



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
San José, Costa Rica  
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-3336. aperez@aya.go.cr

**MEMORANDO**

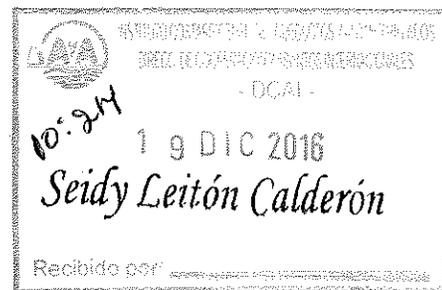
**PARA:** Oscar Izquierdo Sandí **FECHA:** 19 de diciembre del 2016  
**Cooperación y Asuntos Internacionales**

**DE:** Asdrúbal Pérez Alfaro *Asdrúbal Pérez Alfaro* **Nº. UEN-PyDZ4-GAM-2016-00235**  
**UEN Producción y Distribución Zona 4 GAM**

**ASUNTO: Informe de Curso Santa Cruz de la Sierra**

---

Para el respectivo procedimiento se adjunta informe del curso realizado en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. El mismo se realiza del 21 al 25 de Noviembre 2016.



C: Recepción Presidencia Ejecutiva, Presidencia Ejecutiva  
Archivo





**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y  
ALCANTARILLADOS**

**DEPENDENCIA: Mantenimiento de Redes, Zona IV**

**INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR**

**DEL 21 al 25 de Noviembre de 2016**

*“Gestión Eficiente de Redes de Distribución de Agua”*

*Fecha: 06 de Diciembre de 2016*



## Contenido

Ficha informativa:.....	4
Introducción .....	4
<b>Objetivos</b> .....	5
<b>Desarrollo del Informe</b> .....	5
<b>Agenda de la actividad</b> .....	6
Desarrollo de la Agenda: Sesiones (Diarias).....	9
<b>Tema 1: La eficiencia en las redes de distribución.</b> .....	10
<b>Tema 2: La gestión eficiente del servicio de distribución.</b> .....	11
<b>Tema 3: Sectorización de las redes de distribución.</b> .....	12
<b>Tema 4: La gestión de presiones en las redes de distribución</b> .....	14
<b>Tema 5: Gestión de riesgo al servicio de distribución de agua</b> .....	15
<b>Tema 6: Balance hídrico y gestión del agua no controlada</b> .....	15
<b>Visitas realizadas</b> .....	16
Conclusiones /acuerdos/Recomendaciones .....	17
Observaciones .....	18



## **Ficha informativa:**

País y ciudad visitada: Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Fecha de la visita: 20 al 26 de Noviembre de 2016

Funcionario(s) de misión AyA: Asdrúbal Pérez Alfaro.

Motivo del viaje: Participación del Curso "Gestión Eficiente de Redes de Distribución de Agua"

Contacto en el lugar de misión: *Centro de Formación de la Cooperación Española - AECID*

*Elías Humberto Sánchez Jiménez*

*Correo: ehsanchez@canalgestion.es*

## **Introducción**

El agua potable es un recurso indispensable para todos los procesos relacionados para la vida, en agricultura, usos domésticos, industrias, entre otros. La cantidad, calidad y continuidad del servicio de agua potable va estar relacionado directamente con los índices de desarrollo de una región o país. Por ende, la adecuada administración de infraestructura, como las redes de distribución es un pilar de mucha importancia para buscar la eficiencia en la gestión del recurso.

Los diferentes prestadores del servicio de agua potable de la región, tienen objetivo principal la adecuada distribución del recurso, sin embargo, dentro de esta gestión se puede ver afectada por diferentes condiciones, tanto climáticas, autóctonas, como técnicas, dentro de las cuales resumir en lo siguientes aspectos: fugas, y agua no contabilizada; estado de la red, calidad de agua, fiabilidad, calidad de la base de datos de los sistemas de distribución, indicadores de eficiencia, riesgos asociados al sistema y probabilidad de ocurrencia.

La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), es uno de los principales órganos de cooperación en España. Dentro de sus objetivos principales se encuentra el fomento, ejecución y gestión de proyectos y programas orientados al desarrollo. Además, orienta sus alcances a la lucha contra la pobreza y la consecución de un desarrollo humano sostenible en los países en vías de desarrollo.

El curso fue a cargo de coordinadores y colaboradores del Canal de Isabel II (Madrid, España), el cual fue orientado a un punto de vista de experiencias prácticas, combinando planteamientos teóricos y vanguardistas. Destacando en herramientas y técnicas innovadoras, que buscan la eficiencia en los diferentes sistemas de distribución de agua potable. Durante el desarrollo se logra identificar los diferentes avances técnicos y buenas prácticas que buscan la eficiencia en la distribución de agua; además, de identificar las diferentes estrategias para cumplir con este fin.

## Objetivos

- General:

El objetivo fundamental del curso es que las personas participantes dominen los conceptos del sector de la distribución de agua y sean capaces de diseñar, implementar y explotar una red sectorizada.

- Específicos:

- Dominar los conceptos de sector de distribución.
- Conocer el proceso completo de diseño, implementación y explotación de una red sectorizada.
- Entender los beneficios y los impactos derivados de la sectorización.
- Dominar los métodos de la gestión de presiones.
- Conocer los beneficios y posibles impactos provocados por la gestión de presiones.
- Conocer los últimos avances de gestión de presiones.
- Conocer el balance hídrico en los sistemas y, en particular, el volumen de agua controlada y no controlada.
- Entender la importancia de la gestión del agua no controlada, como suma de pérdidas reales y pérdidas aparentes.
- Saber cómo se puede gestionar las pérdidas de agua.

## Desarrollo del Informe

- Antecedentes

La región, de una manera general, ha presentado grandes deficiencias en lo concerniente a la distribución de agua potable a la población. Gran parte de nuestros países se preocupan solamente por el agua llegue hasta el usuario, no toman en cuenta la eficiencia del servicio y la forma que se puede mejorar, o bien el ordenamiento de las redes de distribución no se realizado de la mejor manera, muchas de nuestra ciudades han tenido un crecimiento exponencial y de igual manera las redes de distribución, que debido a esto se hacen prácticamente incontrolables, donde el mismo operador no conoce ni su propia red, no se logra hacer una distribución equitativa y uniforme a los usuarios.

En la actualidad, donde cada vez es más escaso el recurso para la distribución o su calidad esta siendo alterada, los diferentes operadores se están viendo obligados a girar sus miradas hacia la eficiencia en sus redes de distribución, en aras de asegurar la calidad, cantidad y continuidad del recurso a los usuarios que se les brinda el servicio.

Eficiencia es la medida en que el uso del recurso hídrico es el de menor costo energético y cumpliendo con los parámetros de suministro cuantitativo, calidad y presión dentro de rangos adecuados para las necesidades del usuario, con el menor porcentaje de desperdicio o pérdida razonable.

Las mejores prácticas de gestión eficiente implican primero que todo un diagnóstico que nos permita conocer el estado del arte, caracterizar y cuantificar preliminarmente los aspectos que están gobernando el comportamiento del sistema (tipo y antigüedad de los materiales de las tuberías, normas y especificaciones que pueden satisfacer, topografía de la zona, densidad de población, existencia o no de dispositivos que permiten controlar presiones (excesivas o deficitarias) y, muy importante, la presencia de aire en las tuberías, como un componente determinante en el flujo, etc.).

Las cumbres internacionales que periódicamente se realizan y en donde se adoptan acuerdos de protección del medio ambiente, la existencia de los organismos internacionales de financiamiento así como las organizaciones no gubernamentales, las agencias y los foros que monitorean el clima a nivel mundial así como los que tienen un rol normativo a nivel global, son una plataforma a nivel mundial para coadyuvar en la toma de conciencia de la necesidad apremiante de la adopción del concepto de eficiencia en la gestión de abastecimiento. Las técnicas adecuadas requieren el poder monitorear caudales y presiones en tiempo real y con registros de períodos significativos para poder ajustar por medio de dispositivos hidráulicos los caudales y presiones de servicio en cada sector. Coadyuvan la tenencia de registros de incidencias que afectan la prestación del servicio (averías), para identificar los sectores con falencias ya sea por exceso o por déficit de cualquiera de los parámetros. Es una metodología para caracterizar el comportamiento hidráulico por zonas.

## **Agenda de la actividad**

### **Lunes 21, Noviembre**

8:30 Traslado Hotel - Centro de Formación AECID.

8:45 - 9:00 Registro, entrega de documentación y credenciales.

9:00 - 9:30 Acto de Inauguración.

#### **D. José Lorenzo García- Baltasar García-Calvo**

Director del centro de formación de la Cooperación Española  
(AECCID) en Santa Cruz de la Sierra.

#### **D. Francisco Cubillo**

Subdirector de I+D+i

Canal de Isabel II Gestión, S.A.

**D. Elías Humberto Sánchez Jiménez**

Subdirector I+D+i / Dir. Innovación e ingeniería.

Canal de Isabel II Gestión, S.A.

9:30 - 10:30 Introducción al curso. Visión general de la eficiencia en el servicio urbano.

10:30 - 11:00 Café.

11:00 - 12:00 Tema 1: La eficiencia en las redes de distribución.

Tema 2: La gestión eficiente del servicio de distribución.

12:00 - 13:00 Almuerzo.

13:00 - 15:00 Discusión y trabajo en equipo sobre temas 1 y 2.

15:00 - 15:30 Café.

15:30 - 17:00 Conclusiones.

17:00 Traslado Centro de formación AECID - Hotel.

**Martes 22, Noviembre**

8:15 Traslado Hotel - Centro de Formación AECID.

8:30 - 10:00 Tema 3: Sectorización de las redes de distribución.

10:00 - 10:30 Café.

10:30 - 12:30 Tema 4: La gestión de presiones en las redes de distribución

12:30 - 13:30 Almuerzo

13:30 - 15:30 Discusión y trabajo en equipo sobre los temas 3 y 4.

15:30 - 16:00 Café.

16:00 - 17:30 Conclusiones.

17:30 Traslado Centro de formación AECID - Hotel.

### **Miércoles 23, Noviembre**

8:15 Traslado Hotel - Centro de Formación AECID.

8:30 - 10:00 Tema 5: Gestión de riesgo al servicio de distribución de agua.

10:00 - 10:30 Café.

10:30 - 12:30 Tema 5: Gestión de riesgo al servicio de distribución de agua.

12:30 - 13:30 Almuerzo

13:30 - 15:30 Discusión y trabajo en equipo sobre los temas 5.

15:30 - 16:00 Café.

16:00 - 17:30 Conclusiones.

17:30 Traslado Centro de formación AECID - Hotel.

### **Jueves 24, Noviembre**

8:15 Traslado Hotel - Centro de Formación AECID.

8:30 - 10:00 Tema 6: Balance hídrico y gestión del agua no controlada.

10:00 - 10:30 Café.

10:30 - 12:30 Tema 6: Balance hídrico y gestión del agua no controlada.

12:30 - 13:30 Almuerzo

13:30 - 15:30 Discusión y trabajo en equipo sobre los temas 6 y conclusiones.

15:30 - 16:00 Café.

16:00 - 17:30 Conclusiones.

17:30 Traslado Centro de formación AECID - Hotel.

### **Viernes 25, Noviembre**

8:15 Traslado Hotel - Centro de Formación AECID.

8:30 - 09:30 Evaluación del Curso.

09:30 - 10:00 Clausura del curso y entrega de certificados.

**D. José Lorenzo García- Baltasar García-Calvo**

Director del centro de formación de la Cooperación Española  
(AECCID) en Santa Cruz de la Sierra.

**D. Elías Humberto Sánchez Jiménez**

Subdirector I+D+i / Dir. Innovación e ingeniería.  
Canal de Isabel II Gestión, S.A.

12:30 - 13:30 Almuerzo

13:30 Traslado Centro de formación AECID - Hotel.

## **Desarrollo de la Agenda: Sesiones (Diarias)**

*Introducción al curso. Visión general de la eficiencia en el servicio urbano.*

En este apartado, se reciben palabras de bienvenida al evento, además, se indica a los participantes las normas a seguir en todo el periodo del curso, además, la presentación de los facilitadores del temario y la forma que se va desarrollar y evaluar el curso.

Facilitadores:

**D. Elías Humberto Sánchez Jiménez**

Subdirector I+D+i / Dir. Innovación e ingeniería.  
Canal de Isabel II Gestión, S.A.

**D. José Serrano Paradinas**

Subdirector I+D+i / Responsable de Investigación.  
Canal de Isabel II Gestión, S.A.

Temario a seguir en el transcurso del curso:

1. Qué es la Eficiencia
2. Eficiencia en las redes y en la Gestión del sistema.
3. Sectorización y gestión de presiones.
4. Riesgo al servicio.
5. Balance Hídrico y agua no controlada.

### **Tema 1: La eficiencia en las redes de distribución.**

El tema se desarrolla partiendo del concepto de eficiencia: cumplir con objetivos, en este caso en particular prestación de un servicio, empleando los menos recursos posibles. Para poder proyectar el concepto, propiamente a eficiencia en redes de distribución de agua potable, los operadores deben tener como base que se debe cumplir con la continuidad en el servicio, presión adecuada de servicio (dentro del marco que la reglamenta) y por último cumplir con los parámetros necesarios para que el agua no presente alguna amenaza para la salud. Todo esto empleando los menos recursos: agua, energía e infraestructura necesaria.

En búsqueda de un sistema eficiente, hay que tener claro que lo que no se mide no se puede controlar; por ende, se debe contar con equipo o herramientas que permitan monitorear y conocer las entradas y salidas (micro-medición) de los diferentes sistemas. Entendiéndose como entradas: fuentes, sistemas de almacenamiento, sistemas de bombeo, otros.

Un punto importante en la gestión para la eficiencia de un sistema de distribución, es de tener cuenta que todo sistema va contar con pérdidas, estas pueden ser por escapes de agua en las tuberías, pérdidas por mantenimiento en el sistema, consumos autorizados y no autorizados por el operador, limpieza de componentes del sistema, entre otros. La eficiencia de la gestión va estar en conocer y medir esas pérdidas, para poder proyectar procesos, estrategias o políticas para poder minimizarlas al máximo.

Para poder medir la eficiencia, tenemos que tener cuenta el agua que no se encuentra dentro de un sistema de medición (agua no contabilizada), este dato se obtiene básicamente de la resta de las entradas y salidas del sistema. El agua no contabilizada a su vez se divide en dos grandes apartados: pérdidas reales y pérdidas aparentes.

Las pérdidas reales: son aquellas por escapes de tuberías y estructuras, la utilizada en mantenimiento, sistemas de desinfección.

Las pérdidas aparentes, se identifican como aquellas pérdidas por el mal funcionamiento de un equipo de monitoreo de caudales, lo que dejan de contabilizar en la micro-medición, mal dimensionamiento de caudalímetro.

Para el cálculo de las pérdidas reales hay que tener siempre presente que se debe dar indicadores en porcentajes, ya que las entradas pueden variar en periodos de tiempo o estacionalmente, ocasionando que el cálculo del mismo no sea real. Dentro de herramientas que pueden brindar ayuda para el cálculo de pérdidas reales tenemos:

- Cálculo mediante Balance: básicamente es aplicar una matriz software, hoja de cálculo, con datos extraídos del monitoreo del sistema. Ejemplo Agua Rating
- Extrapolando los resultados de campañas de reparaciones: consiste en contar con historial georeferenciado de reparaciones de fugas en todas las tuberías existente en un sistema. Basados en ese dato se puede realizar un extrapolado para conocer el número de escapes que se pueden dar en un determinado período y comparar con las reparadas.
- Desde caudal mínimo nocturno: se basa en el monitoreo de los sistemas de almacenamiento por un caudalímetro, donde se puede identificar el promedio ideal de consumo en horario de baja demanda (2 - 5 am.), y comparar con alteraciones significativas en el caudal.

Es importante resaltar que para la aplicabilidad de estas herramientas es fundamental tener un SIG (sistema de información geográfica) lo más actualizado posible, además, de tener acceso e información confiable del área comercial.

Dentro de herramientas para contabilizar pérdidas aparentes tenemos:

- Indicadores porcentuales
- Indicadores sobre magnitud de red

## **Tema 2: La gestión eficiente del servicio de distribución.**

Dentro de este tema, se discute y se conoce sobre la herramienta Agua Rating, que viene hacer un sistema de evaluación de desempeño de los prestadores de servicio de agua potable y saneamiento. El sistema es realizado y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Asociación Internacional del agua, IWA por sus siglas en inglés.

El sistema evalúa un total de 112 elementos y brinda una calificación global de 0 - 100. La principal mente de este sistema de evaluación, es identificar puntos vulnerables y poder realizar y justificar potencial de mejora y planes de acción. En términos generales el Agua Rating nos permite:

- Conocer cómo estamos brindando el servicio
- Comparar objetivamente con otros operadores.
- Detectar fortalezas y debilidades.
- Potencial de mejora.

- Establecer planes o estrategias de acción
- Certificarnos.

El sistema evalúa 8 áreas de evaluación, que incorpora los 112 de elementos:

1. Sostenibilidad Financiera
2. Acceso al servicio
3. Calidad de servicio
4. Sostenibilidad ambiental.
5. Eficiencia en la Planificación y ejecución de inversiones.
6. Eficiencia en la operación.
7. Eficiencia en la gestión empresarial.
8. Gobierno Corporativo.

### **Tema 3: Sectorización de las redes de distribución.**

En términos generales, en redes de distribución de agua potable se puede considerar la sectorización como la base o la estrategia que encamina a una distribución más eficiente, mejorar el monitoreo tanto de calidad como de presiones, cualquier anomalía puede ser más fácil de identificar, entre otros aspectos. Se basa en la frase del emperador Romano Julio Cesar "divide y vencerás", es dividir un determinado sistema de distribución en otros más pequeños, para tener control sobre los consumos, un ordenamiento de redes, gestión de presiones, mejorar el mantenimiento y calidad, la adecuada planificación para nuevos desarrollos y mejores criterio de inversión el acueducto.

Diseño de Sectores de redes de distribución:

Información y herramientas: esta es la base para llevar acabo una sectorización, no se puede pensar en sectorización sin contar con SIG actualizado y en constante actualización. Además, hay que tener en cuenta las obras que tenemos dentro de los sistemas para su aprovechamiento en la sectorización, realizar una comunicación con los usuarios ya que puede haber variaciones, principalmente de presiones de servicio. Otros aspectos importantes es tener el sistema comercial actualizado y a la mano (identificar usuarios prioritarios), poder implementar telecontrol para el monitoreo de diferentes parámetros, conocer todos aquellos proyectos o estudios que se han realizado en el sistema y por último debe de haber todo involucramiento de departamentos: operación, mantenimiento, calidad, comercial y fomentar la buena comunicación.

Criterio de diseño de sectores: dentro de algunos criterios para el diseño de de los sectores tenemos:

- Topología de la red existente.
- Altimetría.
- Condiciones de presión de servicio, si vamos a tener presiones que alteren el servicio y ocasionen problemas es mejor replantear o desistir de la sectorización.
- Número de entradas que puede tener el sector.
- Calidad.
- Obras necesarias.
- Nuevos desarrollos urbanísticos.
- Nuevas líneas de tubería.
- Finales de tuberías.

Implantación: llevar a cabo la ejecución de la sectorización, realizando pruebas para que la misma funcione adecuadamente. Como vamos hacerlo posible, donde necesitamos los caudalímetros (contemplando el dimensionamiento de los mismos), válvulas de corte o automáticas para el control de presiones.

Actualización continua: ya con la implementación de la sectorización podemos tener más control sobre el servicio que se brinda y de los activos que cuenta el operador, es el momento para monitorear los resultados y sacar conclusiones con respecto al sistema. Cabe recalcar, que este punto es de suma importancia, ya que permite identificar si la sectorización arroja resultados positivos, no siempre se puede sectorizar, hay condiciones de red que no permiten la sectorización, ya que ponen en riesgo la calidad, continuidad o cantidad del servicio. Basados en la actualización y evaluación podemos determinar si el sistema necesita más entradas o al contrario, abarcar un área mayor u otros aspectos para mejorar.

Para realizar el estudio de la sectorización debemos de tener en cuenta aspectos como:

Delimitar y conocer la zona de estudio: básicamente es conocer todo el ámbito de estudio, válvulas de corte con que contamos (por medio de un ID), caudalímetros, cotas, errores y anomalías en el SIG, zonas de presión, componentes del sistema y mediciones.

Análisis de consumo: de igual manera es conocer los consumos tenemos para detectar posibles alteraciones, además de que grandes consumidores tenemos y el consumo imputado.

Análisis de avisos e incidencias: es contar o crear con un historial georreferenciado de roturas y fugas, faltas de presión y calidad; con la finalidad de realizar proyecciones.

Definición de la red de transporte (definición de sectores): tenemos que tener un modelo hidráulico, tener identificados las alimentaciones principales y posibles alternativas de suministros, identificadas las válvulas frontera, elementos de medida y control y por último determinar aquellas obras prioritarias y de mejor del funcionamiento.

Para el adecuado mantenimiento de la sectorización hay que tener aspectos importantes como información actualizada, fiable y disponible. Es de suma importancia tener sistema de información y de control, para el monitoreo de diferentes parámetros en el sistema de distribución.

#### **Tema 4: La gestión de presiones en las redes de distribución**

El objetivo principal de realizar gestión de presiones en un sistema, es la de minimizar fugas, tanto las que afloran a simple como las que no. Además, es un parámetro normado en la región. Para poder acabar dicha gestión, es necesario monitorear y controlar las presiones estáticas y dinámicas. Con respecto a la presión estática, lo que se debe buscar es que la presión de consumo tenga un comportamiento similar al caudal consumo, en gráficas. Este objetivo se puede lograr con el modelado de colación de válvulas automáticas que cumplan con este objetivo.

El uso de tecnología y monitoreo constante es de suma importancia para la adecuada gestión y proyección de mejoras o de inversión en el sistema. La implantación de un plan para la gestión de presiones se puede visualizar de la siguiente manera:

##### Gestión de Presiones estáticas

- Confinamiento.
- Instalación válvulas automáticas.
- Monitoreo puntos críticos.
- Definir consigna de presión.
- Puesta en marcha.

##### Gestión de presiones dinámica o inteligente

- Confinamiento.
- Instalación válvulas automáticas.
- Adecuación y acondicionamiento.
- Monitorización puntos críticos.
- Diseño de curva
- Ficha de implantación.
- Puesta en marcha.

## Tema 5: Gestión de riesgo al servicio de distribución de agua.

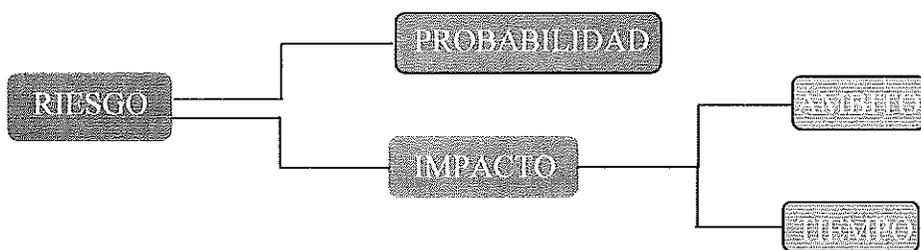
Todo cambio en un sistema de de distribución va traer riesgos asociados, en el caso de la sectorización y gestión de presiones no es la excepción. La eficiencia del operador, está en lograr identificar los riesgos asociados, graficarlos, monitorearlo, con la finalidad de tomar acciones para minimizar el impacto de las mismas.

Con buen programa de monitoreo y seguimiento, crear una base de datos, se puede identificar "puntos Calientes", puntos donde es necesario una intervención, ya sea por medio de una inversión para cambio de tubería, puntos de desinfección, mejora en presiones, planes de renovación, entre otros. Hay que tener en cuenta que este tipo de estrategias, políticas o acciones, va ayudar a minimizar los riesgos asociados a la prestación del servicio, no necesariamente el índice de fugas de un área determinada zona. Dentro de los riesgos asociados a calidad inadecuada del servicio tenemos:

- Percepción de usuario: identificar avisos, reportes en un GIS.
- Análisis de Calidad: de igual manera una base de datos en GIS.
- Edad del agua: pérdida de cloro residual por bajas velocidades y malas condiciones de las estructuras de transporte.
- Vulnerabilidad: que tenemos para la operación y mantenimiento del sistema.

Dentro de los riesgos asociados por presión inadecuada, se puede establecer una metodología basados en: Modelos de simulación - Registros de telecontrol - Avisos de usuarios.

Un diagrama que nos ayuda comprender de una manera general el modelo de riesgos, es que se detalla a continuación



## Tema 6: Balance hídrico y gestión del agua no controlada.

El balance hídrico dentro de una red de distribución, se puede resumir en realizar una fotografía de nuestro sistema, donde se logró visualizar las entradas y salidas del recurso, en ámbito delimitados, en periodo determinado y con un método establecido y funcional para el objetivo. Para realizar un balance que nos ofrezca resultados lo más reales, hay que tener en cuenta que medir es mejor que calcular y calcular es mejor que estimar; por ende, la importancia tener la

mayor y mejor información requerida de nuestro sistema, y la misma tiene que estar lo mejor actualizada posible.

Para un cálculo de balance, existen una variedad de herramientas para ese fin, una de las más conocidas y utilizadas es la que distribuye la IWA, donde los aspectos cuantificados se pueden resumir de la siguiente manera:

Entradas de agua al Sistema, cuantifica las entradas de un determinado sistema en una medida y con cierta fiabilidad. Se su defecto se debe de calcular y en más defecto una estimación.

Agua contabilizada y cobrada: cuantifica aquellos procesos de micro-medición del sistema y lo lleva al balance. Pueden ser medidas o estimadas

Agua contabilizada y no cobrada: son aquellas mediciones en micro-medición, sin embargo, solo se quedan en el proceso de medición y no entran dentro de la parte de facturación económica. A modo de ejemplo podemos citar: escuelas - asentamientos ilegales, colegios, instituciones públicas, entre otros.

Errores en la micro-medición: por su naturaleza el contador tiene un margen de error, error porcentual, deja de registrar normalmente en caudales bajos. Este tipo de error debe ser calculado o estimado y realizar la suma de los mismos para poder ser ingresado dentro del balance.

Riegos autorizados no contabilizados: son aquellos caudales que son permitidos para ciertos procesos de riego, principalmente en parques o en las mismas instalaciones del operador, sin embargo no se realiza un proceso de contabilización.

Usos Propios autorizados no contabilizados: son aquellos usos que se le da al sistema para mantenimiento y que no están siendo contabilizados. Se calcula con formulas el volumen empleado en determinadas operaciones.

Fraudes: en este punto se estiman aquellas conexiones ilícitas que pueden existir en el sistema.

Pérdidas reales en roturas registradas: cada rotura debe ser registrada en un sistema, con aspectos de tiempos desde el reporte y hasta cierre del polígono. El caudal se calcula con fórmulas hidráulicas y se suman todas dentro del período.

Pérdidas reales ocultas: se calcula por diferencia en el balance.

### **Visitas realizadas**

El desarrollo del curso se llevo únicamente dentro de las instalaciones del centro de formación AECID

## **Conclusiones /acuerdos/Recomendaciones**

La gestión eficiente de los sistemas de distribución de agua constituye un motivo de estudio, que debe estar siempre en un procedimiento de monitoreo, actualización y innovación, por parte de los diferentes operadores. Donde las acciones orientadas para este fin deben de ser de carácter prioritario para el desarrollo de comunidades, sectores y del país en general.

Esta experiencia ha mostrado la forma en que se puede gestionar de una forma adecuada y siguiendo una serie de estrategias, la adecuada gestión de redes de distribución. A partir de generación de la adecuada y relevante información, adecuados recursos para este fin. No se trata solo de "salir" reparar fugas, ya que esto no es la forma de reducir pérdidas y mucho menos buscar la eficiencia.

El proceso de sectorización tiene sus ventajas y desventajas, por ende, se debe dar el adecuado proceso de evaluación para identificar si hay factibilidad de sectorización o sencillamente corregir ciertos procesos sobre la marcha.

Ventajas de la sectorización:

- Las redes primarias y secundarias serán más eficientes.
- Fallas en el sistema puede minimizarse.
- En caso de un daño se minimiza la afectación del servicio a los usuarios.
- Mejor distribución del recurso en determinado sector.
- Permite balances hídricos por sectores.

El operador debe crear un compromiso y además, crear los procedimientos adecuados para que se de un involucramiento de los diferentes departamentos que deben de actuar directamente e indirectamente en un proceso de sectorización y de gestión eficiente.

Con el adecuado proceso de gestión de presiones, se mejora la eficiencia hidráulica en las redes, donde se puede obtener mejor control del gasto, se recuperan volúmenes y se reduce las pérdidas de agua.

Se logra evidenciar que la gestión de riesgos, asociado a un sistema de distribución, va más allá al riesgo asociado a una ruptura de tubería, el riesgo va estar directamente relacionado a la calidad de servicio que se les brinde a los usuarios. La adecuada gestión de riesgos puede permitir al operador identificar aquellos eventos peligroso y estimar el riesgo; priorizar medias de control o la necesidad o no de implementar medidas adicionales e incluso estrategias o políticas para minimizar el impacto.

Es relevante que los operadores cuente con sistema de gestión de riesgo, donde se considere no solamente el enfoque de monitoreo de calidad de agua, si no que se que se integre una gran variedad de variables, herramientas que incluyan factores operacionales, presiones, reportes de usuarios, características hidráulicas del sistema, entre otros, que puedan alimentar la adecuada gestión del riesgo.

Con respecto al balance hídrico de un sistema de distribución, se resalta la importancia de un GIS actualizado y de la fiabilidad de los datos para su aplicación. El rendimiento porcentual o absoluto tiene que ser analizados y vistos no como una nota si no como un punto de partida para mejora, analizar las fortalezas y deficiencias para oportunidades de mejora e inversión.

Acuerdos:

Más que un acuerdo es un compromiso personal con la institución, de poder llevar los conocimientos adquiridos para la aplicación en el campo. Empezando con la recolección y levantamiento de información del sistema de Chiverrales (zona IV) y San Jerónimo, para iniciar el proceso de sectorización, gestión de presiones y indicadores de riesgo para el sistema escogido. Cabe recalcar que se está iniciando con el ante proyecto para exponer ante las jefaturas pertinentes, para dar inicio con sistemas pequeños de la zona, en aras de realizar evaluación y obtener conclusiones y proyectar a sistemas de mayor magnitud en un futuro.

Recomendaciones:

Es necesario que la institución fortalezca programas de supervisión y mantenimiento de sitios de control y medición de diferentes parámetros dentro de los sistemas de distribución.

De igual manera se deberán implementar programas para verificar que las válvulas en los sitios de control y entradas a los subsectores no tengan movimientos o variaciones en su apertura para no afectar el funcionamiento del sistema.

Se deberá tener una buena comunicación con el personal de operación, ya que son las personas autorizadas para realizar movimientos en la red, y que a su vez tengan un buen conocimiento del sistema en conjunto para que lo operen de manera correcta y eficaz.

Se deben detectar y reparar las fugas.

## **Observaciones**

Agradecer a la institución por darme el tiempo para participar del curso y poder obtener conocimientos para ser aplicado dentro de las funciones propias dentro del AyA.



Asdrúbal Pérez Alfaro

Jefe Técnico, Mant. Redes zona IV

