un estudio técnico para la ampliación hasta 120 l/s de la planta existente, pero no fue posible debido a que no existe área para la construcción de las nuevas obras requeridas. Por lo tanto, se propuso construir una planta aledaña al tanque compensador, logrando con esto una mejor operación del sistema. Parte de los equipos tecnológicos se adquirieron durante esta etapa. Teniendo en cuenta que el agua es superficial la misma debe ser tratada mediante una planta potabilizadora el esquema tecnológico consistirá en: Coagulación seguido de floculación- sedimentación, filtración y desinfección.	Alta
Trabajos de rehabilitación del	Se realiza la rehabilitación del tanque existente en la elevación del Tirso, aunque se mantienen algunas deficiencias en la cubierta. El depósito cuenta con un volumen aproximado de 1 500 m <sup>3</sup> .	Alta

## IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA

Se enfocaron las valoraciones hacia los efectos logrados por el alcance de los resultados y objetivos del programa. La percepción que tiene la población sobre los cambios en sus condiciones de vida. Así como los impactos positivos y negativos en las dimensiones de mejora de la calidad de vida, participación social y empoderamiento. Para esto se valoró fundamentalmente el impacto que ha tenido la construcción y/o rehabilitación de los sistemas de abasto en la calidad del agua suministrada.

### LA PALMA, PINAR DEL RÍO

En relación a la calidad del agua del sistema de abasto de La Palma es importante decir que la UEB de Acueducto y Alcantarillado estableció contrato con la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos (ENAST) para realizar las pruebas de calidad en las redes de abastecimiento de forma mensual y de esta forma certificar el cumplimiento de los requerimientos necesarios para abastecer a la población. Pero no existió una retroalimentación de información entre la ENAST y la UEB de Acueducto, puesto que no se les hizo entrega de los resultados de los informes de la calidad del agua, sólo se les enviaron reportes en los casos donde existía incumplimiento de alguno de los parámetros.

La Dirección de Higiene y Epidemiología realizó análisis mensuales a las redes, considerando que con la rehabilitación de los sistemas de agua potable y la planta potabilizadora se produjera un gran impacto en la salud de los habitantes, quedando eliminados los encharcamientos por salideros que dan origen a la proliferación de vectores dañinos a la salud.

En la planta potabilizadora se llevaron a cabo muestreos para el seguimiento de la calidad del agua en la entrada y la salida, los cuales fueron detenidos seis meses por problemas eléctricos y se continuaron suministrando los químicos tales como cloro y alúmina por la experiencia de los operarios.

### JATIBONICO, SANCTI SPIRITUS

Respecto a la calidad del agua, es importante señalar que al equipo evaluador nunca se le entregó los resultados del monitoreo realizado por la Dirección de Higiene y Epidemiología y/o la ENAST al agua de los pozos y a la de las redes. En este sentido, se procedió a determinar la concentración de cloro residual y total en el agua de las redes, por el método visual de comparación DPD, a falta de valores comparativos. En la estación de bombeo temporal con que cuenta este sistema, se constataron valores superiores a 2 mg/L, pero en los puntos medidos en las redes, no se encontró presencia de cloro, valores de 0,01 mg/L, valores menores a los establecidos en la NC 827:2012 Agua Potable-Requisitos Sanitarios. No fue posible determinar las causas de la no presencia de cloro en los puntos medidos de la red. Se sugirió que este análisis se repita al finalizar el proyecto.

### CUETO, HOLGUÍN

Respecto a la calidad del agua la UEB de Acueducto y Alcantarillado realizó análisis al agua de forma semanal en conjunto con la Dirección de Higiene y Epidemiología, estas muestras fueron llevadas a los laboratorios de Mayarí, cumpliendo en todos los casos con las normas de abasto según el gobierno cubano.

La UEB estableció contrato con la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos, y se realizaron pruebas de calidad del agua de forma mensual para determinar si el agua cumplía con los requerimientos necesarios para el abasto a la población, existiendo retroalimentación entre ambas entidades.

En la planta potabilizadora no se llevaron a cabo muestreos para el seguimiento de la calidad del agua debido a que no se culminó la ejecución de la misma.

## SOSTENIBILIDAD Y PERDURABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE ABASTO

Se analizaron las condiciones existentes para que los resultados y efectos positivos derivados del proyecto continúen una vez que se ha retirado la ayuda externa, así como qué medidas se han tomado para garantizar el mantenimiento y reparación de las obras y para garantizar los insumos y medios a largo plazo.

Resulta esencial considerar las operaciones y el mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua que han sido rehabilitados por el proyecto para así poder garantizar una mayor perdurabilidad de los nuevos sistemas de abasto. Es por ello que a continuación se hará el análisis de este aspecto por cada una de las ciudades beneficiadas.

### LA PALMA, PINAR DEL RÍO

Actualmente se está operando el sistema de redes de abastecimiento que comprende el proyecto La Palma, por la experiencia de la entidad de años de trabajo. Debido a que la explotación de la nueva obra sólo se encuentra en estado parcial, en cuanto se culmine la obra constructiva y se realice la entrega del proyecto, por parte de los inversionistas a los actores explotadores del sistema, se debe hacer entrega del plan de operaciones para la explotación de la obra.

La planta potabilizadora tampoco cuenta con un plan de operaciones establecido, debido a que todavía se está suministrando agua de la toma de fondo del embalse. Se opera la planta por la experiencia adquirida de los años para esta situación y con las características específicas de estas aguas. Se espera que cuando se termine la construcción de la toma superficial, y mejore la calidad del agua, se pueda y deba establecer un plan de operaciones óptimo para la planta potabilizadora.

La UEB Acueducto contaba con un plan de mantenimiento preventivo, donde incluya todos los objetos de obra pertenecientes a la entidad, planta potabilizadora La Palma y redes de abasto instaladas. También se realizaron mantenimientos correctivos, por fallas o roturas imprevistas en el día a día de trabajo quedando como constancia en las órdenes de reparación y mantenimiento

La sostenibilidad en relación a la perdurabilidad de los sistemas de agua rehabilitada en la ciudad La Palma se consideró **Media** porque:

- a) No se ha concluido la obra y por tanto no se cuenta con un Plan General de Operación y Mantenimiento establecido.
- b) Operan las redes a partir de su experiencia, pero no queda constancia de su operación diaria.
- c) Cuentan con registros del mantenimiento de las redes.

### JATIBONICO, SANCTI SPIRITUS

En el caso de esta ciudad no es factible contar con un Plan de operación y mantenimiento para la planta de tratamiento porque no está concluida. Cuando se concluya la rehabilitación de la planta se debe hacer entrega oficial a la UEB de Acueducto de la obra y con ello del plan de operación.

Las redes no se están operando adecuadamente porque se está explotando sólo una parte de las ya instaladas y no cuentan con un plan de operación y mantenimiento.

La sostenibilidad en relación a la perdurabilidad de los sistemas de agua rehabilitada en la ciudad Jatibonico se consideró **Baja** porque:

- a) Aún no se ha concluido la obra y por tanto no se cuenta con un Plan General de Operación y Mantenimiento establecido.
- b) No se están operando las redes instaladas.

- c) Las redes que se encuentran colocadas y en explotación no tienen establecido un Plan de Operación.
- d) No cuentan con registro de mantenimiento de las redes.

### CUETO, HOLGUÍN

Debido a que no se han realizado los trabajos de construcción de la planta potabilizadora no resulta factible analizar la existencia de un Plan de Operación y Mantenimiento para este objeto de obra.

El proyecto benefició a todo el poblado de Cueto con la colocación de las redes. La poca experiencia en este sector conllevó a que la UEB haya implementado un Plan de Operación adaptado a las situaciones diarias que presenta la localidad, aunque la misma no consta con un plan de mantenimiento.

La sostenibilidad en relación a la perdurabilidad de los sistemas de agua rehabilitada en la ciudad de Cueto se consideró **Medio** porque:

- a) No se cuenta con un Plan de Mantenimiento, de igual manera no se han comenzado los trabajos en la planta potabilizadora.
- b) Operan las redes a partir de las necesidades de la población, debido a su poca experiencia.
- c) No cuentan con registros del mantenimiento de las redes.

## 04 CONCLUSIONES

Se elaboró una metodología para evaluación de proyectos de alcance nacional, tomando como referencias diversas metodologías de América Latina en el sector de agua y saneamiento.

Se establecieron las normas de evaluación según el porcentaje de ejecución realizado.

Se evaluaron los casos de estudio otorgándoles una evaluación general según el cumplimiento de los indicadores establecidos.

Se determinan las deficiencias presentadas por el INRH, beneficiario principal del programa “Mejora y Ampliación de Pequeñas Ciudades Cubanas”.

La metodología propuesta en este trabajo incorpora una evaluación técnica, no establecida en las metodologías de agua y saneamiento consultadas.

Se establece el sistema de evaluación de los proyectos otorgándoles categorías de Alta, Media Y Baja en correspondencia con el cumplimiento de cada indicador.

## 05 REFERENCIAS

**Bárcena A. y Prado A.** (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/81eff451-0f82-4332-ae55-9f25f2950b45/content>

**Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos & A. E. de Colaboración.** (2013). Plan operativo general. Informe técnico. Cuba.

**Sánchez L.** (2014, 20 de noviembre). Abasto y saneamiento del agua: una estrategia a seguir. Granma. <https://doi.org/10.0000/0000>

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

<https://orcid.org/0000-0002-7284-9682>

Daniela Córdova de Horta

Realizó contribuciones en conceptualización, metodología, validación, análisis formal, escritura y discusión de los resultados