



del Huracán María

Author: Carlos M. González Andújar

Mentor: Dr. Christian Villalta Calderón, Ph.D.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Abstracto

Como parte de las lecciones de un desastre natural por Puerto Rico, se comparten las experiencias de operar los diversos y complicados sistemas de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (AAA), esto para el conocimiento de futuras generaciones y preparar la agencia para operar de manera más confiable, eficiente, sustentable y resiliente.

La AAA se compone de cinco (5) Regiones Operacionales. Estas lecciones se circunscriben a una de ellas. Esta Región comprende 18 pueblos con tres (3) Áreas Operacionales las cuales son: Arecibo, Manatí y Toa Alta, que a su vez se dividen en diferentes pueblos.

Introducción

La operación de una agencia que se dedica al tratamiento de aguas, tanto para uso potable como residuales en una topografía bastante variada, es de por sí un gran reto. Dicha operación en Puerto Rico es de las más retantes en el mundo. La eficiencia con la que se distribuye el agua en las redes de tuberías de Puerto Rico, sin lugar a duda, es bastante baja. El crecimiento acelerado en las décadas de los 70's a los 90's, sin la debida planificación, ocasionó que dichos sistemas no crecieran de la misma manera y con el diseño requerido por unidad de familia.

La producción de agua potable promedio de esta región ronda los 95 a 100 millones de galones diarios (MGD), con unas 29 plantas de filtración y 60 pozos activos al momento de este escrito. Parte de esta agua es distribuida por gravedad y la otra, impartiendo energía a través de unas 125 estaciones de bombeo de agua potable. El tratamiento de agua residual ronda los 20 MGD con 15 plantas de alcantarillado sanitario y más de 140 estaciones de bombeo de aguas sanitarias. Esta región sirve a unas 250,000 cuentas aproximadamente.

Justificación

Debido a la devastación del huracán María en prácticamente todas las facilidades de la AAA, la agencia tiene una gran oportunidad para poner sus sistemas de operación en un mejor estado, de cara al futuro. A través de la realización de diseños nuevos y/o rediseñando facilidades existentes, tomando en cuenta la necesidad por unidad de familia, estudios hidráulicos por sector, proveyendo abastos en lugares estratégicos y combinando sistemas para tener redundancia de servicio (como pozos en reposo "Stand By" para ser operados y/o utilizados cuando sea necesario), la AAA puede tener beneficios grandes tanto fiscales como de calidad de vida para sus clientes.

Los beneficios de dicha acción pueden repercutir en ahorros energéticos, disminución de pérdida de agua, disminución en producción de agua, entre otros.

Descripción del Proyecto

Aprovechando la oportunidad de fondos federales provistos por el Bipartisan Budget Act of 2018 (BBA, por sus siglas en inglés), (Ley Pública 115-123) la AAA debe enfocarse en realizar mejoras sustanciales en su infraestructura. Estas mejoras deben ser enfocadas en las siguientes áreas:

1. Automatización de procesos en Plantas de Agua Potable y Alcantarillados.
2. Visualización y Control Remoto de Estaciones de agua potable (EB), Estaciones de alcantarillados (EBAS) y tanques (TK).
3. Optimización de Recursos de Agua y Humanos.
4. Eficiencia Energética.

Número	Descripción	Total
AAA-331-074-2017	APOYO A OPERACIONES EN OBRAS DE CONSTRUCCION EN TODAS SUS ETAPAS PARA LA RESTAURACION DE LA INFRAESTRUCTURA DAÑADA O DESTRUIDA POR EL HURACAN MARIA EN LA REGION NORTE (PUENTE UTUADO, TRONCAL UTUADO, PAS DORADO, LINEA POTABLE LA VIRGENCITA, PF MOROVIS SUR).	\$1,000,000
RN-331-161-2017	INSTALACION DE PROTECCION A TUBERIA DE 30" CRUZE RIO EN PUENTE PR 22-ARECIBO.	\$97,750
RN-331-221-2017	TRABAJOS EN TUBERIA DE 10" EBAS DOS RIOS HACIA PAS CIALES.	\$297,500
RN-331-17-2017	REP. TECHO OFICINAS CENTRO DE OPERACIONES ARECIBO.	\$296,400
RN-331-185-2017	TRABAJOS TUB. SANITARIA BO. CIBUCO COROZAL.	\$295,100
RN-331-252-2017	TRABAJOS EN PF ESPINO LARES, FIJAR TAPA HORMIGON, FIJAR TAPA MH2, RELLENAR AREA ALREDEDOR MH2, LIMPIEZA DE VERJA Y PERIMETRO Y PARCELA, SACAR FILTRACION DE MH DE DESCARGAS, CORRIGIR UNION DE TUBERIA DETRAS DE FILTRO, CORRIGIR FILTRACION DE TECHO, SELLAR, CONSTRUIR MURO DE RETENCION, CONSTRUCCION DE ESCARCHADO.	\$295,000

Tabla # 1 (6 de 372)

Emergencias atendidas por la Región Norte

Metodología

1. Automatización de Procesos

Actualmente los procesos para la filtración convencional de agua superficial a potable y el tratamiento de las aguas residuales son, en su gran mayoría, manuales. Para mejorar el proceso y la eficiencia, la AAA tiene que automatizar gran parte de su proceso.

- **Procesos en Sistemas de Plantas de Agua Potable (PF) y Alcantarillados (PAS)**

Primero, la AAA debe comenzar con la automatización, utilizando avances tecnológicos nuevos en sus sistemas de tratamiento de agua potable para todas sus plantas. Esta transformación debe comenzar en sus sistemas de recolección y/o tomas de aguas crudas.

Para poder monitorear y controlar el flujo de entrada de aguas a la planta de filtración, debe instalar variadores de frecuencia (VFD) en bombas de represas y bombes de relevos (donde aplique) de aguas crudas. De igual forma, puede seguir los siguientes pasos del proceso para poder optimizar la entrada de aguas:

- a) Inyección de químicos por flujo y no por operación manual.
- b) Lavados de filtros por diferencial de presión de forma automática.
- c) Instrumentos para el monitoreo continuo de pH, turbidez y concentración de cloro de salida.
- d) Instalación de Sensores de niveles electrónicos en los tanques de distribución de agua potable.
- e) Automatización y redundancia en sistemas de manejo de lodos como filtroprensas y lechos de secados.
- f) Generador de emergencia con capacidad adecuada incluyendo la toma de aguas crudas y bombeo de relevos (donde aplique) para operar toda la facilidad.

- **Procesos en Sistemas de Plantas Aguas Residuales**

Al igual que en las PF de agua potable, las PAS deben comenzar la automatización de sus sistemas de tratamiento instalando bombas con VFD para sus procesos e incluyendo el sistema de aire para controlar la aireación. Actualmente se utilizan compresores de aire de una capacidad mayor a la necesaria, redundando en gasto energético sustancial y baja eficiencia operacional.

2. Visualización y Control Remoto de EB, EBAS y Tanques

En ambas estaciones de bombas, tanto EB como EBAS, la AAA debe instalar, a modo de mitigación, sistemas de monitoreo remoto como telemetría, ya sea con "SIM Card", SCADA, PREPARET, etcétera, para una operación más resiliente, efectiva y confiable.



Figura # 1. Ilustración de las tres (3) PF de Arecibo y la localización propuesta de la nueva PF

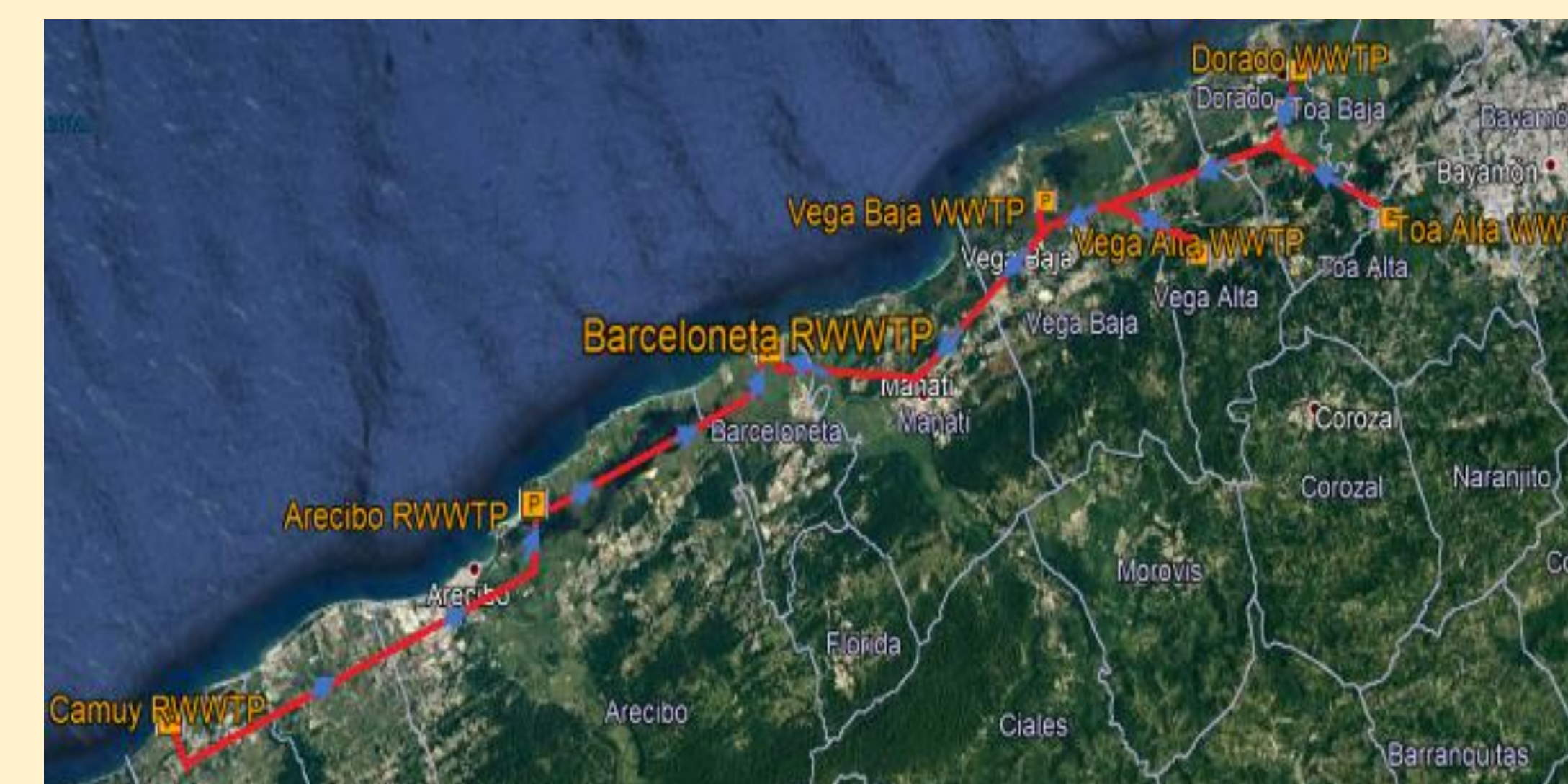


Figura # 2. Ilustración de las seis (6) PAS impactadas para la Mega PAS en Barceloneta

Metodología, Cont.

Estas facilidades deben observarse en el Centro de Excelencia Operacional (CEO) de la Región.

Para esto tiene que mejorar las facilidades instalando los siguientes instrumentos y/o equipos:

- a) VFD en todas las bombas para control de flujo, arranque y monitoreo remoto.
- b) Sensores de nivel en los tanques de agua potable y en los pocetos (pit) de las estaciones de aguas residuales.
- c) Paneles inteligentes, capaces de informar el estatus de operación de las bombas.
- d) Coordinación entre EB y Tanques con los Sensores de nivel y los paneles inteligentes.
- e) Instalar Sensores de presión en puntos estratégicos de las redes de distribución de agua.

3. Optimización de Recursos

- a) Humanos
 - I. Al optimizar sistemas de distribución, se visualiza el cierre de PF's por lo que la utilización de nuestros recursos humanos debe ser de forma eficaz distribuyéndolos a áreas donde tengamos oportunidades de operación para evitar tiempos extra y no se prescinda del recurso.
- b) Agua
 - I. El agua dulce en el mundo es de unos 2%. En P.R. no es distinto por lo que debemos cuidar este recurso reduciendo su extracción tanto en acuíferos subterráneos como en agua superficial ya sea Ríos, Quebradas o Lagos utilizando las recomendaciones antes mencionadas.

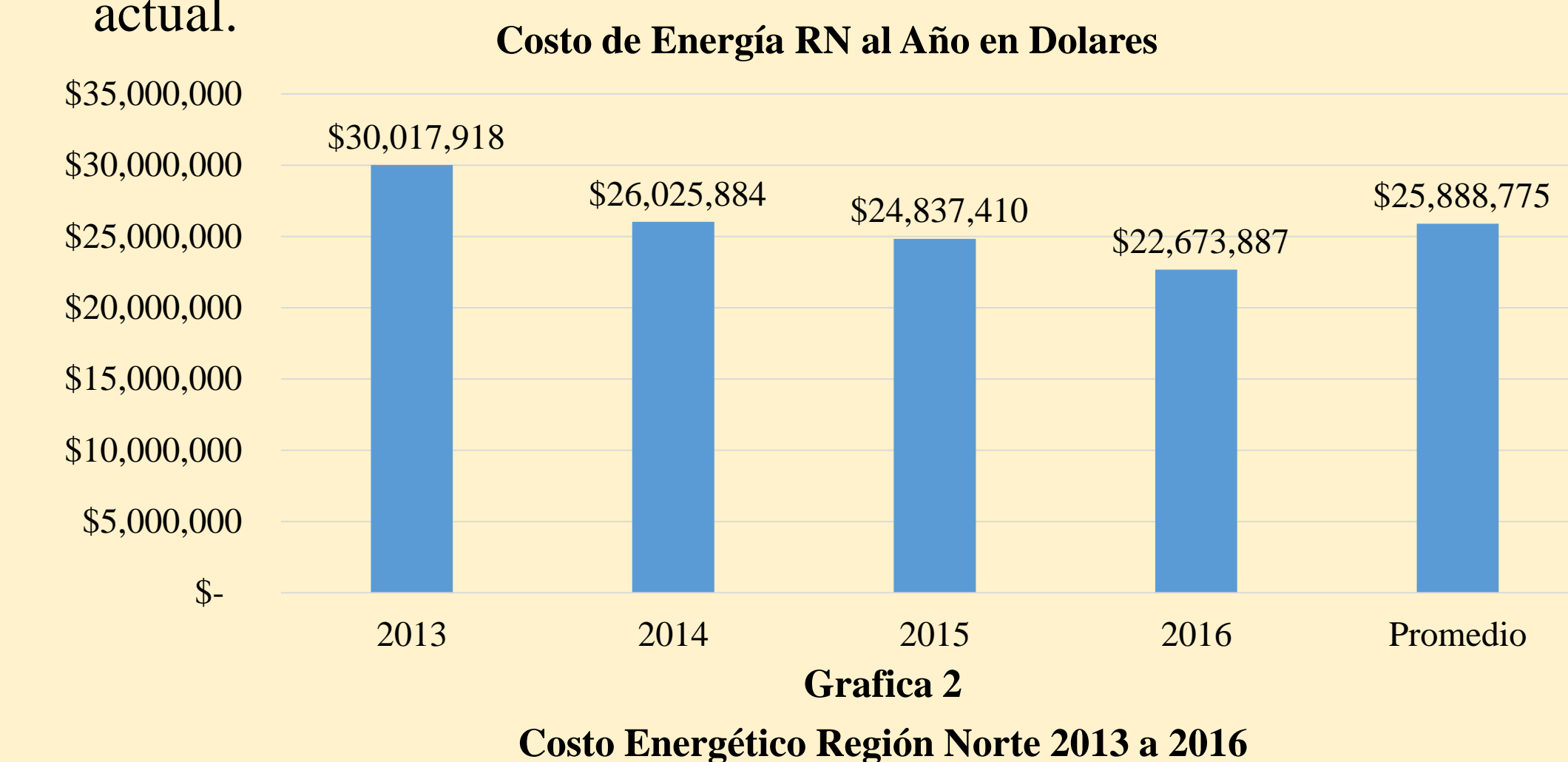
Metodología, Cont.

4. Eficiencia Energética

La Oficina de Energía de la AAA lleva a cabo el monitoreo de la facturación y la medición del consumo eléctrico de esta Región. Ésta tiene un promedio anual de consumo energético de 113.7 Millones de KW/h. El costo promedio de este consumo energético es de aproximadamente \$25.9 millones de dólares anuales.

Una de las alternativas viables que tiene la AAA es la utilización de las Hidroeléctricas de Dos Bocas y Caonillas. Estas hidroeléctricas son capaces de producir un promedio de unos 72 Millones de KW/h al año.

La AAA puede vender esta cantidad de energía a la AEE al mismo precio que la compra. Esta generación hidroeléctrica constituye un 63% de la energía utilizada en la Región de estudio. Esto representaría un ahorro en consumo de energía de alrededor de \$15.5 Millones al año, lo cual sufragaría un 50% de su consumo actual.



Recomendaciones

En estos momentos, la AAA está ejecutando las visitas a sus facilidades con FEMA para realizar los "Damages Descriptions & Dimensions", mejor conocidos como DDD relacionados a los Huracanes Irma y María.

Es en este aspecto donde la AAA debe tomar ventaja y aprovechar tan importante y prácticamente única oportunidad para establecerse como una agencia eficiente, confiable y resiliente como tanto se desea.

Realizando estos cuatro objetivos que se presentaron, la AAA podrá visualizar, no solo algunas de sus operaciones si no toda su operación e inclusive operar de forma remota en casos donde lo amerite.

Imagínese una Agencia de servicio público en donde le informen de manera rápida y precisa dónde tienen salideros, si su sector está sin servicio por problemas con la EB y ya enviaron personal para reparar, cuando la situación esté reparada y cuan pronto tendrá el servicio nuevamente. Este debe ser la calidad de servicio y la operación de una agencia gubernamental de alto nivel y proveedora de un servicio esencial, según se merece el país. Es lo que se pretende al realizar dichas mejoras en el sistema operacional de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA).

Referencias

1. Bipartisan Budget Act of 2018 (Public Law 115-123)
2. Robert T. Stafford Disaster Relief And Emergency Assistance Act (Sec 406)
3. "Public Assistant Alternative Guide (Sección 428)" FEMA
4. Task 500 Dos Bocas-Caonillas Hydroelectric System Evaluation
5. Task 700 Final Report-PRASA Hydroelectric System Evaluation