

ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN Y CONTROL DEL AGUA NO REGISTRADA. UN CASO DE ÉXITO EN BAHAMAS

EL OBJETIVO DE ESTE ARTÍCULO ES PRESENTAR UN CASO DE ÉXITO DE MIYA EN BAHAMAS EXPLICANDO EL CONTEXTO, LA PREPARACIÓN Y LOS PROGRESOS DE UN CONTRATO BASADO EN EL RENDIMIENTO (CBR) ENTRE LA WATER & SEWERAGE CORPORATION DE LAS BAHAMAS (WSC) Y MIYA PARA LA GESTIÓN DE AGUA NO REGISTRADA (ANR) EN LA PRINCIPAL ISLA DE BAHAMAS, NEW PROVIDENCE. ESTE INNOVADOR CONTRATO SE APLICÓ COMO PARTE DEL PROYECTO DE PRÉSTAMO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO: PROGRAMA DE APOYO A WSC - MEJORA DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE NEW PROVIDENCE.

Especialistas de agua de organizaciones internacionales, administraciones y legisladores podrán examinar a fondo la forma en que se está desarrollando este proyecto y también podrán obtener lecciones aprendidas en materia de ANR y la utilización de un contrato basado en el rendimiento a partir de esta experiencia en las Bahamas.

Antecedentes

En 2012, la Bahamas Water & Sewerage Corporation (WSC) contrató a Miya para llevar a cabo un proyecto de 10 años para reducir el Agua No Registrada de la isla. Como parte de este contrato, se le pidió a Miya Bahamas que encabezara el proyecto de reducción de Agua No Registrada (ANR) en el sistema de distribución de New Providence de 26.000 m³/día a un promedio anual de 9.500 m³/día en el año 5 y a 7.500 m³/día en el año 7.

La isla de New Providence en la que se desarrolla este proyecto, representa aproximadamente el 70% de la población de las Bahamas (351.000 habitantes). La disponibilidad de agua dulce per cápita del país, y en esta isla, es una de las más bajas de América Latina y el Caribe. Por esta razón, la población de la isla depende de las aguas subterráneas y de la desalinización como sus dos únicas fuentes de agua potable. Las aguas subterráneas, sin embargo, son muy limitadas y la sobreexplotación es una grave preocupación. Los pozos de extracción en New Providence cuentan con una capacidad máxima estimada de 5.600 m³/día, mientras que la demanda de los clientes fluctúa alrededor de 45.460 m³/día. Por esta razón, más del 90% del agua potable suministrada a la isla proviene de plantas de ósmosis inversa, que hacen que el producto tenga un coste elevado. En este contexto, las pérdidas de agua en la red de distribución, estimadas en cerca del 50% del agua producida, represen-

PERFORMANCE-BASED CONTRACT FOR NRW REDUCTION AND CONTROL STRATEGY. A BAHAMAS SUCCESS STORY

THE PURPOSE OF THIS ARTICLE IS TO PRESENT THE CONTEXT, PREPARATION AND IMPLEMENTATION PROGRESS OF THE BAHAMAS WATER AND SEWERAGE CORPORATION'S (WSC) AND MIYA PERFORMANCE-BASED CONTRACT (PBC) FOR NON-REVENUE WATER (NRW) MANAGEMENT IN NEW PROVIDENCE, BAHAMAS. THIS INNOVATIVE CONTRACT WAS IMPLEMENTED AS PART OF THE IDB LOAN PROJECT: WSC SUPPORT PROGRAM – NEW PROVIDENCE WATER SUPPLY AND SANITATION SYSTEMS UPGRADE.

Specialists from all international organizations, and managers and policymakers will gain an in-depth look into how this project was formulated, and how it was, and still is, being implemented and monitored. They can also gain lessons of experience on NRW and the use of PBCs from the experience of the Bahamas.

Background

In 2012, The Bahamas Water & Sewerage Corporation (WSC) contracted Miya to conduct a 10-year NRW reduction project. As a part of this contract, Miya Bahamas was required to reduce Non-Revenue Water (NRW) in the New Providence distribution system from 6.87 MIG/d to an annual average of 2.5 MIG/d by year 5 and to 2 MIG/d by year 7.

The island of New Providence, on which this program is centered, accounts for approximately 70% of the population of The Bahamas (351,000 inhabitants). The availability of renewable freshwater per capita in the country, and on this island, is one of the lowest in Latin America and the Caribbean. For this reason, the island population relies on groundwater and desalination as its only two drinking water sources. Groundwater, however, is very limited and over-abstraction is a serious concern. The well fields in New Providence had a maximum estimated capacity of 1.5 MIG/d, while customers' demand fluctuates around 10 MIG/d. For this reason, over 90% of the drinking water supplied to the island comes from reverse osmosis plants, which yield a comparatively expensive product. In this context, the water losses in the distribution network, estimated to be close to 50% of the water produced, were considered economically and financially unacceptable. These losses originated from leaks in the network, unauthorized consumption, and metering inaccuracies.

Performance

The Baseline Survey Report showed that the Baseline of NRW in New Providence in 2011 was 6.87 MIG/d at an annual average system pressure of 24.6 psi and with an N₁ pressure-leakage exponent of 0.9. The leakage exponent (N₁) shows the interdependency of leakage on pressure. N₁ values have been typically found to range from 0.5 to 2.5, depending on pipe material and level of leakage. Miya designed an NRW Reduction Strategy to ensure that all contractual conditions are met, starting from this baseline level.

The NRW reduction strategy was designed to meet and maintain the NRW target level of 2.5 MIG/d at an annual average pressure of 25 psi by 2018, and



taron un aspecto económico y financieramente inadmisibles. Estas pérdidas se originaron por filtraciones en la red (pérdidas físicas), consumo no autorizado, y equivocaciones en la medición.

Desarrollo del proyecto

El Informe de Línea Base del 2012 mostró que la cantidad inicial de ANR en New Providence en 2011 era de 31.230 m³/día con una presión media anual del sistema de 24,6 psi y con un exponente de fuga N₁ igual a 0,9. El exponente de fuga (N₁) muestra la interdependencia de la fuga con la presión. Se ha comprobado que los valores de N₁ suelen oscilar entre 0,5 y 2,5, dependiendo del material de la tubería y el nivel de la fuga. Miya diseñó un modelo de reducción de ANR para asegurar que se lograsen todas las obligaciones contractuales, a partir de los datos iniciales obtenidos. La estrategia de reducción de ANR se diseñó para alcanzar y mantener el nivel objetivo de ANR de 11.365 m³/día a una presión media anual de 25 psi para 2018 y para seguir reduciendo y manteniendo el nivel objetivo de ANR hasta 9.100 m³/d para 2019 y mantener este nivel hasta 2022.

La estrategia de ANR incluía datos sobre la condición, el rendimiento, el funcionamiento y el mantenimiento de los activos del sistema de distribución de la WSC en New Providence, así como su impacto en la gestión de ANR, con el fin de proporcionar una clara comprensión de la estrategia propuesta. En el informe también se detallaba la modelización de las fugas realizada con la metodología de la International Water Association (IWA), que incluía un análisis de los componentes de las fugas y pérdidas y un análisis económico de las diversas estrategias de reducción del ANR, en el cual se detallaba cada componente de la estrategia propuesta.

Los principales indicadores de rendimiento de la IWA para el balance hídrico anual que se llevó a cabo en 2011 fueron: ANR como % de la entrada del sistema por volumen: 57,8%; ANR como galones/conexión/día: 147; Pérdidas aparentes como galones/conexión/día: 9; Pérdidas reales como galones/conexión/día: 136 y el ILI (Infrastructure Leakage Index): 27,5. De estos datos se desprende que el 92% del volumen total de ANR eran debido a las pérdidas reales.

Por lo tanto, la estrategia de reducción del ANR se centró principalmente en la reducción de las pérdidas reales. La presión media del sistema de 24,6 psi en 2011 supuso un aumento significativo con respecto a las 19 psi estimadas por WSC durante el período de licitación.

Este aumento de la presión del sistema es una de las razones por la que los volúmenes de pérdidas reales han aumentado con respecto a los datos proporcionados en los pliegos de licitación, pero a su vez, también significa que había un mayor margen para reducir las pérdidas mediante la gestión de la presión y como consecuencia la aparición de fugas al comienzo de la ejecución del proyecto.

Particularidades del programa que condujeron al éxito

- Contrato Basado en el Rendimiento: Resultados que deben alcanzarse y mantenerse posteriormente. Esto nos permitió flexibilidad para lograr los objetivos al mismo tiempo que se minimizaban los trabajos innecesarios.
- Selección de subcontratistas en base a sus capacidades en lo que respecta a diseño e implantación
- El mecanismo de pagos en base al rendimiento se estableció en un 30%, y fueron directamente vinculados con los logros tangibles del Proyecto
- El componente de pagos por rendimiento representa una garantía para el proyecto (por lo tanto,

to further reduce and maintain the NRW target level of 2.0 MIG/d by 2019, and maintain this level until 2022.

The NRW strategy included details of the condition, performance, operation and maintenance of the WSC distribution system assets in New Providence, as well as their impact on NRW management in order to provide a clear understanding of the reasons for components of the proposed strategy. The report also detailed the leakage modelling undertaken using the International Water Association (IWA) methodologies, including a component analysis of breaks and background losses, an economic analysis of the various NRW reduction strategies considered and details of each component of the proposed NRW reduction strategy.

The key IWA performance indicators for the 2011 annual water balance were NRW as % of System Input by Volume: 57.8%; NRW as igallons/connection/day: 147, Apparent losses as igallons/connection/day: 9, Real losses as igallons/connection/day: 136 and the ILI: 27.5. It can be seen from this data that 92% of the total NRW volume was attributable to real losses. The NRW reduction strategy was, therefore, primarily focused on reducing real losses. The average system pressure of 24.6 psi in 2011 was a significant increase over the 19 psi estimated by WSC during the tender period. This increase in system pressure is certainly one of the reasons that real loss volumes have increased, but it does mean that there was greater scope for pressure management to reduce real losses and break rates at the start of project execution.

Unique program features that drove the success

- Output-driven contract: the deliverable is the NRW level to be reached and later maintained, not a bill of quantities or specific civil works. That allowed flexibility and focus on achieving the goal while minimizing unnecessary works.
- Quality Based selection process to ensure quality of design and implantation
- High Performance Based Fees component of 30% directly related to the actual achievement of the targets creates an alignment with the utility
- High PB component also serves as performance guarantee (thus only a small guarantee is required for the implementation period)
- The turn-key holistic approach and the high PBF component ensure full accountability of Miya and the quest for optimum results
- As a contribution to the community, the project includes a water efficiency education program in local schools, including implementation of water conservation measures



sólo se ha requerido una garantía menor para el período de ejecución)

- El enfoque integrado de “llave en mano” asegura la plena responsabilidad de Miya y la búsqueda de los mejores resultados.
- Como apoyo a la comunidad, los proyectos incluyeron un programa de educación sobre el uso eficiente del agua en las escuelas locales, incluida la puesta en marcha de medidas de ahorro de agua.

Metodología

El modelo de reducción de ANR consiste en la reducción de las pérdidas reales, sin embargo, el volumen de las pérdidas aparentes se ha supervisado a lo largo del contrato y si las pérdidas aparentes hubiesen aumentado por encima del valor económico, se hubiesen llevado a cabo los trabajos necesarios para reducirlos. La práctica más eficiente para reducir las pérdidas reales gira en torno a la aplicación de los cuatro métodos básicos de la IWA. A continuación, las detallamos:

1. Análisis de los componentes de las pérdidas reales y fugas de fondo (Burst and Background Estimates, BABE)
El análisis de componentes, BABE en su sigla en inglés, desglosa en componentes el volumen global de pérdidas reales establecidas a partir del balance hídrico anual de la IWA, lo que permite determinar qué parte del volumen global de pérdidas reales es atribuible a los diferentes elementos del sistema de distribución.
2. Análisis de los mínimos nocturnos y del consumo diario de los distritos hidrométricos
El balance hídrico anual de la IWA determina el volumen global de ANR y cómo se desglosa en volúmenes de pérdidas reales y aparentes, sin cuantificar las pérdidas por distritos para priorizar la campaña activa de fugas. ANR.
3. Análisis histórico y geográfico de datos
El equipo a cargo del proyecto ha realizado un análisis geográfico de los datos históricos del software de gestión que la WSC posee sobre las pérdidas físicas en las tuberías y en las conexiones domiciliarias, con el fin de identificar los distritos con los mayores índices de rotura y fuga en conexiones por kilómetro. Durante la fase de ejecución, se reemplazaron más de 17.000 conexiones.
4. Análisis económico
Se realizó un análisis económico de todos los modelos de reducción de ANR posibles para desarrollar el proyecto de la manera más eficiente y de menor coste para New Providence. El análisis demostró que la frecuencia de intervención económica era de cinco meses y medio. Por lo tanto, se determinó el ritmo de la inspección de fugas, en millas, que se realizará durante cada año.

Sin embargo, el modelo de reducción ANR se ha ido perfeccionado periódicamente durante la ejecución del proyecto a medida que se han ido recopilando mejores datos y se ha ido adquiriendo experiencia. En el siguiente cuadro detallamos los objetivos anuales de reducción de ANR y la presión media anual.

Tabla 1. | Table 1.

Annual Average Target Annual Average Target Annual Average Target (Calendar Years)	Año 1 Year 1	Año 2 Year 2	Año 3 Year 3	Año 4 Year 4	Año 5 Year 5	Año 6 Year 6	Año 7 Year 7	Año 8 Year 8	Año 9 Year 9
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NRW (Migd) NRW (Migd)	6.0	5.0	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
NRW (g/conn/d) NRW (g/conn/d)	6.0	5.0	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
Average Annual Pressure (psi) Average Annual Pressure (psi)	129	103	79	57	45	45	35	33	32
Agreed Pressure Adjusted NRW REduction Target (Migd) Agreed Pressure Adjusted NRW REduction Target (Migd)	0.45	1.38	2.34	3.36	3.97	3.99	5.51	4.53	4.56

Methodology

The NRW reduction strategy concentrates on reducing real losses. However, the volume of apparent losses has been monitored over the course of the contract and if apparent losses increased above the economic value, work would have been undertaken as necessary to reduce apparent losses to the economic level. Current industry best practice for reducing real losses revolves around implementing the four IWA basic methods of managing real losses. The NRW strategy detailed in the following sections utilized all four of these methods.

1. Component Analysis of Breaks and Background Losses. The Breaks and Background Estimates (BABE)
The BABE component analysis disaggregates the overall volume of real losses determined from the IWA annual water balance into components, so that it is possible to determine how much of the overall real loss volume is attributable to the different components of the distribution system.
2. Analysis of Pressure Zone Nightlines and Total Daily Flow
The IWA annual water balance determines the overall volume of NRW and how this volume is broken down into real and apparent loss volumes, but it will not quantify the losses by area in order to inform the NRW reduction strategy.
3. Geographic Analysis of Historic Break Data
The project team undertook a geographic analysis of the historic work management data that WSC holds on mains and service line breaks in order to identify the sections of mains with the highest break rates per kilometer and the roads with the highest service line break rates per kilometer. During the course of the implementation phase, over 17,000 service connections were replaced as a result of this study.
4. Economic Analysis
An economic analysis of all suitable NRW reduction options was undertaken in order to develop the optimal least cost NRW reduction strategy for New Providence. The analysis showed that the economic intervention frequency (the interval between full comprehensive surveys, if undertaking a systemwide survey) is 5.5 months. Therefore, the pace of leak survey in miles to be performed during each year was determined.

However, the NRW reduction strategy has been regularly refined during project execution as better data is collected, and experience and data are gained from implementation of the components of the strategy. The annual targets for NRW reduction and average annual pressure are detailed in the following table.

The Project is composed of 2 phases of 5 years. In the first phase of the project, the implementation phase, several activities were undertaken by Miya including the following:

El proyecto consta de dos fases de 5 años cada una. En la primera fase del proyecto, la de ejecución, Miya llevó a cabo varias actividades, entre ellas destacamos:

- Número de conexiones sustituidas = 17,077
- Número de conexiones desconectadas = 5,724
- Número de fugas reparadas = 5,640
- Número de válvulas reductoras de presión instaladas = 32
- Número de dispositivos para controlar las válvulas de sectorización instalados = 245
- Número de sectores presurizados = 89
- Número de data loggers para el monitoreo de la presión instalados

La segunda fase del proyecto, 2017-2022, tiene como objetivo el mantenimiento de los activos de ANR ya instalados, la gestión de la presión, el mantenimiento de las zonas de presión incluyendo el control de las válvulas de sectorización para mantener los distritos hidrométricos aislados, el mantenimiento de los medidores de los grandes usuarios, la detección activa de fugas, entre otras acciones.

1. Kilómetros de tubería principal en los cuales se ha realizado la detección activa de fugas (hasta marzo de 2020) = 20,800 Km.
2. Número de medidores para grandes clientes reemplazados (marzo 2020) = 77
3. Número de medidores para monitoreo de caudales en el sistema restaurados / reemplazados (hasta marzo de 2020) = 106
4. Número de válvulas del sistema operadas (hasta marzo de 2020) = 2,723

Conclusiones

Los niveles de reducción de ANR alcanzados entre 2012 y 2017 han sido significativos y han constituido un hito dentro del proyecto reflejando el éxito logrado en la reducción de ANR. En 2019, el nivel de NRW se redujo a 9.100 m³/día, considerando el incremento de la presión media del agua y los retrasos en las reparaciones de las fugas.

Los elementos clave logrados durante el proyecto fueron la detección proactiva de fugas, las reparaciones rápidas, el uso de materiales adecuados, la gestión de la presión, la sustitución selectiva de los elementos de la red, la desconexión de las conexiones domiciliarias inactivas, la gran atención puesta en la medición del consumo de los grandes clientes y el mantenimiento de los activos a lo largo de los años. Otros componentes esenciales han sido la modelización hidráulica, la optimización de los sistemas, la continua actualización de los sistemas de información geográfica, la implementación y mantenimiento de sistemas SCADA en las estaciones de suministro y el uso una plataforma única de trabajo para la gestión de todos los datos (NETBASE).

El impacto económico del proyecto de reducción de ANR es significativo. Se han calculado los ahorros anuales de costes como resultado de la reducción del volumen de producción de agua del sistema y el aumento de los ingresos en comparación con el punto de partida. A finales de 2018, el ahorro de costes alcanzado por las reducciones en los volúmenes de entrada del sistema ya había ascendido a 31,5 millones de dólares, basándose en unos costes marginales de producción de 8,18 dólares / 1.000 galones. El aumento de los ingresos, en comparación al punto de partida, ascendió a 37,2 dólares. Así pues, MIYA estima que los beneficios financieros totales alcanzaron los 68,7 millones de dólares en 2018.



Mario Tavera
Project Manager de Miya Bahamas

- Number of service connections replaced = 17,077
- Number of service connections disconnected = 5,724
- Number leaks repaired = 5,640
- Number of PRVs installed = 32
- Number of boundary control devices installed = 245
- Number of DMAs established = 89
- Number of new pressure tapings installed = 180

The second phase of the project, 2017-2022, focused on the maintenance of the NRW assets already installed, pressure management, maintenance of DMAs including boundary control and large-customer meter maintenance, active leak detection, etc.

- Miles of main to be covered by active leak detection (until March 2020) = 20,800 Km.
- Number of large-customer meters replaced (March 2020) = 77
- Number of bulk meters refurbished / replaced (until March 2020) = 106
- Number of system valves to be cleaned /exercised (until March 2020) = 2,723

Conclusions

The NRW reduction levels achieved between 2012 and 2017 were significant and constitute the single most important accomplishment of the program. They reflect the overall success of the NRW reduction strategy. In 2019, the NRW level was reduced to 2.00 MIG/d, once average water pressure and the impacts of delays on leak repairs were taking into consideration.

The key elements of the strategy were proactive leak detection, rapid repairs, use of adequate materials, pressure management, selective replacement of network elements, disconnection of inactive service lines, large customer metering, and asset maintenance. Other essential components were hydraulic modeling, system optimization, GIS updating, SCADA, and the use of data management hardware and software (NETBASE).

The economic impact of the NRW reduction program is significant. Annual cost savings were calculated as a result of a reduction of the system input volume purchased and the increases in revenues compared with the baseline. At the end of 2018, the cost savings due to reductions in system input volumes had already amounted to US\$31.5 million, based on marginal production costs of US\$8.18 /1,000 gallons. The increase in revenue, compared to the baseline, amounted to US\$37.2. Thus, MIYA estimates that the total financial benefits amounted to US\$68.7 million by 2018.

