

Primer seminario

¿Organismo de agua tradicional o moderno?: Calculadora para una evaluación rápida y sencilla

Diciembre 2022

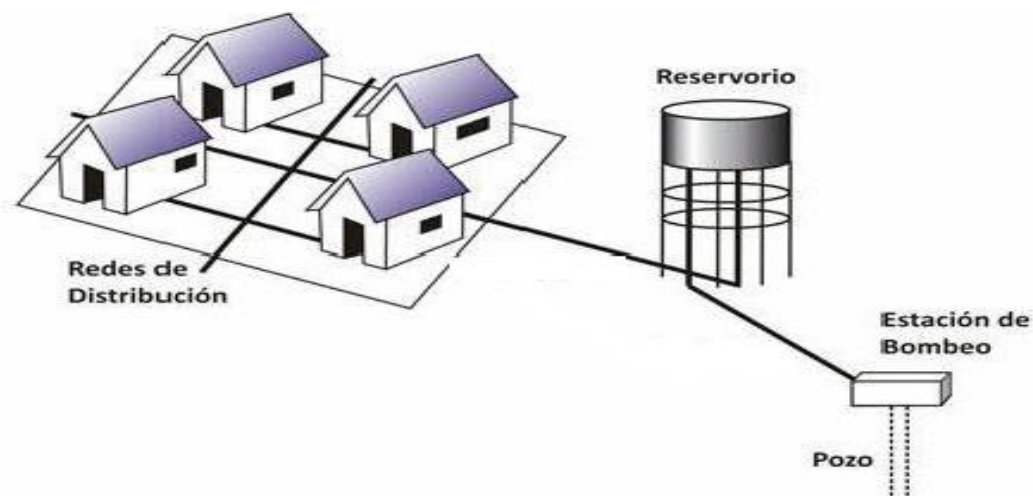
Contenido



- ❑ **Objetivos**
- ❑ **Metodología**
- ❑ **Antecedentes**
- ❑ **Instrumentos predecesores**
- ❑ **WSI-Calc**
- ❑ **Sistema tradicional de agua potable**
- ❑ **Identificación de problemas, retos y áreas de oportunidad de mejora en un sistema tradicional**
- ❑ **Transición a un sistema de suministro y distribución de agua potable inteligente**

Objetivo general

Proporcionar a los organismos operadores de servicios de agua, una herramienta que ayude a una mejor comprensión de su sistema y con ello determine sus áreas de oportunidad para avanzar en una mejor gestión.



Objetivos específicos

- Diagnosticar y clasificar el tipo de sistema de abastecimiento y distribución de agua que se tiene, utilizando la herramienta WSI-Calc.
- Identificar áreas de oportunidad para lograr los mejores y tangibles resultados, e incrementar la capacidad de una empresa de agua y avanzar de un sistema de básico/tradicional a un sistema inteligente.



Metodología



- Utilizar la matriz de mejora del sistema de agua o calculadora (WSI-calc) permite a cualquier empresa de servicios públicos o usuarios de agua pueda comprender en qué nivel operativo se encuentran y qué hacer para pasar al siguiente nivel.

Metodología

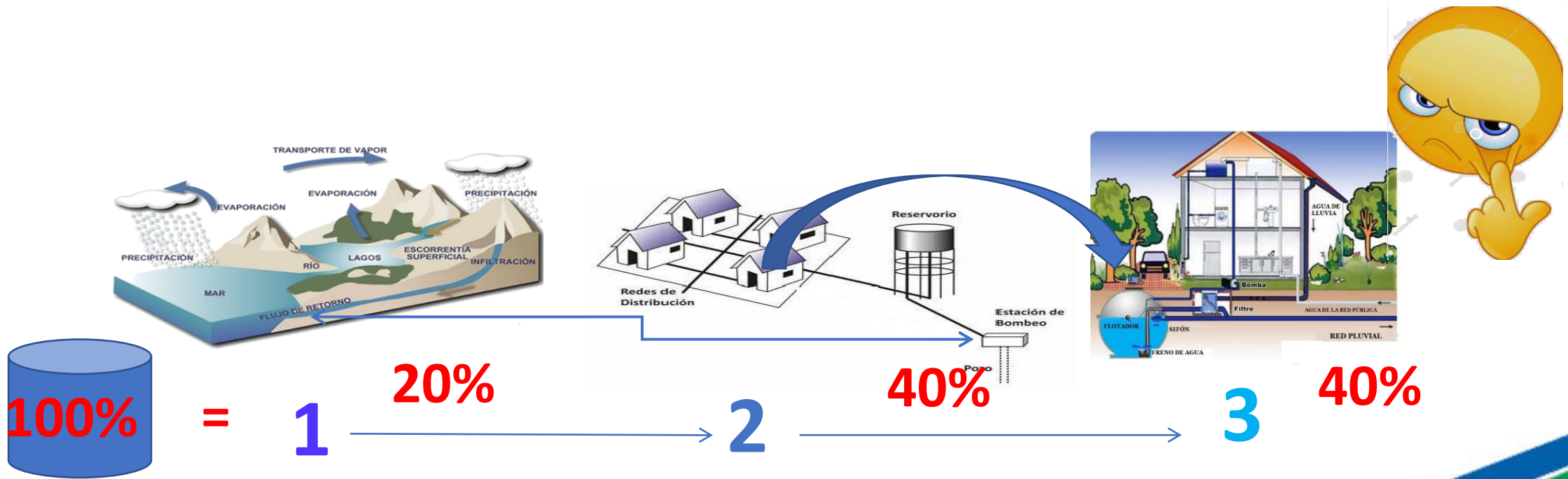


- Como resultado la WSI-Calc arroja un sistema de puntuación, basado en los componentes y elementos de juicios de las áreas evaluadas.
- Esta herramienta proporciona a una empresa de servicios públicos una evaluación general del rendimiento de su sistema, que le permite jerarquizar en donde invertir.

Antecedentes



- Podemos identificar tres caminos que recorre el agua: **CICLO DEL AGUA**, **CICLO URBANO DEL AGUA** y **CICLO DEL AGUA EN TU CASA**
- En estas travesías puede perderse grandes volúmenes de agua, del 100% del agua que se pierde después que lo extraemos (**EFICIENTES**)



Antecedentes

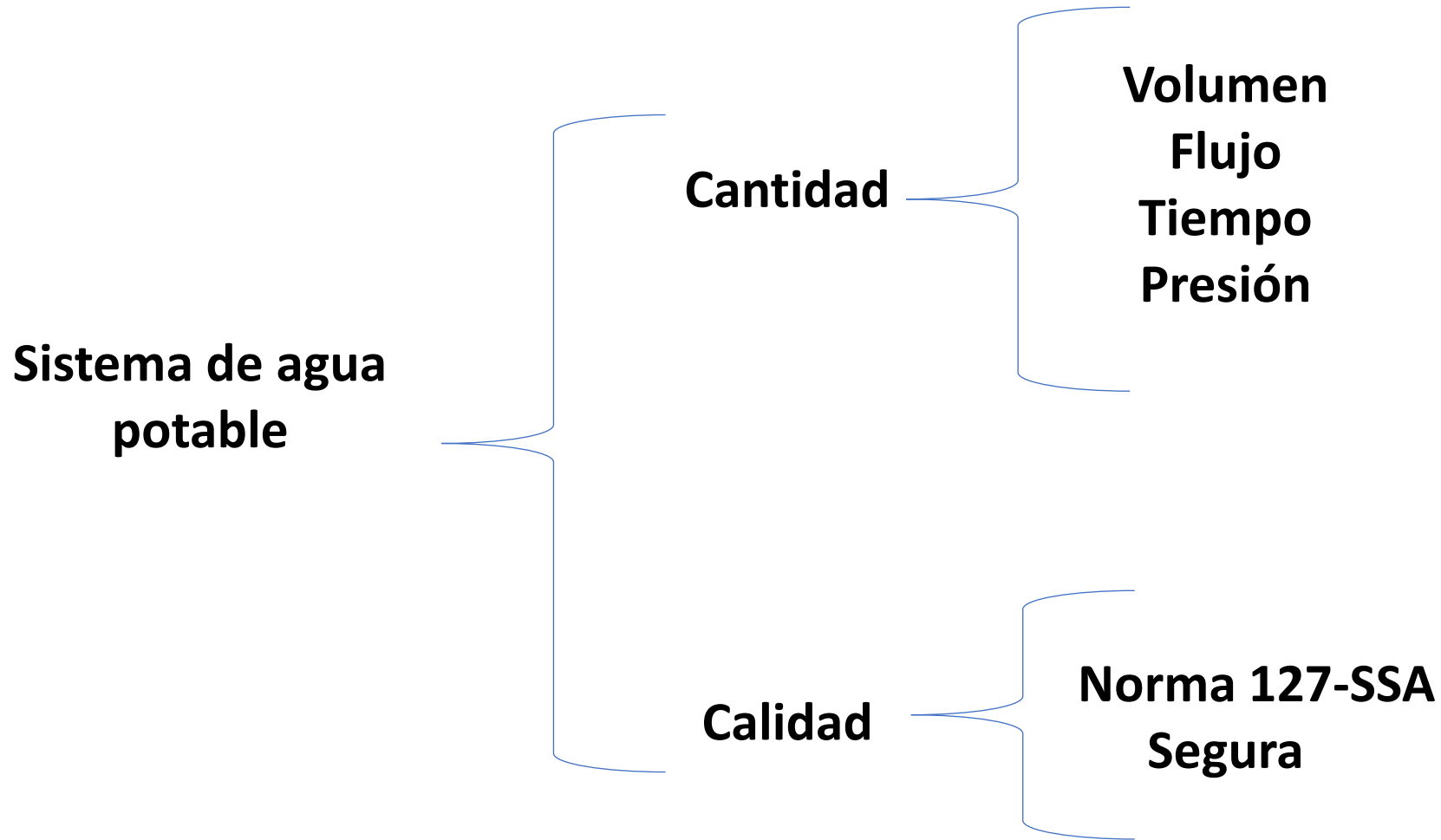


El organismo operador en México tiene el objeto general de prestar los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

En este seminario tocaremos solo la parte del ciclo urbano con respecto al agua potable, lo que incluye el sistema de abastecimiento y distribución.

El propósito principal de este sistema es entregar agua, de calidad potable y segura a todas las propiedades que están conectadas al sistema.

Componentes a evaluar



Servicio de distribución de agua potable

Los organismos que brindan el servicio de distribución de agua potable deben afrontar diversas problemáticas, las cuales se presentan en cada una de las actividades que desarrollan, desde sus funciones administrativas, financieras y técnicas.



El sistema es un ente vivo

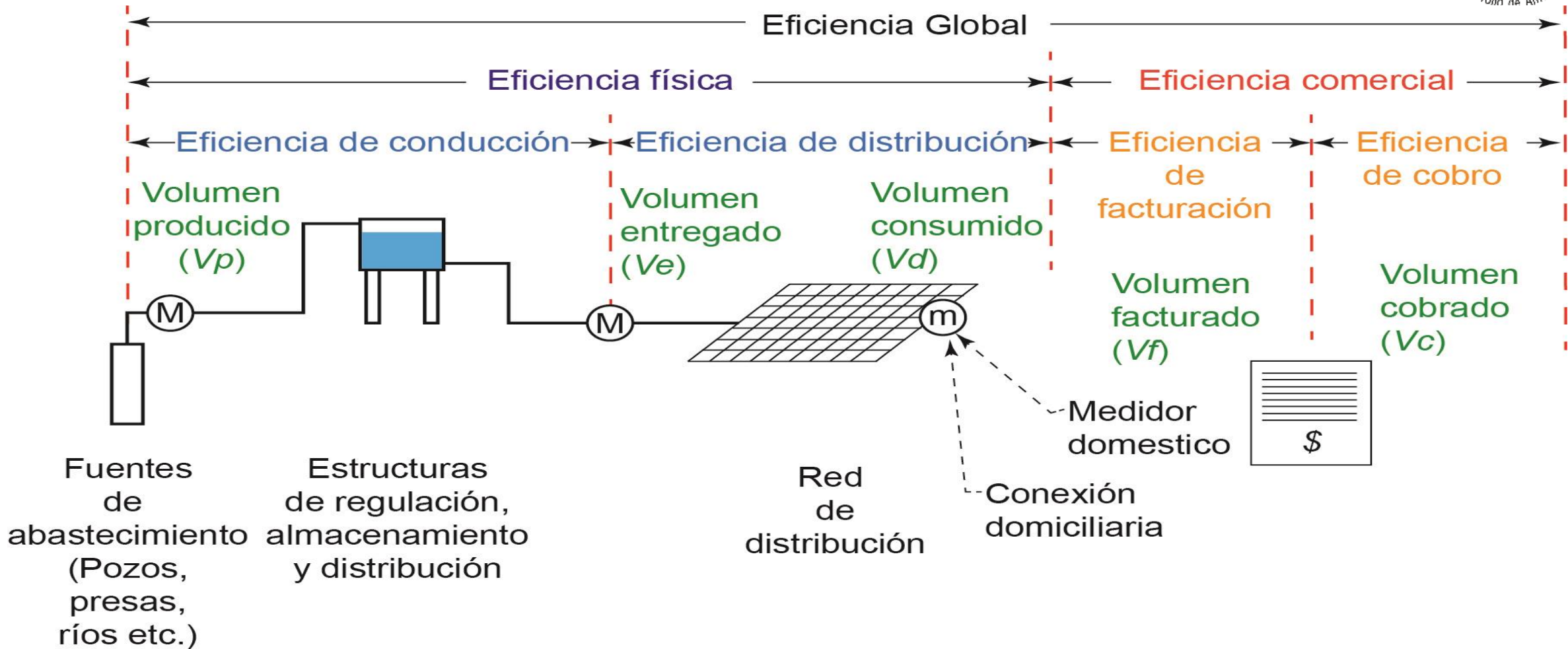
- En constante cambio, crecimiento y envejeciendo
- El funcionamiento de la red se ve afectado por estos cambios o ampliaciones.
- Esto obliga a los operadores a cambiar las políticas de funcionamiento.
- Esta operación afecta la calidad del servicio y los cambios de presión.



Subsistemas o componentes



Como se evalúan los subsistemas



Instrumentos predecesores

A través del Grupo de Especialistas en Pérdida de Agua y sus Grupos de Trabajo, la IWA ha establecido varias pautas relevantes, incluido el Balance de agua estándar de IWA y el Balance básico de estrategias de gestión para la reducción y control de pérdidas de agua.

La matriz de mejora del sistema de agua o calculadora WSI-Calc fue propuesta como complemento para el análisis y definición de la clasificación del tipo de sistema de agua que tenemos.



Balance IWA



System Input Volume	Authorised Consumption	Billed Authorised Consumption	Billed Metered Consumption (including water exported)	Revenue Water	
			Billed Unmetered Consumption		
	Water Losses	Unbilled Authorised Consumption		Unbilled Metered Consumption	Non- Revenue Water (NRW)
				Unbilled Unmetered Consumption	
	Water Losses	Real* Losses	Apparent* Losses	Unauthorised Consumption	
				Metering Inaccuracies	
Leakage on Transmission and/or Distribution Mains					
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks		
			Leakage on Service Connections up to the measurement point		

<https://www.leakssuitelibrary.com/iwa-water-balance/>

Indicadores clave de rendimiento

Expresar el volumen de agua no contabilizada y sus componentes como un porcentaje simple de la entrada del sistema suele ser fundamentalmente engañoso, en términos de:

- Establecimiento de objetivos y seguimiento de cambios en el desempeño de la gestión.
- Comparativas de eficiencia técnica de gestión entre organismos.
- Conclusiones generales sobre la gestión de ANR y sus componentes.
- Balance de agua que muestran el agua exportada y el agua suministrada.

***TODOS los KPI tienen limitaciones:
¡Conocer antes de elegir!***

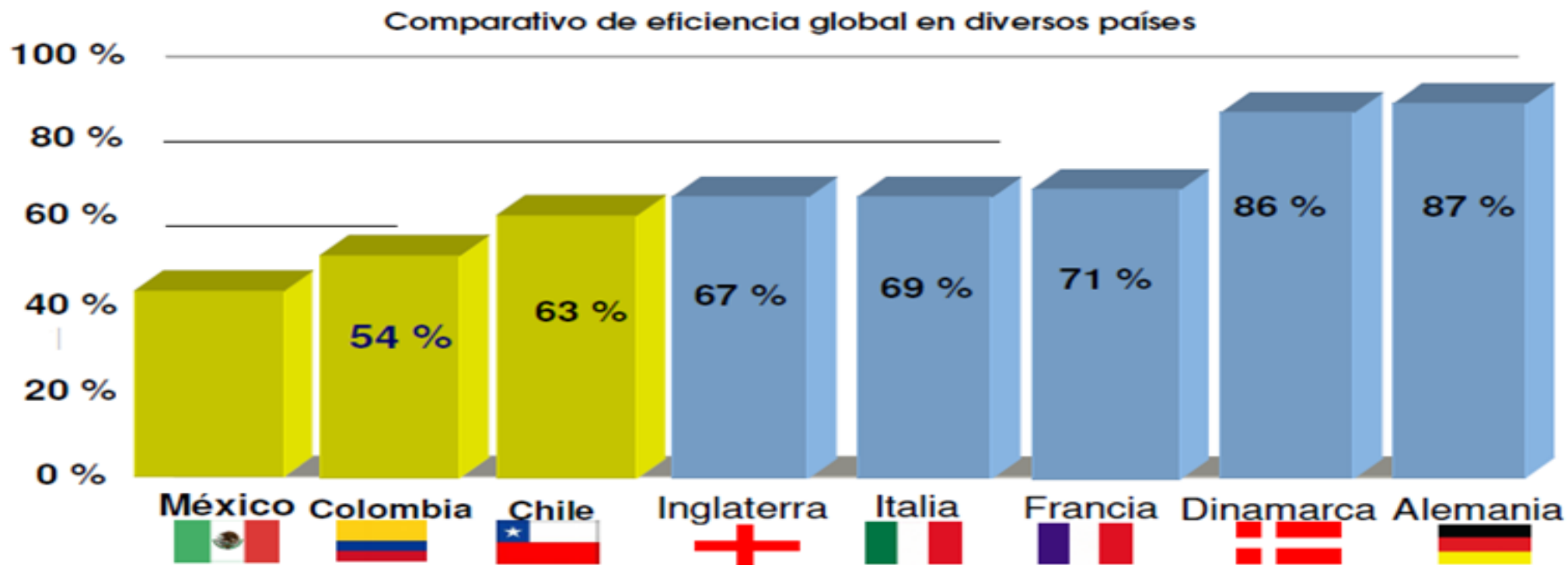
<https://www.leakssuitelibrary.com/iwa-water-balance/>

PIGOO- IMTA



Al 2017 se reporta una eficiencia global promedio, del 45.27 % (www.pigoo.gob.mx)

Comparativa internacional

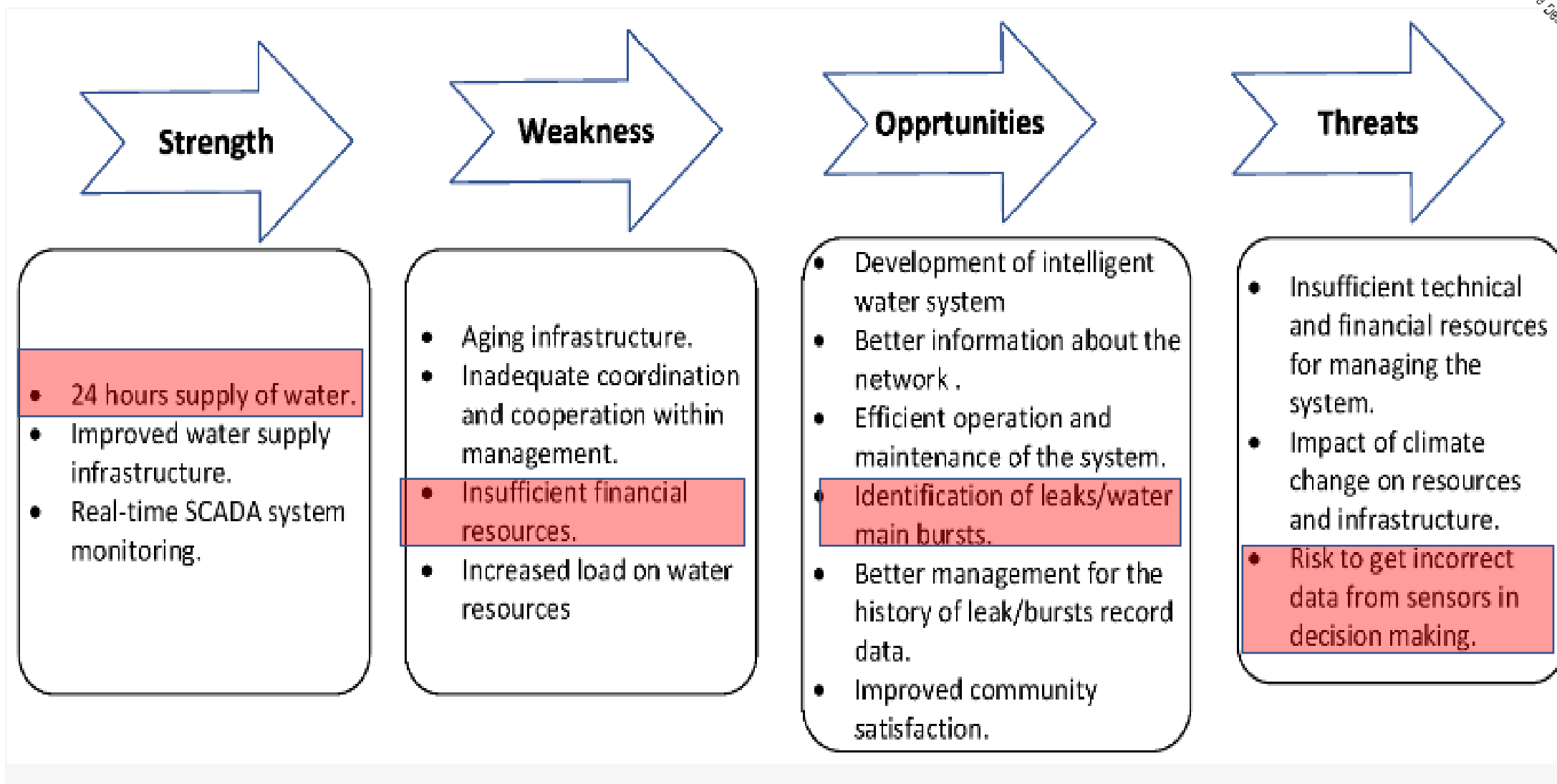


En estos países europeos, se considera una eficiencia comercial del 95%

FODA or SWOT



FODA or SWOT



WSI-Calc



Es una matriz de mejora del sistema de agua desarrollada en base a las mejores prácticas y metodologías de la IWA.

Se enfoca en evaluar el nivel operativo actual de un sistema basado en siete áreas clave que se consideran cruciales en el sistema de operaciones.

Cada Área Clave tiene 3 niveles de mejora en cada una de las 4 Categorías del Sistema, construyendo así una matriz de doce pasos de mejora.

Componentes de la Wsi-Calc

Área clave (7)

- (1) Medición de flujo a granel
- (2) Medición del cliente
- (3) Gestión de la presión
- (4) Gestión de fugas
- (5) Gestión de Activos
- (6) Balance hídrico e indicadores clave de rendimiento (KPI)
- (7) Recursos Humanos

x

Categorías (4)

- (A) Sistema de red básico
- (B) Sistema de red ordinaria
- (C) Sistema de red inteligente
- (D) Sistema de red inteligente avanzada

x

Niveles (3)

- (i) Nivel 1
- (ii) Nivel 2
- (iii) Nivel 3

Categorías

A) Sistema básicos o tradicional

La infraestructura está subdesarrollada hasta tal punto que aunque tengan suficiente oferta de agua y suministro continuo (CWS) pueden caer en la operación de un suministro intermitente (IWS), por lo cual tienen muchos problemas operativos y mas administrativos.



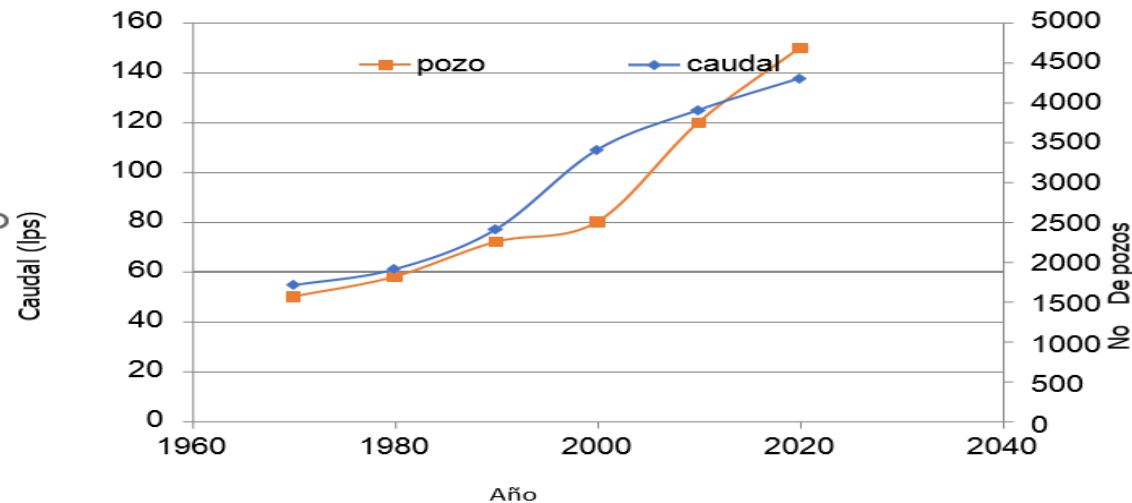
Categorías



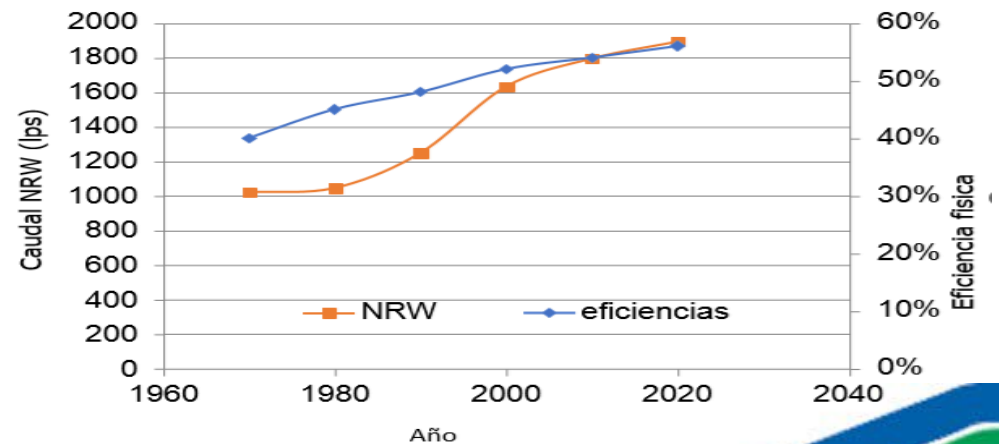
A) Sistema básicos o tradicional

Generalmente se basan en la gestión de la oferta, cuyos resultados, no han sido satisfactorios, ya que se muestra que a pesar de que venga aparejado a un incremento de la eficiencia física, el NRW es mucho mayor; entonces de forma paralelo, la búsqueda de nuevas fuentes requiere la optimización del sistema actual.

Oferta (lps)



Volumen perdido NRW (lps)



A) Sistema básicos o tradicional

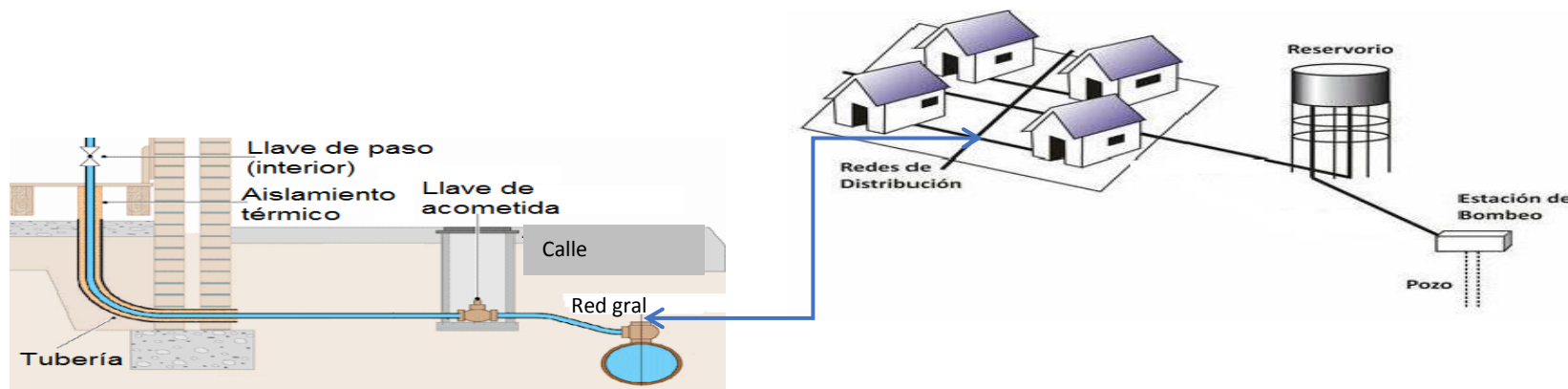
Características

- El objetivo principal de la empresa de agua es garantizar que todos los clientes reciban agua durante un período de tiempo variable.
- Las empresas de agua no necesariamente se preocupan por las pérdidas de agua y, en consecuencia, no se ponen en marcha las medidas básicas que permitan evaluar, reducir y controlar las pérdidas.
- La operación de redes bajo IWS conduce a varios problemas operativos que reducen la eficiencia de la distribución y el uso del agua.

B) Sistema de red ordinaria

Un sistema de red ordinario es aquel que normalmente está presurizado continuamente, sin periodos de suministro cero, asegurando que todos los clientes reciban un suministro constante de agua.

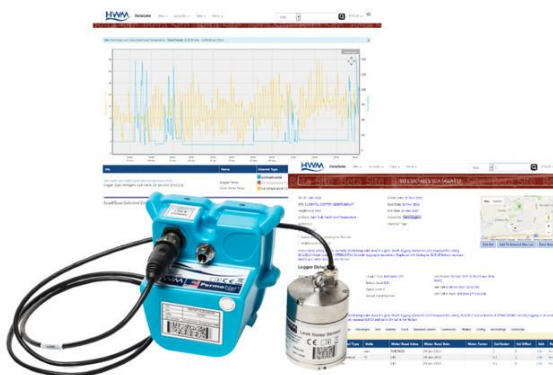
Sin embargo, también puede haber algunos casos mixtos o donde el problema no sea la disponibilidad del recurso agua, sino la gestión de activos y las capacidades de operación.



C) Sistema de red inteligente

Las empresas que están mejorando de manera efectiva su sistema de suministro a través de la implementación de soluciones de tecnologías de la información.

Los sensores de recopilación de datos están instalados a través de la red para monitorear, registrar y comunicar datos a una serie de soluciones de software para análisis mas extenso.



<https://www.hwmglobal.com/>

C) Sistema de red inteligente

Muchos sistemas de suministro continuo de agua pueden tener sensores instalados en sus redes, pero a menudo los datos se adquieren manualmente y el análisis de estos datos se lleva de forma mínima.

Pasando a un sistema de red inteligente, estos sensores comienzan a comunicarse automáticamente, a través de cables o sistemas de comunicación inalámbricos, enviando datos regulares a un centro de control. Estos datos pueden ser luego analizados centralmente.

Estos controles automatizados aún necesitan supervisión humana pero son el comienzo de un sistema de control inteligente.

D) Sistema de red inteligente avanzado

Las empresas de agua con estas características son aquellas que buscan desarrollar análisis algorítmico que se lleva a cabo automáticamente sin intervención humana o con una mínima intervención humana. Además, la salida de estos análisis se utiliza automáticamente para cambiar los mecanismos de control del sistema de suministro de agua.

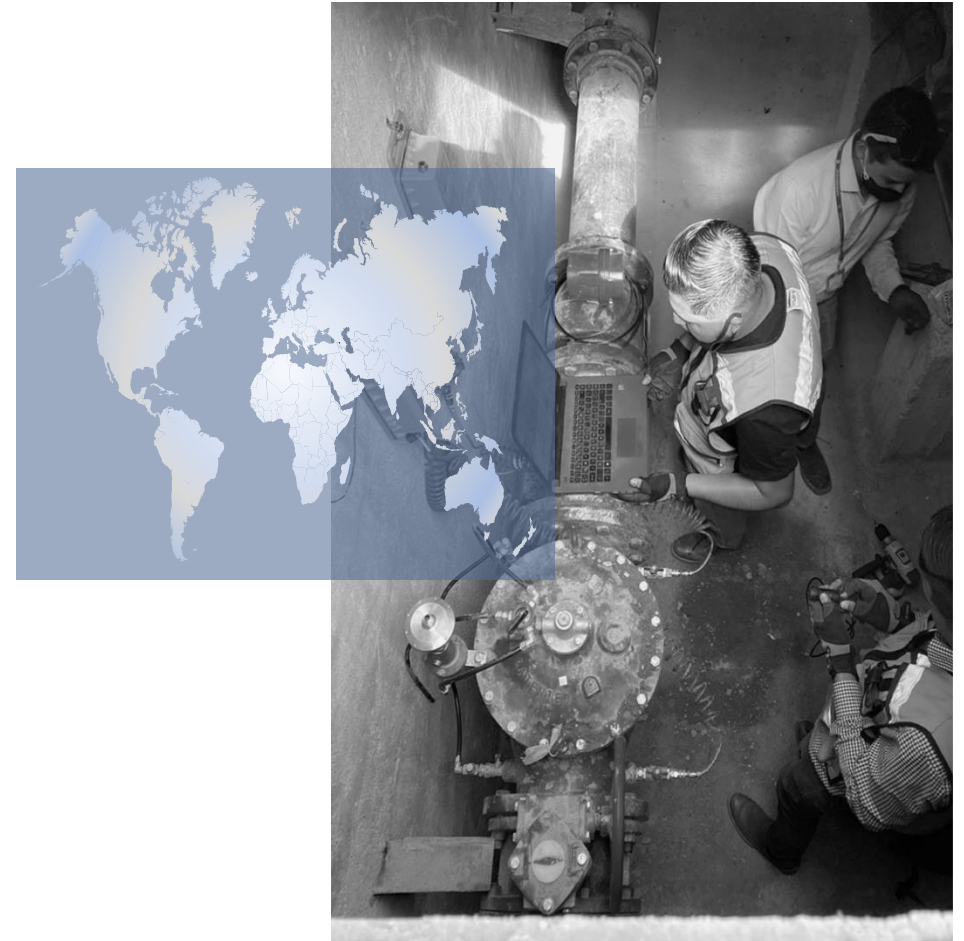
La puesta en marcha de estos sistemas inteligentes de redes de agua, tendremos sistemas de suministro que son autocontrol, autoanálisis y autoajuste del sistema de suministro para optimizar el rendimiento, basado en parámetros predeterminados.

Definición de elementos y componentes a evaluar

I. Tipo de servicio de suministro :

a) Suministro continuo (CWS); se define como: tener ***un nivel de presión positiva y flujo del agua*** en la red (24/7)

b) Suministro de agua intermitente (IWS), es un término que se utiliza cuando el servicio de suministro de agua por tubería no está disponible para los consumidores las 24 horas del día de forma permanente



II. Causas del IWS

**Eficiente suministro
y distribución de
agua potable**

**Escasez física
(1200 mill personas)**



**Escasez administrativa
/económica
(1600 mill personas)**



III. Clasificación de IWS



1. Predecible

El suministro de agua generalmente ocurre dentro de un horario predecible y anticipado.
Los clientes pueden adaptarse con un almacenamiento efectivo

2. Irregular

No se conoce por parte del usuario el horario de servicio y/o el operario cambia operación como respuesta a quejas del usuario

3. No fidedigno

Los clientes no saben cuánta agua llegará ni cuándo, lo que genera incertidumbre económica y de comportamiento.



IV. Implementación de IWS

- I. Falta de planeación de inversión para la modificación, mantenimiento y modernización de la infraestructura.
- II. Discontinuidad de objetivos.
- III. Deficiente capacidades del personal operativo (técnico/científico) y falta de interés de los directivos.
- IV. Fuentes actuales insuficientes, abatimiento de pozos, sequia
- V. Distribuir o repartir el agua potable a tantas personas como sea posible, controlar el consumo y “reducir el desperdicio de agua”

V. Operación de un sistema diseñado para CWS como IWS

Conduce a problemas complejos:

- ✓ Suministro de agua poco confiable en su calidad.
- ✓ Insuficiencias y deficiencias operativas .
- ✓ Insatisfacción para el cliente .
- ✓ Mayores costos de operación y menos ingresos por recaudación
- ✓ Distribución inequitativa del agua.
- ✓ Mayores pérdidas reales de agua.
- ✓ Fatigas en las tuberías, que reducen la vida útil y fallos más tempranos.
- ✓ Gestión ineficaz de la oferta y la demanda.



Áreas clave



(1) Medición de flujo a granel o Gestión de flujo suministrado (Agua en Bloque)

La función principal de un medidor de flujo a granel es medir el flujo de agua y registrar los volúmenes totales que pasan a través del medidor.

Los medidores de flujo a granel están ubicados estratégicamente a lo largo de la red de agua y permiten la medición y seguimiento del volumen de agua producido en las fuentes, transportado a los embalses de almacenamiento de servicio desde los cuales se distribuye el agua a los distintos distritos de la red antes de llegar a los clientes.



(1) Medición de flujo a granel o Gestión de flujo suministrado (Agua en Bloque)



En este contexto la medición de caudales en la fuente, planta de tratamiento, embalse y en la cabecera de la red de distribución, p. en una entrada de área de medición de distrito (DMA).

El análisis de NRW comienza con el cálculo del balance hídrico de IWA, una entrada clave de la cual es el volumen de agua que ingresa a un sistema.

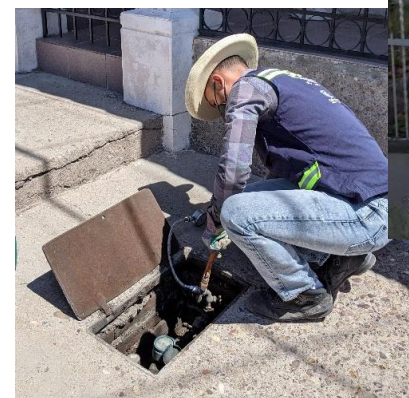
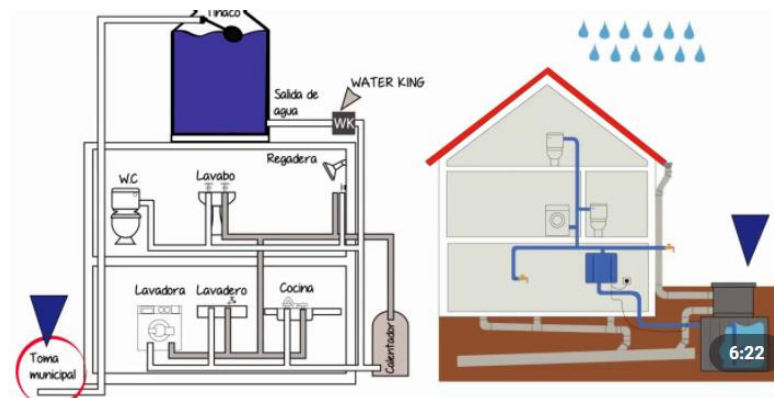
Es esencial que la medición de estas entradas sea continua y hecho con la mayor precisión posible. Cualquier error en este punto se agravará a lo largo del balance hídrico.

Bulk Flow Measurement				
System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> No reliable flow measurement Limited metering of bulk flows in the system 	<ul style="list-style-type: none"> All bulk flows are metered but not sure about the meter accuracy 	<ul style="list-style-type: none"> Bulk flows are metered, remotely read, monitored, and analysed with a permanent meter accuracy test programme in place 	<ul style="list-style-type: none"> Bulk flows metered, remotely read, monitored and analysed with software recognition for meter accuracy drifts, with automatic meter recalibration capability and flow pattern analysis
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> A continuous programme for the installation of bulk meters 	<ul style="list-style-type: none"> Meters are manually read and/or remotely monitored with meter accuracy occasionally checked 	<ul style="list-style-type: none"> Bulk flows are metered, remotely read, monitored and analysed with software to recognise when meter accuracy drifts 	<ul style="list-style-type: none"> Bulk flows are metered, remotely read, monitored and analysed with software recognition for meter accuracy drifts, with automatic meter recalibration capability and flow forecasting based on historical supply and demand trends
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> The majority or all of the system bulk flows are metered 	<ul style="list-style-type: none"> Bulk flows are metered, remotely read, monitored, and analysed with frequent meter accuracy tests 	<ul style="list-style-type: none"> Bulk flows metered, remotely read, monitored and analysed with software recognition for meter accuracy drifts and flow pattern analysis 	<ul style="list-style-type: none"> Complete machine learning algorithms that control the system, to manage system input volumes and pressures

(2) Medición de cliente

Una de las otras entradas clave en el Balance de agua de IWA son los datos del medidor del cliente, ya sea como Medido facturado o Medido no facturado.

El costo de estos medidores es sustancial y normalmente las empresas de agua tienden a usar medidores más baratos para este propósito inadecuados para sus características operativa.



(2) Medición de cliente

Se debe considerar que vale la pena invertir en medidores de alta calidad y precisión para grandes clientes.

Estos medidores normalmente generan ingresos sustanciales para una empresa de agua, por lo que se puede justificar una inversión en medidores modernos y más precisos.

Los recientes avances en tecnología hacen posible, a un costo asequible, que medidores tan grandes sean monitoreados por registradores inteligentes.



Como se mide el agua que USAS en tu domicilio

Los medidores de agua se pueden clasificar en función de la forma de contar el caudal:

- Contadores volumétricos.
- Contadores de la velocidad de agua.
- Contadores electromagnéticos.
- Contadores por ultrasonidos.



NOM-012-SCFI-1994

Propela 3"
ΔQ 9 a 57 m3/h



Error ± 2%

Wolfgang 3"
ΔQ 1.2 a 80 m3/h



Error ± 5% ,± 2%

Chorro único 3"
ΔQ 0.2 a 78 m3/h



Error ± 5% ,± 2%

Ultrasonico 3"
ΔQ 0.12 a 80 m3/h



Error ± 5% ,± 2%

Electromagnético 3"
ΔQ 0.5 a 200 m



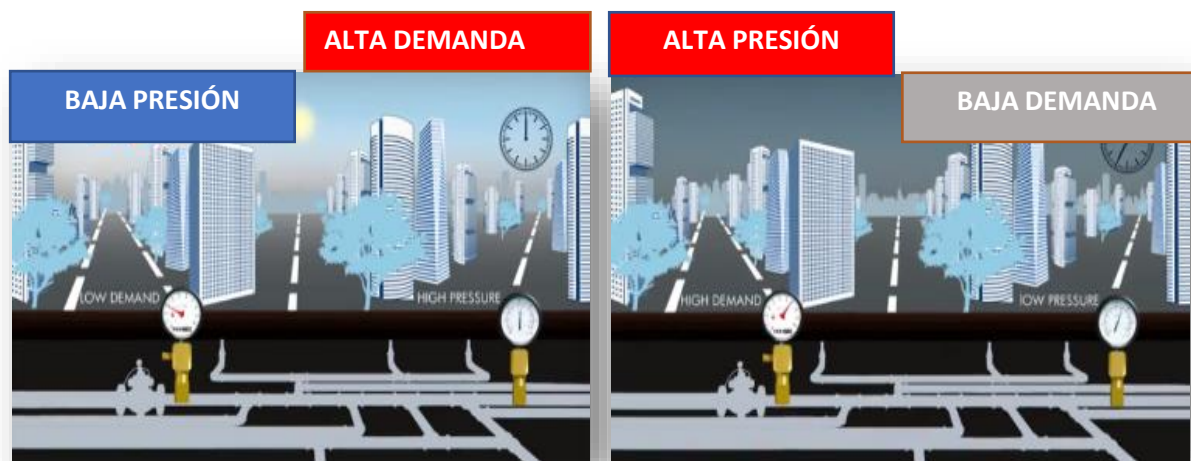
Error ± 0.5%

Customer Metering				
System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> No or limited customer metering Unreliable information on the age and type of meters Customer database has not been updated for a long time 	<ul style="list-style-type: none"> Substantial or universal customer metering Customer database is periodically updated Illegal connections are sporadically detected Meter readers are occasionally rotated 	<ul style="list-style-type: none"> Customer database is updated and linked to a GIS Handheld devices are used for meter reading and bills issued on the spot AMR meters have been introduced 	<ul style="list-style-type: none"> All customer meters have sound sensors to detect leak noises, with connected communication systems allowing for automatic correlation and pinpointing of leaks Fraudulent activities are detected via the AMI and AMR systems
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Inadequate meter and customer information No assessment is made and there is no programme to deal with water theft 	<ul style="list-style-type: none"> There is a meter replacement programme in place Customer database is regularly updated There is a thorough illegal connections detection programme in place 	<ul style="list-style-type: none"> Demand management programme in place based on consumption patterns identified via a GIS–billing infrastructure Continuous replacement programme of customer meters to AMR capability 	<ul style="list-style-type: none"> All customer meters have sound sensors to detect leak noises, with connected communication systems allowing for automatic correlation and pinpointing of leaks Automatic alerts sent out to customers when excessive customer side usage experienced
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Not all customers have meters installed No regular replacement policy, only when meters stop No system of controlling meter readers 	<ul style="list-style-type: none"> All customers are metered with good accuracy meters Meter readers are rotated, and spot checks are often made Handheld devices are used for meter reading 	<ul style="list-style-type: none"> All customers are metered with a high accuracy AMR system AMI system in place following a strict meter replacement policy 	<ul style="list-style-type: none"> Complete machine learning algorithms that control the system, so the system is run with internal flow measurement, measuring and adjusting meters for accuracy, with a total self-billing and billed collection procedure without any human interventions

(3) Gestión de la presión

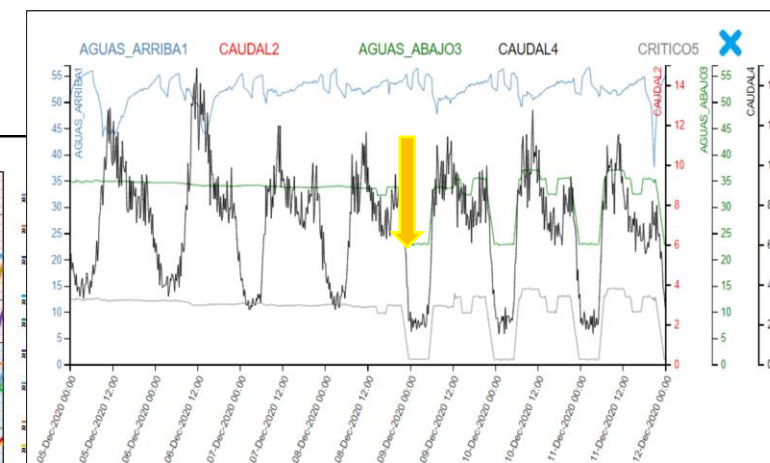
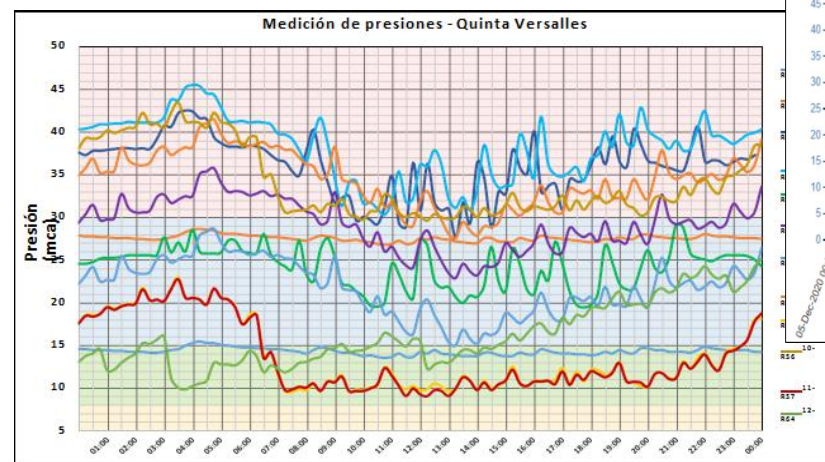
En una red de distribución de agua, la presión es la energía que empuja el agua a través de las tuberías. Además, esta presión de agua determina la cantidad de agua que puede salir de los grifos domésticos.

La baja presión puede reducir el flujo de agua a un goteo lento o incluso a la falta de agua en ocasiones. Las personas pueden comenzar a instalar grandes tanques de almacenamiento.



(3) Gestión de la presión

En realidad, la gestión de las presiones del sistema es un acto de equilibrio, en el que el objetivo de una empresa de servicios públicos es reducir las altas presiones (para controlar los volúmenes de fuga y reducir la frecuencia de las roturas) mientras intenta garantizar un nivel adecuado de servicio, es decir, presión y caudal, a clientes de máxima demanda.



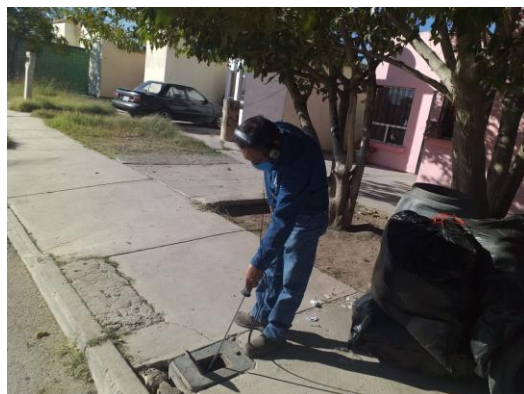
Pressure Management

System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> No recording or control of pressure Perhaps partial network zoning but not used for pressure control 	<ul style="list-style-type: none"> Permanent pressure measurement at some points with pressure loggers Some form of further pressure control, e.g. fixed downstream control with a PRV, soft start capability of pumps 	<ul style="list-style-type: none"> Fully pressure-controlled network Introduction of pumps installed with VFDs to enable constant pressures with varying demands 	<ul style="list-style-type: none"> Pressure sensors installed in strategic locations in the network, continuously feeding pressure readings into leak and demand analyses models
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Some pressure control, through sizing of zones to maximise system pressures Pressure monitoring (if any) only at pumping stations and trunk mains 	<ul style="list-style-type: none"> Pressure zoning in place, e.g. DMAs Manual analysis of pressure patterns, which are compared to corresponding flow patterns 	<ul style="list-style-type: none"> Pressure control via PRVs in all areas of the network using advanced types of control, e.g. flow modulation, critical point, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Multiple pressure sensors installed across the network, analysing system pressures continuously and using data analytics to enable automated control of the pumps and valves to calm the network
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Partly pressure controlled through zoning, by elevation Periodic pressure monitoring using lift and shift pressure loggers 	<ul style="list-style-type: none"> Pressure control and monitoring at salient points in the network with automatic pressure/flow analysis 	<ul style="list-style-type: none"> Sensors installed in the network, permanently monitoring pressure variations, which are used to adjust system pressures to develop calm networks 	<ul style="list-style-type: none"> Complete machine learning algorithms that monitor and optimise pressures in the system, for a completely calm network ensuring maximum asset life

(4) Gestión de fugas

Muchos servicios públicos de agua solo realizan reparaciones visuales de fugas. En realidad, esto no es suficiente para mantener un buen sistema en funcionamiento, ya que hasta el 90 % de las fugas pueden estar debajo de la superficie.

La adopción de sistemas operativos como los que monitorean el flujo mínimo nocturno en una DMA o tener una red de agua inteligente ayudará a los equipos de fugas a encontrar fugas poco después de que ocurran.



(4) Gestión de fugas

Un programa de fugas que inspeccione una red una vez al año daría como resultado un tiempo de ejecución promedio de una fuga de 6 meses. Si se acorta este período de intervención, se reduciría el tiempo de funcionamiento de la fuga.

Si la red de distribución se divide en DMA, la empresa de servicios públicos tiene varias ventajas:

- el volumen de pérdidas reales (fugas) se puede analizar en forma diaria, semanal o mensual;
- pueden priorizarse los trabajos de detección de fugas;
- las nuevas ráfagas pueden identificarse inmediatamente mediante el seguimiento de los caudales mínimos nocturnos;
- Se reducirá el tiempo de conocimiento y ubicación.

Leakage Management				
System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> No leakage control, only repair large mains bursts. No records kept. No ALC programme in place 	<ul style="list-style-type: none"> Some DMAs are established. Introduction of technologies to assist in ALC activities. Analysis of leak detection and repair records 	<ul style="list-style-type: none"> Complete sectorisation (DMAs/zoning) in place, and flow and pressure are monitored via permanent installations Leak detection and repair records are maintained on a GIS platform. Prioritising leak detection technology based on asset characteristics including ALC on large diameter mains with minimal repair times established 	<ul style="list-style-type: none"> All data received from permanent monitoring devices and surveys, pulled automatically into a dynamic asset management system, for planning, undertaking and reporting of leakage management and repair activities
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Start to undertake a visual ALC programme. Limited leak repair records are kept 	<ul style="list-style-type: none"> Multiple DMAs established and analyse of leakage and NRW data. Planned regular leak surveys. Short repair times in place. Detailed records of all leaks and repairs maintained and analysed 	<ul style="list-style-type: none"> Introduction of permanently installed acoustic monitoring systems, with correlating ability. Analysis of system NRW data, undertaken automatically using specialised software. Large diameter surveys undertaken using internal or specialised acoustic technology 	<ul style="list-style-type: none"> Leak locations automatically detected, pinpointed and linked into a programme to execute the repair process, allowing automated repairs to take place. Repairs undertaken inside the pipe using automated processes, without excavation or water shutdowns, negating the need for customer disruption
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Prioritising of ALC activities. Improved leak repair times. Leak detection and repair records kept 	<ul style="list-style-type: none"> Maximise DMA coverage, with permanent monitoring and communication with a central control room. Leak detection programme prioritised using DMA MNF analysis. Problematic areas permanently monitored with acoustic devices 	<ul style="list-style-type: none"> Advanced and innovative technology and equipment used for leakage detection, on all mains diameters and materials, including aerial and satellite applications. Permanent monitoring of system noises and pressures used to analyse changes in historical data and predict new leaks/bursts 	<ul style="list-style-type: none"> Complete machine learning algorithms that control the system and undertake analysis of the network to identify asset weaknesses and potential leak locations, analyses causes of failure and where possible rectifies the cause, whilst linked into the asset management system to prioritise systematic pipe replacement, including the optimum choice of pipe material

(5) Gestión de activos

El sistema de infraestructura de un sistema de distribución de agua incluye tuberías, válvulas, bombas, depósitos, etc., todos los cuales tienen una vida útil definitiva.

A medida que cada activo avanza a lo largo de su vida, envejece y puede comenzar a fallar, lo que en última instancia podría tener un impacto en el nivel de pérdidas de agua.

Las empresas de agua deben tener un plan de mantenimiento integral para garantizar que se logre la vida útil máxima de cada activo y que se minimizan las pérdidas de agua.

(5) Gestión de activos

Sin embargo, no importa qué tan bueno sea el plan de mantenimiento, los activos eventualmente llegarán al final de su vida útil y deberán ser reemplazados.

Este reemplazo de activos también debe planificarse cuidadosamente, especialmente con aquellos activos de gran volumen o alto costo, para garantizar que el presupuesto se distribuya a lo largo de muchos años y no se deje para que sea demasiado tarde e imposible de financiar

Asset Management				
System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> Extremely poor asset condition No management of or investment in asset infrastructure 	<ul style="list-style-type: none"> Reasonable estimates of asset renewal requirements Planned asset management programme developed and operational 	<ul style="list-style-type: none"> Excellent skills in asset repair – repairs undertaken quickly to minimise water loss Detailed records of asset maintenance are kept that indicate location, type, date and duration of repair, and are linked to a digital asset management system 	<ul style="list-style-type: none"> Target replacement and rehabilitation of assets based on actual network performance parameters which will be permanently and continuously monitored through appropriate sensors, such as failure frequency, loss of pressure, reduction in flows, etc.
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Limited abilities and capacities to repair critical assets Basic skills for network maintenance – often long delays for repair and quality of repairs is a problem Limited planning and maintenance of critical assets 	<ul style="list-style-type: none"> Very good skills and commitment to asset repair, only occasionally have ongoing problems Long term asset management plan developed and approved, with funding available to deliver Detailed records of asset maintenance are kept that indicate location, type date and duration of repair 	<ul style="list-style-type: none"> Based on good pipe performance and maintenance history, combined with appropriate forecasting techniques, with a well-defined asset renewal strategy including timing, costing, operations and impact on service delivery Developed repair or replace asset prioritisation system 	<ul style="list-style-type: none"> New pipe installations of new material, capable of detecting leaks and self-repairing Introduction of permanent sensors on pipelines for monitoring asset condition, including life expectancy
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Reasonable abilities and capacities to repair and replace assets. Minimal capital expenditure budget available System in very poor condition, therefore asset renewal or improvements reliant on significant funding 	<ul style="list-style-type: none"> Development of a digital asset management system, with mapping and database capabilities Risk analysis and management of assets to minimise critical failures Details of failure analysis documented and characterised 	<ul style="list-style-type: none"> Analyses asset condition and remaining asset life, by use of advanced technologies Utilises pipe rehabilitation methods, rather than full pipe replacement to minimise disruption and reduce costs 	<ul style="list-style-type: none"> Complete machine learning algorithms that control the system and undertake analysis of the network to identify asset weaknesses and potential leak locations, analyse causes of failure and where possible rectifies the cause, whilst linked into the asset management system to prioritise systematic pipe replacement, including the optimum choice of pipe material

(6) Balance hídrico e indicadores clave de rendimiento (KPI)

El objetivo principal de un balance hídrico es establecer una referencia para la situación de NRW en una red.

El balance hídrico es una herramienta eficaz disponible para cuantificar el consumo de agua y las pérdidas que se producen en el sistema de distribución.

El proceso de auditoría brinda una gran perspectiva sobre la naturaleza y la magnitud de las pérdidas de agua que ocurren en la empresa de servicios públicos y también ayuda al personal de la empresa de servicios públicos a concentrarse en las prácticas necesarias para controlar las pérdidas de agua.

Una evaluación del desempeño del sistema utilizando indicadores apropiados es una herramienta útil para establecer y monitorear el progreso y la evaluación comparativa.

Water Balance and KPIs				
System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> No water balance established 	<ul style="list-style-type: none"> Annual water balance in accordance with the international (IWA) format Regularly calculates physical and commercial loss performance indicators Occasionally calculate KPIs such as ILI 	<ul style="list-style-type: none"> Water balance updated regularly, with latest billing and flow data and used to prioritised NRW activities 	<ul style="list-style-type: none"> Water balance and Minimum Night Flow analyses performed automatically per DMA/zone relevant software and intervention activities prioritised on a daily basis
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Attempts to establish water balance using water utility's own water accounting methodology Only KPI used is %NRW based on water utility's own water accounting methodology 	<ul style="list-style-type: none"> Establish an annual water balance in accordance with the international (IWA) format and use of 95% confidence limits to indicate accuracy bands 	<ul style="list-style-type: none"> DMA water balance automatically updated daily, utilising AMI/AMR data and DMA flow data 	<ul style="list-style-type: none"> All data and information to develop a water balance and KPIs are pulled in automatically from respective databases, to be analysed automatically and improvement actions prioritised
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Attempts to calculate NRW performance indicators other than percentage 	<ul style="list-style-type: none"> Regularly calculate physical and commercial loss performance indicators and publish them in our annual report. Use KPIs such as ILI for benchmarking 	<ul style="list-style-type: none"> Water balance and relevant KPIs calculated automatically using relevant software linked to bulk flow measurements, billing and asset management databases 	<ul style="list-style-type: none"> Water balance calculated daily complete with accurate KPIs with full financial costings, calculated with daily costs for chemical and direct costs calculated from access to the financial systems and online chemical costs. Errors calculated and adjusted based on machine learning algorithms

(7) Recursos humanos

La gestión estratégica debe incluir la planificación a largo plazo de los recursos humanos junto con los activos de infraestructura de agua urbana, para garantizar la sostenibilidad del servicio.

Debe garantizarse un marco de recursos humanos estable y su capacidad para gestionar de manera eficiente y eficaz las operaciones del sistema para mantener la gestión de una infraestructura amplia y diversa con ciclos de vida prolongados.

La formación continua especializada y dedicada de los diferentes niveles del personal es una parte integral de todo el proceso de dotación de personal.



Human Resources				
System Level	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> No staff training or education and no related budget No measurable efforts in NRW management 	<ul style="list-style-type: none"> Staff training and capacity building, availability for an education plan in operational and maintenance activities 	<ul style="list-style-type: none"> Staff training programmes for all new technologies and systems 	<ul style="list-style-type: none"> Continued professional development of staff to improve and build knowledge and capacity in intelligent systems
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Basic training for some operational field activities provided, mostly on-the-job training Training efforts in NRW management provided, but mostly opportunistic 	<ul style="list-style-type: none"> A cross-departmental NRW unit in place dealing efficiently with both real and apparent losses, with adequate staff to undertake the activities 	<ul style="list-style-type: none"> Improved staff development programme in place addressing cutting edge technologies and systems 	<ul style="list-style-type: none"> Coordination with research institutions in areas of system improvement using artificial intelligence and systems
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Coordination between technical and commercial departments is being introduced as part of efforts to reduce NRW Sustained and adequate staffing levels to deliver planned programmes 	<ul style="list-style-type: none"> Actively managed staff training and capacity building, based on a comprehensive and budgeted plan 	<ul style="list-style-type: none"> Appropriate staffing levels and capabilities, to complement the advanced and innovative technologies in place 	<ul style="list-style-type: none"> Match staff levels and capabilities to complement intelligent systems adopted

Sistema de puntuación



Categorías

Scoring	Basic Network System	Ordinary Network System	Smart Network System	Intelligent Network System
Level 1	1	4	7	10
Level 2	2	5	8	11
Level 3	3	6	9	12

Total Puntaje	Comentarios de clase	
7-12	E3	Procedimientos operativos que no hacen un uso adecuado de los recursos y activos, impactando sobre el continuo deterioro de los activos y el nivel de servicio
13-19	E2	Estándar y calidad inferiores de la gestión del sistema, falta de organización. administración y planificación de la red de abastecimiento de agua, al no entregar la nivel de servicio y compromiso con la mejora del sistema
20-26	E1	Etapas operativas críticas, que necesitan ser reforzadas con procesos mejorados, normas y procedimientos para revertir la espiral descendente de prácticas ineficientes. operación y recuperación del control del sistema
27-36	D	Régimen de suministro satisfactorio pero, no obstante, despilfarro de recursos e ineficiente operación del sistema que requiere una mayor mejora y control del sistema operaciones que conducen a un mayor rendimiento
37-48	C	Uso eficiente de los recursos con sistemas implementados que brindan el nivel deseado de Servicio; sin embargo, hay espacio para la eficiencia del sistema y la optimización de los procesos
49-61	B	Alto grado de eficiencia en todas las operaciones del sistema, empleando tecnologías avanzadas y conocimiento para mantener las ganancias de eficiencia y construir una plataforma para permitir mayor avance
62-73	A	Uso óptimo de la tecnología, equipos y recursos humanos en la operación y mantener el sistema de abastecimiento de agua de manera inteligente, productiva, rentable y Manera efectiva
74-84	A*	Posiblemente descrito ahora como un 'sueño', este sería el sistema de suministro del futuro operado por algoritmos de aprendizaje automático, autocontrolado y administrado con un mínimo supervisión por humanos

Identificación de problemas, retos y áreas de oportunidad de mejora



La empresa de servicios públicos debe estar a la altura del desafío y establecer recursos y presupuestos para hacer frente a la situación.

El mismo acto de aislar un DMA dará como resultado un mayor conocimiento de la conectividad de la red, mejor posición para administrar su red y mantener un suministro continuo.

Es importante actualizar y reemplazar los medidores de agua. Los consumidores deben comprender que con el aumento de la disponibilidad y el uso del agua, las facturas son más altas. Mediante la gestión eficiente, se podría reducir el aumento del número de quejas de los consumidores

Identificación de problemas, retos y áreas de oportunidad de mejora



Las empresas de agua que han caído en el círculo vicioso de IWS tienen importantes problemas institucionales, técnicos y financieros y definitivamente necesitarían pasar por un proceso de reforma; pasar al suministro continuo a menudo requiere decisiones políticas e institucionales muy difíciles que muchas empresas de agua/gobiernos se muestran reacios a tomar.

La clave para un mejor servicio es, en general, una gestión mejorada de los sistemas, no solo más gastos de capital en activos. Sin embargo, para la gran mayoría de estas empresas de servicios públicos, no existe una ruta clara hacia la reforma de la gestión.

■ Problemática

Se ha reconocido que IWS conduce a la pérdida de mayores cantidades de agua. Por el lado del consumidor, y en comparación con el suministro continuo, el suministro de agua en condiciones IWS conduce a un consumo excesivo

Por el lado de los servicios públicos, la operación de IWS conduce a una gestión ineficaz de la oferta y la demanda, con medidores de clientes inexactos dañados por el vaciado y llenado frecuente de la red y el subsiguiente vacío y condiciones excesivas de aire en las tuberías.

Además, IWS da como resultado una operación ineficiente con cargas financieras directas para la empresa de agua. Esto incluye una disminución en los ingresos debido a la disminución en las ventas de agua y la disposición a pagar.

■ Retos



¿Qué áreas obtendrán 24x7 suministro primero?

¿Se introducirá zona por zona, una zona tras otra?

¿Todos los hogares en un área tendrán la plomería existente para recibir 24x7 suministro?

¿La calidad del agua será mejor o peor?

■ Áreas de oportunidad

Transición de un sistema básico o tradicional con IWS/CWS a intermedio con 24x7 y con mejoras sustanciales debe considerar que requiere compromiso y dedicación de todos los interesados.

- ✓ Técnico: aumento gradual de las horas de suministro con el objetivo de un servicio continuo, introducción de políticas de medición del cliente, operación mejorada de la red utilizando DMA/prácticas de sectorización y rehabilitación/reemplazo específico de la red.
- ✓ Financiera: implementación de estructuras tarifarias vinculadas a incentivos de desempeño para ahorrar agua, recuperación de costos.

■ Áreas de oportunidad

- ✓ Institucional: los proveedores de servicios de agua que han caído en IWS tienen fallas importantes de gobernabilidad e incentivos y necesitan una reforma profunda.
- ✓ Social: los proveedores de servicios de agua deben ganarse la confianza de sus consumidores, tener la voluntad de cambiar e involucrar al público en este esfuerzo.
- ✓ Comunicación con los clientes: comunicar todo lo anterior de manera efectiva y convincente a todos los involucrados es de suma importancia para tener el máximo impacto posible.

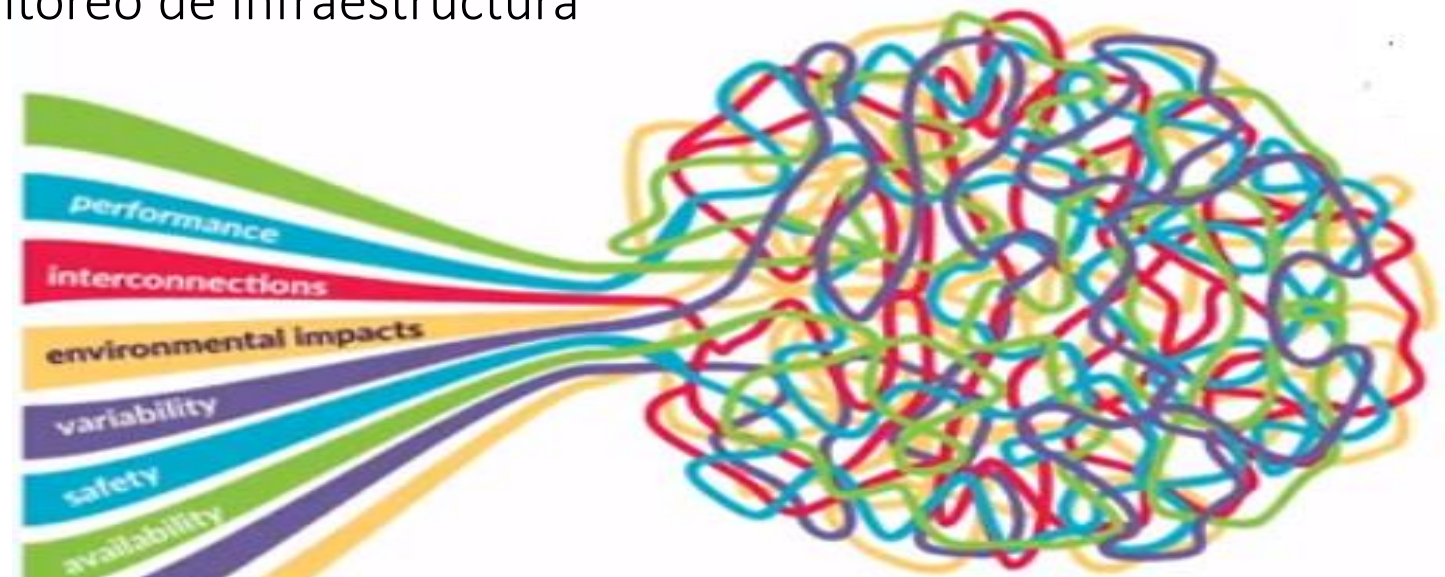
- ✓ También es importante actualizar y reemplazar los medidores de agua
- ✓ Por lo general, pasar de IWS a 24x7 es parte de un programa integral para reducir NRW.
- ✓ Si bien es relativamente fácil convertir un 24x7 a un suministro intermitente, es muy difícil hacer lo contrario. Por lo tanto, es imperativo un cambio de paradigma como parte de una transición exitosa de suministro.
- ✓ La clave para un mejor servicio es, en general, una gestión mejorada de los sistemas, no solo más gastos de capital en activos.
- ✓ Los enfoques tradicionales de capacitación y desarrollo de capacidades son de hecho necesarios para construir una base sólida sobre la cual una empresa de servicios públicos pueda lograr la sostenibilidad.

Transición a un sistema de distribución de agua potable inteligente



Es aquel que está presurizado de forma continua y gestionada, que son sistemas complejos que su operación debe fundamentarse en:

- ✓ Conservación de energía y agua
- ✓ Gestión de Activos y Monitoreo de Infraestructura
- ✓ En la ciencia de los datos



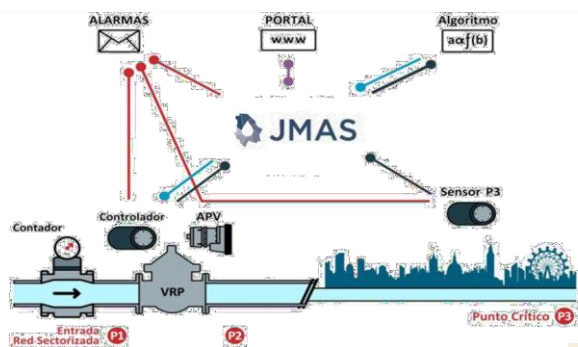
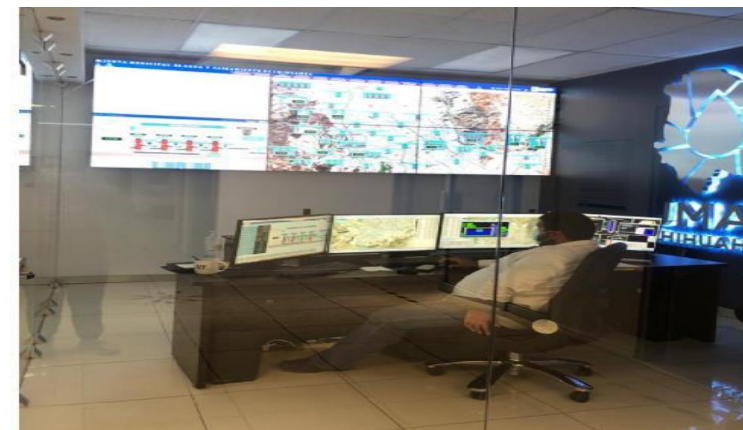
■ Como planear el transito a un sistema inteligente

Para poner en marcha una iniciativa de Sistema de Red Inteligente, se recomiendan los siguientes pasos:

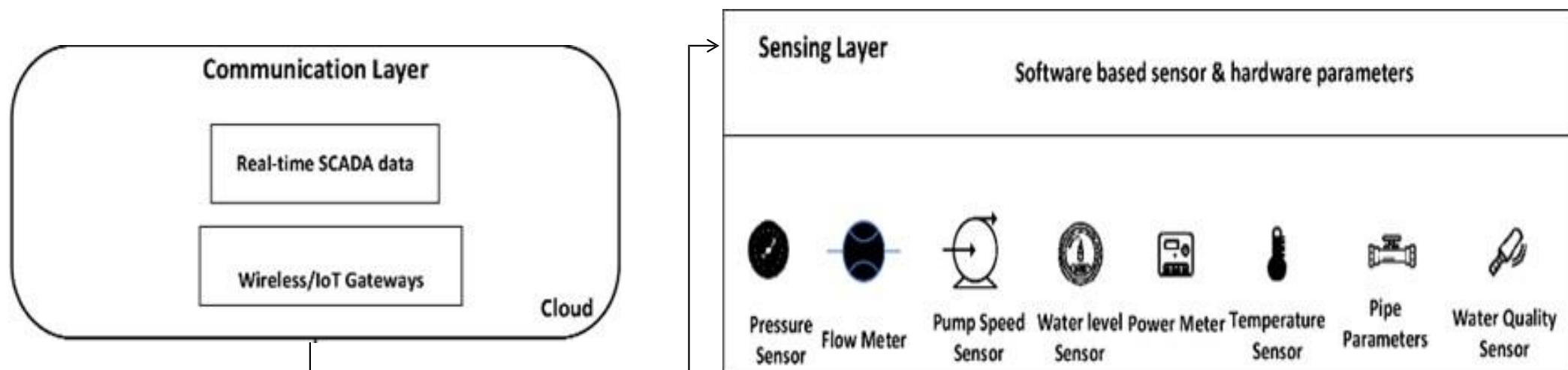
- Contrate personas con conocimientos que puedan realizar una evaluación objetiva.
- Identificar aquellas áreas dentro de la empresa de servicios públicos que más necesitan mejoras de eficiencia.
- Identifique los casos en los que una inversión inicial baja puede producir resultados positivos en un período de tiempo relativamente corto. Estos sirven como proyectos piloto iniciales efectivos.
- En el año siguiente: identificar áreas donde se pueden ampliar los beneficios de Smart Water Network y acordar el alcance, el presupuesto y los recursos que se utilizarán.
- En los siguientes 2 años: crear un plan de sostenibilidad a largo plazo para el programa, crear una sucesión e implementar monitoreo y medición a largo plazo.

La Ciencia de los Datos

- SCADA Supervisión, Control y Adquisición de Dato
- IoT, Internet de las cosas
- Modelación y/ realidad virtual
- Machine learning y Big Data
- Automatización robótica de procesos
- IA, Inteligencia artificial
- Modelos digitales



Arquitectura para Sistema de Red de Agua Inteligente (IWN)



La estructura de una IWN debe incluir: (1) soluciones de medición digital; (2) sensores de presión y calidad del agua; (3) uso de grandes sistemas de datos; (4) sistemas de apoyo a las decisiones; (5) optimización de activos y soluciones.

<https://www.mdpi.com/2073-4441/14/9/1320/htm>

Innovación Tecnológica y Automatización



■ Indicadores de rendimiento de pérdida de agua

- ❖ Las pérdidas aparentes se expresan como un porcentaje del consumo autorizado, que representa el volumen de agua que se utilizó y por el cual la empresa de agua no recibió ingresos. Sin embargo es necesario tener una buena selección y lectura del medidor, así como su programación de reemplazo.
- ❖ Pérdidas reales en litros por conexión de servicio por día o m^3/km de red/día (wsp). sistemas bien administrados ha demostrado que más de la mitad del volumen de pérdidas reales se genera a partir de fugas asociadas con conexiones de servicio y, por lo tanto, 'por conexión de servicio' es el indicador preferido.

Si la densidad de conexiones de servicio es inferior a 20 por km de red, es preferible expresar las pérdidas reales en ' m^3/km de red.

■ Indicadores de rendimiento de pérdida de agua

- ❖ El Índice de Fugas de Infraestructura (ILI) es el indicador de desempeño más apropiado para comparar el desempeño en la gestión operativa de pérdidas reales.
- ❖ NRW en litros/conexión de servicio/día. Este indicador de rendimiento se recomienda para evaluar el NRW en términos de litros/conexión de servicio/día.

.Aplicación de Modelos de Inteligencia Artificial (IA)

Mide el desempeño basado en un conjunto de indicadores relevantes y aplicaciones e interfaces de datos para apoyar la decisión de las entidades gestoras, y que permite a las partes interesadas evaluar, generar confianza y monitorear las mejora (**Modelos estadísticos multicriterio para toma de decisiones**).

Los modelos basados en IA se utilizan para la evaluación de redes de agua de fugas y roturas de tuberías y contaminación del agua, incluida la gestión del sistema con tecnologías de sensores.

Fuente. Improving Water Supply Networks: Fit for Purpose Strategies and Technologie

By Stuart Hamilton; Bambos Charalambous; Gary Wyeth

IWA Publishing

DOI: <https://doi.org/10.2166/9781780409207>