

# Apoyo del CEDEX a las actuaciones del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento

## CEDEX's supporting activities through the Cooperation Fund for Water and Sanitation

Ignacio del Río Marrero<sup>1\*</sup>

### Palabras clave

cooperación;  
agua y saneamiento;  
depuración de aguas  
residuales;

### Resumen

En este artículo se exponen las actividades que el CEDEX está realizando como apoyo a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS), de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, desde el año 2012. A lo largo del documento se describen brevemente los trabajos realizados hasta la fecha, que han consistido fundamentalmente en prestar asistencia técnica en la formulación, revisión y seguimiento de las diferentes actuaciones incluidas en los programas del FCAS, en desarrollar actividades de formación y en preparar guías y recomendaciones sobre diferentes materias. Los programas en los que se ha colaborado abordan cuestiones de planificación hidrológica, planificación sectorial de agua y saneamiento y proyectos de obra de instalaciones de abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas residuales. En la parte final del artículo se exponen una serie de conclusiones extraídas del trabajo realizado, así como las principales lecciones aprendidas y se presentan las líneas a seguir en el futuro dentro de la colaboración con el FCAS.

### Keywords

cooperation;  
water sanitation;  
wastewater treatment;

### Abstract

*This paper deals with the activities CEDEX has been doing since 2012, giving technical support to the Cooperation Fund for Water and Sanitation (Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento - FCAS), of the Spanish Agency for International Development Cooperation. Throughout the document, the different activities carried out by the CEDEX up to now, are briefly described. They have mainly consisted in giving technical support during the formulation, review and monitoring of the tasks derived from the FCAS programs, capacity building, and preparing technical guides and recommendations concerning different subjects. The FCAS programs concerns water planning, water supply and sanitation planning as well as water supply and sanitation (sewerage and wastewater treatment plants) construction projects. The paper ends up presenting a set of conclusions and lessons learned extracted from this period working for the FCAS, as well as the main courses of action projected for the future collaboration work.*

## 1. EL FONDO DE COOPERACIÓN PARA AGUA Y SANEAMIENTO

El Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) se creó en diciembre de 2007 con el objetivo de contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y reducir el porcentaje de personas sin acceso a agua potable y a saneamiento en América Latina y el Caribe. Este Fondo se conformó a partir de donaciones del Gobierno de España y se creó, dentro de la Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), un departamento específico para su gestión, entrando en funcionamiento en 2009.

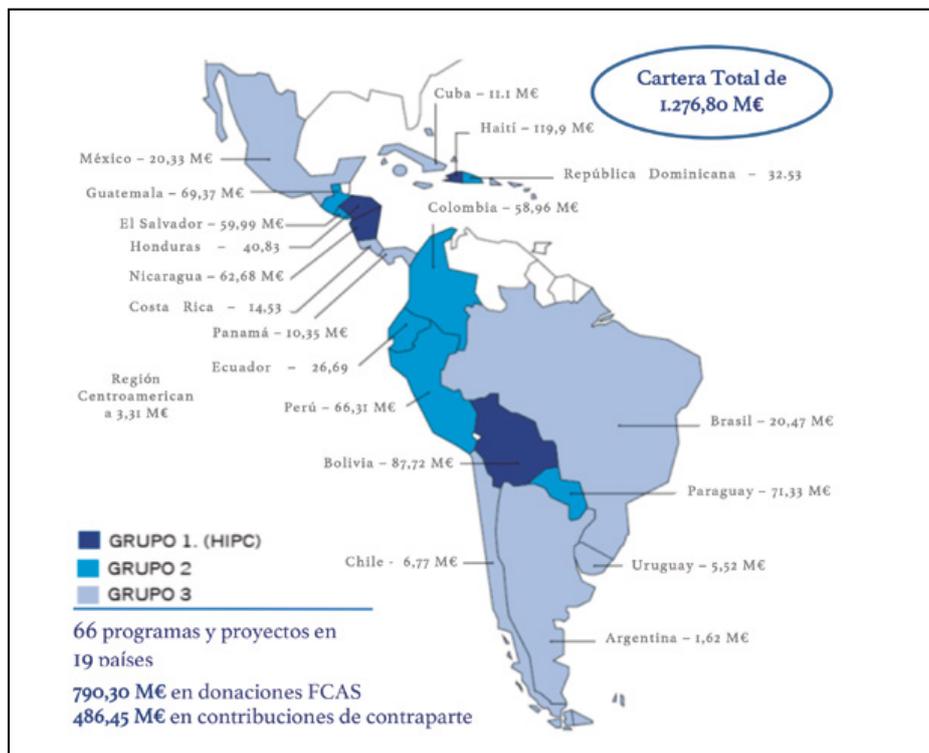
El fondo está constituido por ayudas no reembolsables destinadas a los países de Latinoamérica y Caribe con los que la AECID tiene establecido un marco de cooperación, priorizando las poblaciones más pobres y con menores coberturas de servicios básicos. Las principales

actuaciones están destinadas a la construcción y mejora de infraestructuras para ampliar el acceso a los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento, dando prioridad a las zonas rurales y periurbanas. También forman parte del fondo actuaciones destinadas a la mejora en la gestión de los recursos hídricos, a la planificación sectorial, al fortalecimiento de las instituciones gubernamentales y de las entidades prestadoras de estos servicios, así como a la ejecución y promoción de actividades de capacitación e investigación. Dependiendo del nivel de pobreza del país receptor, los recursos pueden emplearse para financiar total o parcialmente aquellas iniciativas que los países receptores establezcan. En la actualidad las donaciones españolas alcanzan del orden de 800 millones de euros, habiéndose creado con las contrapartes de los países receptores una cartera total de aproximadamente 1.300 millones de euros.

Las actuaciones del FCAS se llevan a cabo por dos vías: a través de **programas bilaterales**, donde la ayuda se canaliza mediante un acuerdo directo entre la AECID y el país receptor o a través de **programas multilaterales** donde se cuenta

\* Autor de contacto: ignacio.rio@cedex.es

<sup>1</sup> Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, Madrid, España.



**Figura 1.** Distribución geográfica de las aportaciones del FCAS en los países de intervención. (Fuente: Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento. Enero 2015).

con la colaboración del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), de forma que el FCAS canaliza sus contribuciones a través de este organismo. El BID y el FCAS han establecido para ello una alianza estratégica a fin de tener un mayor impacto en el sector de agua y saneamiento en los países. Con esta alianza el FCAS se apoya en la amplia experiencia del BID en gestión de proyectos de agua y saneamiento en Latinoamérica, a la vez que se consigue una mayor movilización de recursos hacia el sector del agua y el saneamiento en la zona, procedentes tanto del BID como de otros países donantes, que aprovechan la cartera de proyectos identificados.

En la figura 1 se observa cómo se han distribuido las ayudas en los diferentes países en los que interviene el FCAS. Como se puede observar el Fondo interviene en la mayoría de los países de Latinoamérica y el Caribe. En total se han constituido 66 programas distribuidos en 19 países, 46 bilaterales y 20 multilaterales.

Por otra parte, la actividad desarrollada por el FCAS en estos años le ha llevado a alcanzar una posición relevante en el sector de agua y saneamiento de muchos países, con lo que se ha convertido en referente para canalizar muchas otras actuaciones. En este contexto está coordinando dos programas LAIF (Latin America Investment Facility) de la Unión Europea. El LAIF es un instrumento de financiación cuyo objetivo es promover la inversión en Latinoamérica en determinados campos esenciales para el desarrollo, y actúa combinando subvenciones procedentes de la Comisión Europea y otros donantes, con préstamos de Instituciones Financieras Europeas de Desarrollo o Bancos Regionales Latinoamericanos.

## 2. EL APOYO DEL CEDEX

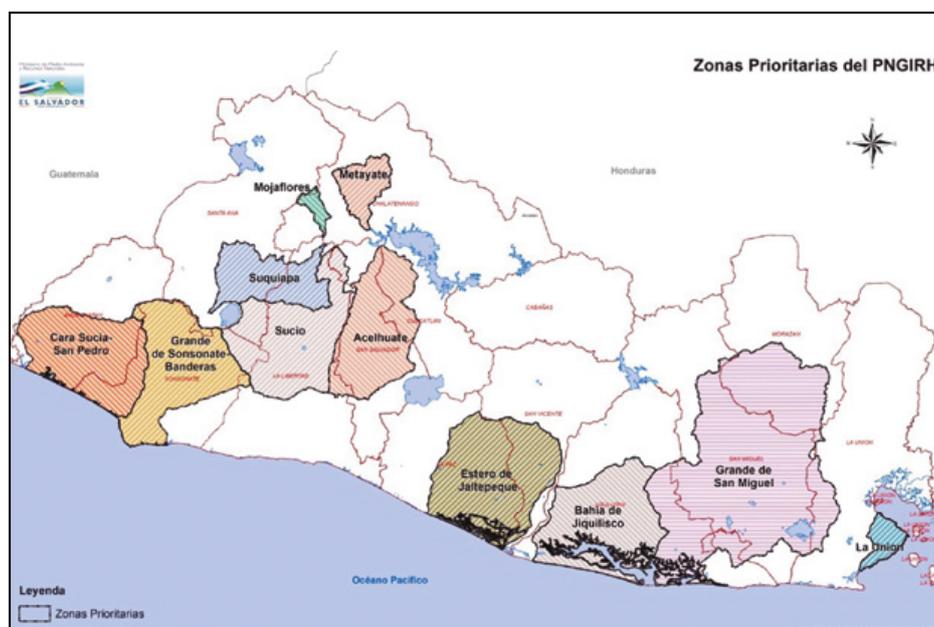
Mediante Resolución de la Secretaría de Estado de Cooperación Internacional y para Iberoamérica, el 10

de septiembre de 2012 se firma la primera encomienda de gestión de la Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), para prestar asistencia técnica a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento en materia de planificación hidrológica, gestión integrada de recursos hídricos, abastecimiento de agua potable, saneamiento y depuración de aguas residuales. Dicha encomienda que tenía inicialmente una duración de 24 meses, fue renovada en 2014 hasta el 2016.

El CEDEX y, en concreto, el Centro de Estudios Hidrográficos cuenta con una larga experiencia en trabajos de cooperación, si bien generalmente se ha producido de forma puntual, salvo en el caso de la colaboración firmada con la AECID en 1999 para actividades de cooperación técnica, en materia de medio ambiente e infraestructuras, con los países de Centroamérica afectados por el huracán Mitch, cuando se desarrollaron más de 20 proyectos.

La encomienda firmada ahora se centra más en orientar y dar seguimiento que en el desarrollo propio de los proyectos. Con ella se dota al Departamento del FCAS de la experiencia existente en el Centro de Estudios Hidrográficos en las materias de sus programas y le permite realizar un control técnico más eficiente. Es de destacar que en algunos trabajos concretos han colaborado también otros centros del CEDEX, como son el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) y el Laboratorio de Geotecnia.

La tipología de los trabajos realizados por el CEDEX para el FCAS ha ido evolucionando a medida que se desarrollaban los programas y según se iba profundizando en el conocimiento de la realidad existente en los diferentes países. El núcleo principal, como se ha dicho, ha consistido en la asistencia técnica en la formulación, revisión y



**Figura 2.** Zonas prioritarias en el Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador (Fuente: MARN).

seguimiento de las diferentes actuaciones incluidas en los programas. Además, se han desarrollado actividades de formación y capacitación, a partir de las necesidades detectadas en el sector, y se han elaborado documentos técnicos dirigidos a las administraciones públicas de los distintos países, que recogen recomendaciones, metodologías o guías, útiles para el desarrollo y avance del sector de agua y saneamiento en cada país.

El apoyo del CEDEX se ha dirigido fundamentalmente a los ámbitos donde el sector se encontraba menos desarrollado y se demandaba una asistencia técnica especializada, especialmente en cuestiones de planificación y, sobre todo, de saneamiento y depuración. En materia de saneamiento y depuración se ha focalizado a los proyectos en los que la opción era un saneamiento colectivo con una planta de tratamiento, no habiendo intervenido en programas rurales con sistemas individuales. En cada uno de los países donde se ha intervenido, ha sido necesario analizar la situación de su marco institucional y legislativo y conocer el nivel de desarrollo del sector de abastecimiento y saneamiento, así como la situación de las infraestructuras, con objeto de poder prestar una asistencia realmente dirigida a las necesidades y capacidades existentes en cada caso.

Los trabajos en los que se ha participado hasta el momento se describen brevemente a continuación, comenzando por los de carácter más general y terminando por los más específicos y la transferencia de conocimiento. La mayoría de ellos todavía se encuentran en desarrollo.

### 2.1. Planificación hidrológica nacional

#### Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador

Los trabajos de asistencia técnica para el plan hidrológico de El Salvador han tenido dos partes diferenciadas. La primera intervención se realizó, por encomienda del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento, para asesorar

en la definición de los Términos de referencia<sup>1</sup> para el concurso del contrato de “Elaboración del Plan Nacional de Gestión de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, con énfasis en Zonas Prioritarias (El Salvador)”. Una vez finalizada esta actuación, el gobierno de El Salvador contrató directamente al CEDEX para apoyo en el Seguimiento de los trabajos del Plan, que realiza una consultora internacional con la financiación del FCAS.

La revisión de los Términos de Referencia, que habían sido preparados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN), fue fundamental para definir el alcance que debe tener el plan, el tipo de información básica a recopilar, la metodología de los trabajos, su estructura y organización o la participación pública.

Tras esta actividad inicial y ya en el marco del convenio con el Gobierno de El Salvador, el CEDEX está apoyando al MARN en la orientación y revisión de los estudios del plan, así como en el desarrollado de una serie de cuestiones metodológicas, de las que se hablará más adelante.

### 2.2. Planes sectoriales nacionales

#### Apoyo en la formulación y elaboración de la Estrategia Nacional de Saneamiento de la República Dominicana.

En la República Dominicana se realizó una revisión de la formulación del proyecto para la Estrategia Nacional de Saneamiento, con objeto de poder evaluar el alcance de los contenidos previstos, identificar aspectos necesarios no considerados y revisar la valoración económica. Se establecieron los objetivos, los contenidos y las tareas que debería desarrollar un Plan de Saneamiento Nacional y hacia dónde deberían

<sup>1</sup> Términos de referencia es la forma en que se denomina en Latinoamérica a los Pliegos de condiciones en un concurso

enfocarse los trabajos del programa, teniendo en cuenta la información ya existente y la disponibilidad de recursos. Actualmente se está realizando el seguimiento de los trabajos que se van generando para el desarrollo de esta Estrategia.

### **Propuesta de componentes a considerar en la Estrategia Nacional de Depuración de Aguas Residuales Urbanas en Bolivia.**

En Bolivia existe un compromiso político muy fuerte para lograr el desarrollo de los servicios básicos. En materia de saneamiento y depuración el gobierno ha puesto en marcha iniciativas que son ejemplares en la región, sin embargo requiere de una planificación a largo plazo.

La experiencia adquirida en el desarrollo de proyectos en este país, uno de los prioritarios en el FCAS, puso de manifiesto que existían muchas cuestiones que requerían un marco preciso de coordinación y planificación. Por ello se solicitó al CEDEX que preparara un documento donde se explicaran los componentes que debería cubrir un plan de saneamiento y depuración y se planteara una metodología para su desarrollo. Las recomendaciones realizadas han sido tomadas en consideración por el Gobierno Boliviano para el diseño de su Estrategia Nacional de Depuración y además se ha solicitado al FCAS su apoyo y el del CEDEX para la orientación en el desarrollo de los trabajos necesarios. Esta asistencia ya ha comenzado con la revisión de los términos de referencia para la contratación de los trabajos de diagnóstico de las infraestructuras existentes.

### **Apoyo en el Plan Nacional de Agua y Saneamiento de El Salvador.**

Entre los principales retos puestos de manifiesto en el Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador, se encuentra la preocupante situación de la calidad de las aguas de los cursos fluviales y las deficiencias en la calidad del servicio de abastecimiento en muchas poblaciones. Para solventar estos problemas, El Salvador debe afrontar un profundo desarrollo del sector que se articulará mediante el Plan Nacional de Agua y Saneamiento.

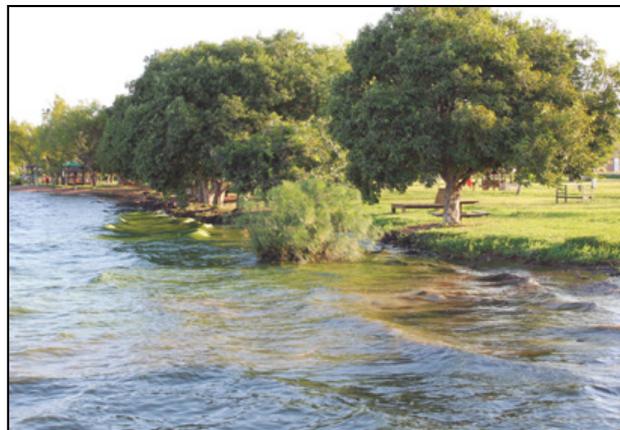
La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) es la institución encargada de la realización de este Plan y ha solicitado al FCAS la colaboración del CEDEX para orientar y supervisar los trabajos. Hasta el momento se han revisado los términos de referencia para la contratación de una consultora que realice los trabajos del plan, donde se realizó una propuesta de la metodología a seguir y del alcance y contenidos de los estudios necesarios. En el mismo se propone un enfoque diferente de trabajo para tres ámbitos distintos: el área metropolitana de San Salvador, el resto de ciudades y las poblaciones rurales.

### **2.3. Planes de saneamiento de cuencas**

#### **Apoyo en la definición del Plan de Saneamiento Integral de la Cuenca del Lago Ypacaraí en Paraguay.**

El lago Ypacaraí es una importante zona turística en las proximidades de la capital, Asunción. Se trata de un lago somero que recibe una importante carga contaminante procedente de todo tipo de presiones en su cuenca y que

en los últimos años se encuentra hipereutrófico con graves problemas ocasionados por los blooms de cianobacterias que limitan severamente incluso el baño. Previsiblemente, además, esta presión va a seguir incrementándose, puesto que la zona de expansión de Asunción va ocupando parte de la cuenca del lago.



**Figura 3.** Lago Ypacaraí (Paraguay).

El CEDEX ha colaborado con el FCAS y con el BID, puesto que en este caso el plan está también relacionado con inversiones financiadas a través de un programa multilateral, primeramente en el análisis y ordenación de todas las medidas que se estaban planteando y, posteriormente, en la definición metodológica del plan de saneamiento integral de la cuenca y en la preparación de los términos de referencia para la contratación de los estudios necesarios.

#### **Definición de los términos de referencia del Plan Maestro para el manejo de las aguas residuales de la cuenca del Lago Atitlán en Guatemala.**

En el Lago Atitlán de Guatemala se está presentando la misma problemática que en el lago Ypacaraí, con presencia de blooms de cianobacterias, aunque todavía en menor grado. Se trata de una cuenca endorreica con un importante desarrollo turístico, actividad que genera una fuerte presión y a la vez demanda una elevada calidad medioambiental.

Al igual que en el caso anterior, se ha colaborado con la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), el BID y el FCAS en la definición de los trabajos necesarios a desarrollar para la preparación del plan de saneamiento de la cuenca.

### **2.4. Planes directores de áreas metropolitanas**

#### **Apoyo en la revisión y definición de los términos de referencia del Plan director de saneamiento y depuración del área metropolitana de Tegucigalpa y Comayagüela, capital de Honduras**

En Honduras se revisaron los “Términos de referencia para la contratación de la consultoría para la discusión de opciones estratégicas de saneamiento y preparación de dossier para contratación de obras prioritarias para el saneamiento del Río Choluteca, en la ciudad de Tegucigalpa, Honduras”. Se aportaron sugerencias al alcance, contenido y estructura y se propuso un enfoque más amplio, integrando todos los aspectos que podían afectar al saneamiento de

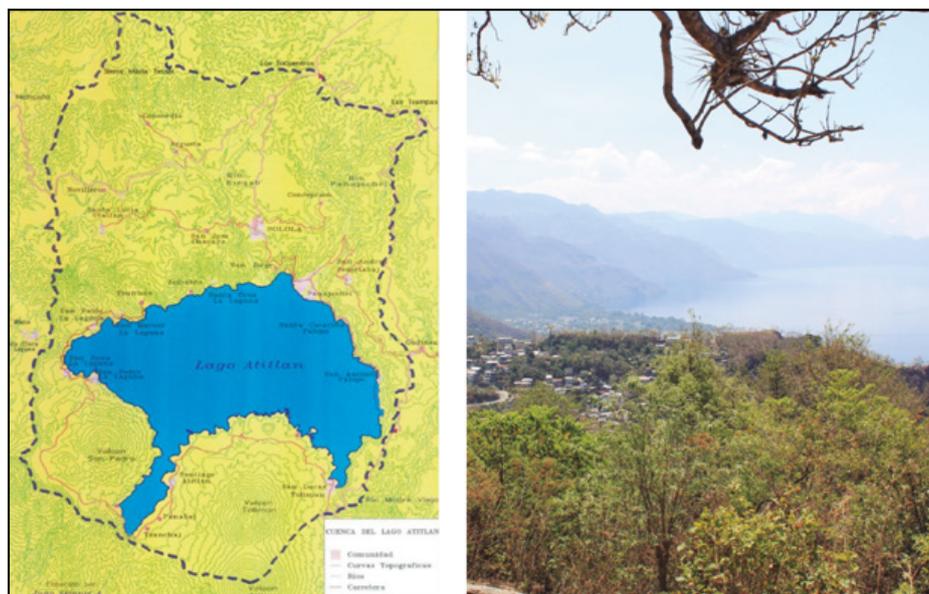


Figura 4. Lago Atitlán y su cuenca (Fuente: AMSCLAE). Guatemala.

la ciudad, dado que en caso contrario no se podría asegurar la idoneidad de las soluciones. En definitiva, se propuso lo que debiera ser un plan integral o plan director de saneamiento del área metropolitana.

### 2.5. Proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones

El apoyo dado a la revisión de proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones ha sido el que más recursos ha requerido durante estos años de colaboración con el FCAS. Los trabajos en todos los casos han consistido fundamentalmente en las visitas de campo, la revisión de documentación técnica generada y la propuesta de un enfoque o solución alternativa cuando ha sido necesario. La asistencia se ha prestado, según el caso, en una o varias de las fases por las que pasa un proyecto de este tipo, estudios previos, estudio de alternativas, diseño final y elaboración del proyecto constructivo.

Aunque la mayoría de los proyectos corresponden a poblaciones de tamaño mediano o pequeño (entre 2.000 y 40.000 habitantes) dado que, como se ha señalado, las zonas rurales son prioritarias en los programas FCAS, en algunos casos se han revisado también proyectos de ciudades mayores, como es el caso de la ampliación del sistema de saneamiento de la ciudad de Masaya.

En las revisiones de los proyectos se han podido detectar diferentes aspectos que requerían de un mayor estudio, tanto en los realizados por consultoras locales como internacionales. Aspectos fundamentales, como la determinación de las bases de partida (población, caudales y cargas contaminantes de diseño) y los estudios o análisis de alternativas para los sistemas de depuración, presentan en ocasiones carencias importantes. En muchos casos ha sido necesario revisar el planteamiento de las redes con objeto de contemplar adecuadamente la futura expansión de la población y sus actividades asociadas, algo que es fundamental para asegurar la vida útil de las infraestructuras de agua y saneamiento.

Los sistemas de tratamiento que se contemplan en casi todos los casos están orientados a reducir al máximo la complejidad y el coste de mantenimiento. Destacan los sistemas anaerobios que se encuentran en expansión en la

región, por los rendimientos que se pueden alcanzar en poco espacio y sin consumo de energía, aunque son muy poco conocidos en Europa.

En concreto, los proyectos en los que se ha prestado apoyo al FCAS son los siguientes:

#### Bolivia

Se ha colaborado en la revisión de los estudios de alternativas y proyectos finales de las actuaciones incluidas en el Programa de suministro de agua potable y saneamiento en pequeñas comunidades, que incluye la construcción de sistemas de saneamiento y depuración de 12 poblaciones de entre 2.000 y 10.000 habitantes.

En la siguiente tabla se incluye la relación de las poblaciones donde se han revisado los proyectos, indicando el número de habitantes y su ubicación. En todas ellas se ha supervisado la selección de tecnologías de tratamiento y los diseños finales y, en algunos casos, se se han revisado también los planteamientos de la red de saneamiento y el trazado de los colectores.

Tabla 1. Poblaciones de Bolivia donde el CEDEX ha revisado el proyecto de saneamiento y tratamiento de aguas residuales

Departamento o Región	Localidad	Población inicial	Población horizonte
La Paz	Konani	1.425	2.066
	Warisata	1.425	4.431
	Charaña	1.747	2.211
	Apolo	4.329	5.856
Cochabamba	Valle Ivirza	1.615	3.862
	Mariposas	2.505	6.254
	Linde-Paracaya	3.205	4.274
	San Gabriel	2.092	3.338
Santa Cruz	Santa Fe	7.630	10.297
	San Carlos	5.867	11.349
	Los Negros	3.585	6.572
Beni	Yucumo	5.054	8.450



**Figura 5.** Obras del saneamiento condominial de Konani (Bolivia).

### Nicaragua

En Nicaragua los proyectos en los que se ha prestado asistencia técnica revertían mucha mayor complejidad y corresponden a poblaciones de mayor entidad, tal como se puede ver en la tabla siguiente.

**Tabla 2.** Poblaciones de Nicaragua donde el CEDEX ha revisado el proyecto de abastecimiento y saneamiento

Departamento o Región	Localidad	Población inicial	Población horizonte
Masaya	Masaya	110.000	210.000
R.A. Atlántico Sur	Bluefields	40.353*	69.470
Chontales	Santo Tomás	14.243	24.520
	Acoyapa	9.408	16.197
R.A. Atlántico Norte	Bilwi	67.246*	130.000

\* El proyecto constructivo inicial solo abarca el saneamiento y depuración de una parte de la población.

En el caso de Masaya las actuaciones consistían en la ampliación de la red de saneamiento y renovación de la planta de tratamiento. Se ha revisado el estudio de factibilidad y los diseños finales del proyecto, tanto de la red de saneamiento como de la depuradora. El proyecto presentaba la complejidad de que la mayor parte de la población se encuentra en la cuenca de la laguna de Masaya donde no se permite el vertido.

Las actuaciones en Bluefields abarcan tanto el abastecimiento completo de la ciudad como el saneamiento (desde la presa hasta la depuradora) y presentaba una gran complejidad por las especiales características de esta población, la topografía y la ubicación de parte de las viviendas en zonas inundables sobre palafitos. En las ciudades de Santo Tomás y Acoyapa se ha prestado asistencia técnica también en la revisión tanto de los proyectos de abastecimiento

como de saneamiento. En Bilwi la colaboración hasta el momento ha sido menor, habiéndose realizado solo la revisión de los estudios previos a la definición del Proyecto de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.



**Figura 6.** Barrio costero de la ciudad de Bluefields (Nicaragua).

### Honduras

En Honduras fundamentalmente se ha prestado apoyo en tres programas bilaterales pero también se ha colaborado puntualmente con el BID en la revisión y definición de los términos de referencia del concurso de proyecto y obra del sistema de alcantarillado sanitario de la municipalidad de Trujillo. Las poblaciones incluidas en los proyectos bilaterales se relacionan en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Poblaciones de Honduras donde el CEDEX ha revisado el proyecto de saneamiento y tratamiento de aguas residuales

Departamento o Región	Localidad	Población inicial	Población horizonte
Comayagua	Ajuterique	9.936	19.771
	Lejemaní	7.950	15.819
Lempira	Ciudad de Gracias	16.290	37.549
Copán	Santa Rosa de Copán	49.705	61.050

En todos ellos, la colaboración se ha centrado en la revisión de los estudios de prefactibilidad, alternativas y definición de las soluciones básicas de las plantas de tratamiento de aguas residuales. En el caso del proyecto de Agua y Saneamiento en el Valle de Comayagua (Municipalidades de Ajuterique y Lejamaní) la opción seleccionada finalmente contempla tratar conjuntamente los vertidos de ambas poblaciones en una sola depuradora.

### Guatemala

En este país se ha dado apoyo en la selección de tecnologías para la planta de tratamiento de aguas residuales del Barrio II de San Marcos La Laguna (Sololá), la cual presentaba unos condicionantes determinantes que han obligado a adoptar una solución intensiva (disponibilidad de terreno muy reducida; cercanía a instalaciones hoteleras y viviendas; exigencias a la calidad del vertido muy elevadas). También se ha asesorado en la definición de los estudios necesarios para la contratación de las actuaciones de saneamiento y de depuración de San Pedro Sacatepéquez (Guatemala).

## República Dominicana

Se ha dado apoyo al programa para la ampliación del acueducto oriental y planta de tratamiento del Municipio de Sto. Domingo Este, provincia Sto. Este programa abarcaba inicialmente tanto la red de abastecimiento, como el saneamiento de todo el municipio, pero dada la complejidad de la situación y las limitaciones presupuestarias, se seleccionó el barrio de Cancino Adentro para llevar a cabo una actuación integral piloto de abastecimiento y saneamiento, mientras que en el resto del municipio únicamente se actualizaría la red general de abastecimiento. La actuación del CEDEX se ha centrado en la supervisión del proyecto de la planta de aguas residuales de Cancino Adentro, donde se orientó la selección del tratamiento y se revisaron los términos de referencia del proyecto de construcción de la red de alcantarillado y la planta depuradora.

## Cuba

En Cuba se está colaborando fundamentalmente en la revisión de las alternativas de saneamiento y depuración de cuatro plantas de tratamiento, dentro del Programa de mejora de la Gestión Integral del Agua en las Cuencas Tributarias de la Bahía de la Habana. Estas depuradoras son las de Mantilla, San Matías, Prosperidad y Monterrey, las tres primeras dan servicio a poblaciones pequeñas, entre los 3.000 y 6.000 habitantes, pero en Monterrey se prevé una población en futuro de 75.000 habitantes. Sin embargo, debido a limitaciones presupuestarias en primera fase solo se van a ejecutar las instalaciones para la mitad de la población prevista.

Los estudios y proyectos son realizados directamente por los técnicos del Instituto nacional de Recursos Hidráulicos y se ha prestado apoyo fundamentalmente en la selección de tecnologías, la determinación de los datos base de partida y en la revisión de los parámetros de diseño de las alternativas.

### 2.6. Elaboración de guías y recomendaciones

Entre los trabajos encomendados por la AECID al CEDEX se contempla la elaboración de guías y recomendaciones que puedan servir de apoyo en la ejecución de los programas y en la sostenibilidad de las actuaciones. Aunque hay varias guías en proyecto, hasta el momento, en el marco de la encomienda solo se ha finalizado el **Protocolo de pruebas de funcionamiento para las plantas de tratamiento de aguas residuales en Honduras**.

Este documento establece los procedimientos a seguir para la toma de datos y los estudios necesarios para valorar el funcionamiento de los diferentes procesos de

tratamiento que se pueden encontrar en las plantas ejecutadas en el marco del FCAS.

Adicionalmente, pero dentro del mencionado convenio con el Gobierno de El Salvador, se han realizado los siguientes trabajos metodológicos:

#### **Elaboración de una metodología para el cálculo de los caudales ecológicos.**

Esta cooperación técnica que ha sido desarrollada por el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas ha consistido en la elaboración de un protocolo metodológico para el cálculo e implantación de caudales ecológicos en la red de drenaje de El Salvador, cuya aplicación permitiera determinar los requerimientos hídricos de los ecosistemas fluviales en el país, y su aplicación en cuatro casos de estudio de diferente tipología hidrológica y ambiental.

#### **Elaboración de recomendaciones para la selección de tratamientos de depuración de aguas residuales urbanas en la República de El Salvador**

Ante el previsible desarrollo en tratamiento de aguas residuales que se va a producir en El Salvador en los próximos años, se solicitó la preparación de unas recomendaciones que sirvieran de apoyo en la selección de las tecnologías más adecuadas. En colaboración con las autoridades salvadoreñas en la materia, se han identificado los sistemas de tratamiento que pueden ser de mayor interés en el país, caracterizando cada uno de ellos y aportando una metodología para realizar la selección de forma adaptada a los condicionantes que se puedan encontrar en cada caso.

#### **Elaboración de una metodología para la determinación de los cánones por vertido, uso del agua y ocupación del dominio público.**

En El Salvador se está tramitando un anteproyecto de Ley General de Aguas que presenta entre sus principales novedades la implantación de cánones por uso, vertido y ocupación. Partiendo de la experiencia española y en colaboración con los técnicos del MARN, se ha preparado una metodología de cálculo de estos cánones adaptada a la realidad salvadoreña.

### 2.7. Actividades de transferencia de conocimiento y capacitación

Finalmente, la encomienda contempla también la participación del CEDEX en las actividades de transferencia



**Figura 7.** Terreno previsto para la construcción de la depuradora de Prosperidad (Bahía de la Habana, Cuba).

de conocimiento que se puedan demandar. En cumplimiento de este cometido se han presentado ponencias en diferentes jornadas, como puede ser la tercera Conferencia Latinoamericana de Saneamiento (LATINOSAN), celebrada en mayo de 2013 en Panamá, o la Semana Internacional del Saneamiento Básico de Bolivia (La Paz, octubre de 2013). Pero las actividades más importantes en este campo han consistido en la realización de dos cursos: Curso sobre selección de tecnologías y diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas, para técnicos de la Administración Boliviana, realizado en noviembre de 2014 en La Paz y Taller de formación e intercambio para el Tratamiento de Aguas Residuales para la Administración Cubana celebrado en Varadero en junio de 2015.

En el convenio con el Gobierno de El Salvador, además, se prevé la realización de cinco cursos de formación en materias de planificación, caudales ecológicos, monitoreo y depuración de aguas, de los que ya se han celebrado dos en la ciudad de San Salvador.

### 3. LECCIONES APRENDIDAS

La situación encontrada en los ocho países en los que el CEDEX ha prestado asistencia técnica refleja los problemas lógicos de un sector de saneamiento y depuración en vías de desarrollo. En este apartado se pasa revista a la situación, pero empezando en este caso por el detalle de las instalaciones de tratamiento y terminado por los aspectos más generales. La experiencia adquirida proviene tanto de los proyectos en los que se ha intervenido como del trabajo en colaboración con los técnicos de las diferentes administraciones y consultoras contratadas. Adicionalmente, como se comentó, en cada país se ha hecho un esfuerzo por conocer el estado del sector, se han mantenido reuniones con los responsables de múltiples instituciones y se ha visitado un número considerable de instalaciones en funcionamiento.

Estas conclusiones destacan únicamente aquellos aspectos que todavía pueden suponer un problema y no recogen las muchas actuaciones exitosas que se han podido encontrar, por lo que no deben entenderse como una descripción general de la situación. Además, se debe recordar que el CEDEX ha prestado apoyo en los países y en las cuestiones donde podría existir una menor capacidad o conocimiento para ser asumida por los propios países receptores de la ayuda.

Muchas de las cuestiones que aquí se mencionan pueden ser bien conocidas pero, en cualquier caso, todas ellas deberían tomarse en consideración, si se quiere afrontar la cooperación técnica de forma efectiva y lograr la viabilidad y sostenibilidad de las actuaciones.

#### **El mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales:**

En todos los países se pueden encontrar casos de éxito pero también situaciones en las que unas instalaciones construidas no se encuentran en funcionamiento o tienen un funcionamiento muy deficiente. Generalmente estos “fracasos” son más habituales según disminuye el tamaño de la población y las causas son variadas.

En algunos casos se trata de simples errores de diseño o de problemas constructivos. Mientras que en sistemas de abastecimiento y plantas potabilizadoras ya se cuenta con una amplia experiencia en estos países, las cuestiones de saneamiento y, sobre todo, de tratamiento de aguas residuales resultan mucho más novedosas en general. Por ello, en los casos en los que los proyectos y las obras se realizan por empresas locales, sin la suficiente experiencia, la probabilidad de que se cometan errores suele ser mayor.

En la mayor parte de las ocasiones, sin embargo, los abandonos de las instalaciones o su mal funcionamiento se debe a una inexistente o muy deficiente operación. Las razones para que la entidad que debe asumir la explotación no aporte los recursos técnicos y económicos necesarios, en muchas ocasiones, se debe simplemente a una gestión inadecuada y a una falta de control por las administraciones ambientales. Pero en otros casos pueden existir otras causas que imposibilitan esa gestión, bien por una selección errónea de tecnologías demasiado complejas o costosas (en algunos casos puede ser imposible encontrar una solución que cumpla con la norma y sea sostenible económicamente por la población) o por la inexistencia de una demanda real en la población por este servicio, que no se conecta y no abona las tarifas.

La selección adecuada de tecnologías se puede solucionar procurando una capacitación adecuada, tanto en las administraciones responsables de la ejecución de las obras como en el sector privado que va a realizar los proyectos y las obras. La cuestión de la demanda debe solucionarse con un acompañamiento social de los proyectos, que permita concienciar a la población de los beneficios que reporta el servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales, así como apoyar en el cambio de hábitos necesario. Se debe asegurar que la población se conecte al sistema y esté dispuesto a sostenerlo. La mala gestión debe evitarse con un mayor control, reforzando las administraciones responsables del mismo.

Estas situaciones son, en muchos casos, la consecuencia de pensar que la solución al problema consiste únicamente en crear la infraestructura, cuando lo que se debe crear es un servicio. La ejecución de las instalaciones, en muchos casos, corresponde a instituciones especializadas en obras, que no contemplan la creación o reforzamiento del operador ni la generación de la concienciación necesaria en la población.

Si se quiere que las instalaciones, que en muchos casos se realizan a costa de los contribuyentes de países donantes, realicen su función durante la vida útil para la que fueron diseñadas, se debe tener claro que **el objeto de la actuación debe ser la creación de un servicio y no solo la ejecución de una obra.**

#### **El proyecto de las infraestructuras**

En el proceso de elaboración de los proyectos de saneamiento y depuración se han detectado múltiples carencias o errores y, en muchos casos, incluso se cometen antes de comenzar los estudios. Por ejemplo, es común que las estimaciones presupuestarias que realiza un país para solicitar de una cooperación resulten al final escasas, insuficientes para poder acometer todas las obras que se solicitan. Normalmente esto es el resultado de querer ejecutar lo más



**Figura 8.** PTAR de Puchokollo. Lagunaje para 500.000 habitantes a 4.000 m de altitud (El Alto, La Paz, Bolivia).

posible con los fondos disponibles y de apoyarse en una estimación de costes locales que para obras de cierta complejidad, cuando han de intervenir empresas internacionales, resultan insuficientes.

También es común que el terreno previsto para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) sea escogido por la municipalidad, previamente al inicio de los trabajos y sin unos criterios claros. La superficie disponible de terreno, la distancia y diferencia de altitud con respecto a la población y a los posibles puntos de vertido, sus características topográficas y geotécnicas, van a condicionar completamente las soluciones que puedan adoptarse para la PTAR y las necesidades de bombeos de la red de saneamiento. De esta forma, aquella decisión que se tomó en su momento por alguien no especialista, puede ser la que determine en mayor grado los costes de implantación y explotación de las instalaciones. Para evitar esta situación, en la medida de lo posible, la selección del terreno debería formar parte de los estudios técnicos.

En cuanto a la elaboración de los proyectos, se han detectado errores importantes en los estudios previos, destacando los siguientes: se estiman los crecimientos de la población hasta el año horizonte, pero no se estudia la previsible expansión física de la ciudad, lo que puede condicionar las decisiones en cuanto a configuración de la red y número de plantas a construir; en muchos casos no se investiga ni se estudia el desarrollo de las posibles actividades especiales existentes en el núcleo (industrias, universidades, hospitales, etc.) que en pequeñas y medianas poblaciones pueden condicionar las características de las aguas residuales; las características de las aguas residuales se establecen a partir de datos recogidos en la bibliografía, que corresponden a otras regiones del Mundo muy diferentes.

Los países que tienen por delante un desarrollo importante deberían hacer un esfuerzo por conocer y tipificar las aguas residuales de sus poblaciones, con objeto de poder desarrollar proyectos de forma más correcta y obtener así el mayor rendimiento de sus inversiones.

El estudio de selección de alternativas es fundamental para justificar la solución de tratamiento planteada y más aún cuando existen diferentes actores implicados en el proyecto, como es el caso de la cooperación internacional. Sin embargo este estudio se realiza en ocasiones con demasiada ligereza o incluso se condiciona de manera subjetiva para tratar de llegar a la solución preferida por el consultor.

Como se ha mencionado anteriormente, también se encuentran carencias en el conocimiento y diseño de los procesos y en la ejecución de obras.

Estos errores se han encontrado en los estudios y proyectos realizados por consultores locales, siendo la causa su limitada experiencia, pero también en los realizados por consultores internacionales y la razón es la misma. En los países desarrollados no se encuentra la problemática que debe solventarse en los países más pobres (en Europa no existen ciudades de 50.000 habitantes que carezcan de sistema de abastecimiento y saneamiento). Además, hay una serie de procesos de tratamiento que resultan especialmente indicados para las poblaciones de este entorno, como son los tratamientos anaerobios, sobre los que no existe ninguna experiencia en nuestra región. Incluso los tratamientos de bajo costo más conocidos, allí tienen un funcionamiento diferente debido a sus condiciones climáticas y se aplican en rangos de población mucho mayores.

En consecuencia, **se deben reforzar las capacidades técnicas en estos países pero también nuestras empresas deben aprender a realizar proyectos de cooperación**

### Marco institucional

Dependiendo del país en el que se trabaje, las instituciones encargadas de la regulación, la planificación, la construcción y la gestión de las instalaciones de saneamiento van a tener capacidades y recursos diferentes. En algunos se cuenta con entidades públicas potentes que desarrollan varios de estos roles de forma centralizada y que cuentan con buenos profesionales y en otros, por ejemplo, la gestión de las instalaciones está atomizada a nivel de núcleo. En lo que respecta al financiamiento de las infraestructuras la situación es aún más compleja al intervenir las cooperaciones internacionales y bancos de desarrollo, existiendo muchas carencias de coordinación institucional.

En general, en todos los países es necesario un fortalecimiento institucional en algún aspecto y una mejora de la coordinación y la planificación, como se expondrá a continuación.

### Marco normativo

Las normas de vertido en estos países suelen ser simples pero estrictas para algunos parámetros, como pueden ser los nutrientes o los coliformes fecales. Este nivel de

exigencia contrasta con la situación real, puesto que la mayor parte de las poblaciones no tratan el agua residual y, las que lo hacen, difícilmente llegan a cumplir.

En los países donde existen unas carencias tan grandes, resulta paradójico que se quiera exigir tanto, con el problema añadido de que alcanzar esos límites exige mayores inversiones en tratamiento y, en algunos casos, mayores costes de operación. Un claro ejemplo de esta paradoja se da cuando una cooperación internacional desarrolla un proyecto y no cuenta con presupuesto suficiente para ejecutar todas las obras previstas, entonces debe optar por reducir coberturas cuando quizá lo más lógico sería comenzar por reducir el nivel de tratamiento.

En general, existe una desconexión entre quien establece las normas y quien las tiene que cumplir y el problema es que una vez fijadas estas normas, socialmente es muy difícil volver atrás y reducir las exigencias. Debe mejorarse la coordinación entre las instituciones reguladoras y las ejecutoras. Cuando se fija un límite se debe ser consciente del coste que puede suponer para un país alcanzarlo.

Justo ahora, cuando se está empezando a afrontar con decisión el desarrollo del saneamiento en muchos países y se están iniciando las planificaciones sectoriales, sería el momento para evaluar el coste que puede suponer a nivel nacional la imposición con carácter general esas exigencias y propiciar las modificaciones normativas que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos. Aunque sea difícil relajar las normas, se debería realizar un esfuerzo por buscar la forma de hacerlas progresivas, como puede ser graduando las exigencias en función del tamaño de la población y del medio receptor y/o permitiendo llegar a su cumplimiento mediante fases. De esta forma se optimizarían las inversiones, llegando con los mismos recursos a remediar más problemas en más poblaciones. Este planteamiento ha sido muy típico en los inicios del desarrollo en muchos países, donde se empezaba por realizar las redes de saneamiento y tratamientos primarios para, en fases posteriores, ampliar los tratamientos. No se debe olvidar que además de ser un problema medioambiental, en estos países se trata de un problema de salud.

Las normativas deben revisarse con objeto de que sean **realistas en su aplicación para permitir el mejor desarrollo.**

### **La gestión y sostenibilidad del servicio**

Como ha sucedido en todos los países, los servicios básicos comienzan por el abastecimiento, donde existe una clara demanda de la población, quedando el saneamiento en un segundo plano. La población es muy sensible a la calidad de un servicio pero ignorante de la del otro, salvo que se produzcan problemas de desbordamiento del sistema de saneamiento dentro de la ciudad. En cuanto a la depuración, el beneficiario sería el que se encuentra aguas abajo y no es el usuario que debe mantenerlo.

Por otra parte el saneamiento y tratamiento puede ser muy caro y, en ocasiones, más complejo y más caro que el abastecimiento y va a requerir unos recursos económicos y humanos importantes para su mantenimiento que las poblaciones no siempre pueden soportar o no están dispuestas a proporcionar.

En muchas poblaciones las capacidades de sus operadores son muy limitadas. El mantenimiento preventivo está ausente e incluso se prescinde de cualquier tarea de operación, por sencilla que sea. Se quiere asumir que una tecnología de bajo coste es equivalente a mantenimiento nulo y eso genera el abandono de muchas instalaciones al primer problema.

**En un país se percibe que el sector ha madurado cuando los operadores y las instituciones dedican tantos recursos y atención al saneamiento como al abastecimiento.**

En aquellos países en que la gestión se encuentra atomizada los problemas de mantenimiento se multiplican y puede darse el caso de que realmente no se pueda encontrar una solución viable y sostenible que sea conforme a las normas. Como ya se ha dicho, las instalaciones no son un fin en sí mismo sino que se deben ejecutar para que se preste el servicio. En caso contrario se está tirando el dinero.

Para dar solución en muchos casos la única vía sería **buscar la economía de escala**, mancomunando la gestión entre varios núcleos o proporcionando el servicio o la asistencia al mismo por una institución supramunicipal. Estos enfoques pueden no encajar del todo con las distribuciones competenciales que existen en algunos países, pero no tiene sentido que las competencias lleven a soluciones económicamente absurdas. Estas soluciones, además, deberían ser potenciadas e incluso forzadas desde un marco de planificación.

### **La planificación del desarrollo**

En algunos países las estrategias de desarrollo y la planificación sectorial todavía están ausentes y en los que se cuenta ya con estas iniciativas, generalmente, son muy parciales porque se limitan a planificar la obra pero no el servicio. Para poder afrontar el gran desarrollo sectorial que demandan estos países, la planificación debería tomar en consideración todos los componentes que lo condicionan: el marco institucional y normativo; la gestión del servicio; las infraestructuras; la integración con otros servicios relacionados; la capacitación profesional de las administraciones y del sector privado y la concienciación social.

El servicio de saneamiento y depuración no se puede entender de forma aislada. Es necesario un desarrollo coordinado con el abastecimiento, el drenaje de pluviales, la gestión de lodos, la reutilización e, incluso, con el servicio de recogida de residuos sólidos, ya que en muchas poblaciones su ausencia supone uno de los grandes problemas del sistema de alcantarillado.

Por otra parte, la planificación no se debe entender por las administraciones como un trabajo de consultoría más, puesto que es el instrumento que debe guiar el camino para el desarrollo y, por lo tanto, debe ser absolutamente asumida por las autoridades. En ocasiones no existen estructuras administrativas con experiencia en planificación y no acaba de entenderse la importancia que tiene una estrecha dirección de los trabajos y una intervención en la toma de decisiones de todas las administraciones implicadas, resultando en productos de utilidad muy limitada.

#### 4. PLANTEAMIENTOS DE FUTURO

El nivel de inversión desarrollado por el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento durante estos años, junto con el conocimiento y la experiencia adquirida por sus responsables y técnicos, han posicionado a la AECID en la región como una institución de peso en el sector del agua y saneamiento.

En los próximos años el CEDEX seguirá prestando apoyo al Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento. Si bien, por el propio avance de los programas y por la nueva posición del FCAS, que le permite tener incidencia en niveles cada vez más estratégicos, la tipología de los trabajos previsiblemente irá evolucionando. Seguirá realizando el seguimiento de las inversiones prioritarias o más complejas que se acometan, pero también se prestará asistencia técnica a las nuevas actuaciones que se planteen para apoyar el reforzamiento del sector en estos países.

Las actuaciones que se consideran más estratégicas en este sentido irán encaminadas a apoyar las iniciativas de:

- Planificación sectorial nacional y el desarrollo acompañado de todos sus componentes
- Coordinación institucional tanto internamente entre las administraciones de cada país, como con cooperaciones internacionales y entidades financieras
- Revisión de las normativas de vertido para conseguir una aplicación óptima y realista para el país

Además, se apoyará la planificación de actuaciones como el instrumento básico para solucionar problemas concretos, por cuencas y/o áreas metropolitanas.

Previsiblemente se reforzarán las actividades de formación técnica en diseño, operación y de gestión, con objeto de capacitar tanto a la administración como al sector privado:

- Se ha previsto, además de la realización de cursos en diferentes países y centros de formación de la AECID, que técnicos latinoamericanos puedan asistir al curso de depuradoras que el CEDEX celebra cada año en Madrid.
- Se dará apoyo en la organización de estudios de especialización en universidades
- Apoyo a líneas y centros de experimentación

Finalmente se dedicarán más recursos a la elaboración de guías y recomendaciones, así como en estudios de ciertas tecnologías, que puedan ayudar a solventar las deficiencias encontradas.

Entre los estudios que se consideran más necesarios se encuentra la caracterización de las aguas residuales por tipología de población, con objeto de poder mejorar el diseño de proyectos, o la experimentación de diferentes tecnologías para caracterizar adecuadamente su funcionamiento y rendimiento en las distintas regiones y zonas climáticas.

Las principales carencias donde se ha detectado la conveniencia de elaborar guías son: el enfoque y planteamiento de proyectos de saneamiento y depuración; la selección de alternativas; la metodología para la planificación en sus diferentes ámbitos y aspectos específicos de algunas tecnologías de tratamiento.

## El Centro de Estudios Hidrográficos en la revista Metalocus

Open House Madrid es un festival de arquitectura y ciudad que permite visitar edificios y espacios singulares de forma gratuita durante el fin de semana del 26 al 27 de septiembre de 2015. Más de 100 edificios han formado parte de esta primera edición, entre los cuales se ha encontrado el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Con motivo de esta participación, la revista digital Metalocus ha publicado un artículo sobre esta obra arquitectónica, una de las más significativas de Miguel Fisac. El artículo se acompaña de un reportaje fotográfico de 25 imágenes que recogen elementos arquitectónicos, mobiliario original, planos, croquis de cálculos, etc...



Marquesina de la entrada.



Nave de modelos.



Miguel Fisac Serna rodeado de vigas-hueso.

### Ficha técnica:

Arquitectos.- Edificio original.- Miguel Fisac Serna (1963). Ampliación.- José Antonio Torroja (1969).

Colaboradores.- Calculista.- José María Pliego. Ejecutor.- Ricardo Barredo.

Cliente.- Centro de Estudios Hidrográficos y Laboratorio de Hidráulica.

Superficie.- Nave de modelos.- 2000 m<sup>2</sup> (80 x 22 m<sup>2</sup>). Ampliación.- 6000 m<sup>2</sup>.

Fechas.- Primeros croquis.- Marzo de 1960. Proyecto.- Noviembre 1960. Inauguración.- Julio de 1963. Ampliación.- 1969.

### Enlaces:

Artículo en castellano.- <http://www.metalocus.es/content/es/blog/centro-de-estudios-hidrogr%C3%A1ficos-por-miguel-fisac>

Artículo en inglés.- <http://www.metalocus.es/content/en/blog/hydrographic-studies-center-miguel-fisac>

Facebook.- [https://www.facebook.com/permalink.php?story\\_fbid=1186869524673232&id=159805517379643](https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=1186869524673232&id=159805517379643)

Twitter.- <https://twitter.com/METALOCUS/status/643813586247241728>



Salón de Actos.