



**AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL
AGUA - ARCA**

REGULACIÓN DE USO EFICIENTE DEL AGUA

**GUÍA DE FORMULACIÓN DEL
BALANCE HÍDRICO METODOLOGÍA IWA**

JULIO, 2022

Agencia de Regulación
y Control del Agua



CONTENIDO

| DESCRIPCIÓN | PÁGINA |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 ANTECEDENTES | 1 |
| 2 OBJETIVO | 1 |
| 3 BALANCE HÍDRICO - METODOLOGÍA IWA | 1 |
| 3.1 VOLUMEN DISTRIBUIDO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO | 3 |
| 3.2 VOLUMEN AUTORIZADO | 5 |
| 3.2.1 <i>Volumen autorizado facturado</i> | 5 |
| 3.2.1.1 Volumen autorizado facturado medido | 5 |
| 3.2.1.2 Volumen facturado no medido | 6 |
| 3.2.2 <i>volumen Autorizado no Facturado</i> | 7 |
| 3.2.2.1 Volumen de agua para lavado de Reservorios | 8 |
| 3.2.2.2 Volumen de agua por vaciado de redes | 8 |
| 3.2.2.3 Suministro por carro cisternas (Tanqueros) e hidrantes | 9 |
| 3.3 VOLUMEN POR PÉRDIDAS | 10 |
| 3.3.1 <i>VOLUMEN POR Pérdidas Comerciales o aparentes</i> | 10 |
| 3.3.1.1 Volumen por Conexiones Clandestinas Dispersas | 11 |
| 3.3.1.2 Volumen por Conexiones Clandestinas Masivas | 12 |
| 3.3.1.3 Volumen por usos fraudulentos | 12 |
| 3.3.1.4 Volumen por Inexactitudes de la micro medición | 12 |
| 3.3.2 <i>VOLUMEN DE Pérdidas TÉCNICAS, FÍSICAS o reales</i> | 13 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 3-1. Balance Hídrico -Metodología IWA..... | 2 |
| Tabla 3-2. Definiciones - Balance hídrico | 2 |
| Tabla 3-3. Volumen de Agua para consumo humano distribuido..... | 4 |
| Tabla 3-4. Volumen Autorizado - Metodología IWA..... | 5 |
| Tabla 3-5. Volumen autorizado facturado con medidor | 5 |
| Tabla 3-6. Volumen de carros cisterna (tanqueros), hidrantes controlados * | 6 |
| Tabla 3-7. Volumen autorizado facturado no medido (sin medidor)..... | 7 |
| Tabla 3-8. Consumos técnicos por Volumen lavado de tanques | 8 |
| Tabla 3-9. Consumos técnicos por Volumen lavado de tanques | 8 |
| Tabla 3-10. Consumos técnicos de Volumen por drenaje o vaciado de redes..... | 9 |
| Tabla 3-11. Volumen de carros cisterna (tanqueros), hidrantes controlados | 9 |
| Tabla 3-12. Volumen por pérdidas- Metodología IWA | 10 |
| Tabla 3-13. Consumo de conexiones clandestinas dispersas | 11 |
| Tabla 3-14. Consumo de conexiones clandestinas masivas..... | 12 |
| Tabla 3-15. Pérdidas por inexactitud del parque de medidores | 12 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Elaboración: Ing. Alicia Estacio | Revisión: Ing. César Intriago | Aprobación: Ing. Karina Ortiz |
| Analista Técnica de Regulación y Control de Agua Potable y Saneamiento 2 | Analista Técnico de Regulación y Control de Agua Potable y Saneamiento 3 | Directora de Regulación y Control de Agua Potable y saneamiento (E) |
| Firma: | Firma: | Firma: |

1 ANTECEDENTES

Según la Constitución de la República del Ecuador publicada en el Registro Oficial Nro. 449 de 20 de octubre de 2008, el artículo 318 establece que: “*el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos*”, por tal razón se debe realizar un uso racional del agua a través de la implementación de las diversas metodologías existentes para la gestión del uso eficiente del agua.

La gestión del servicio del agua potable implica el seguimiento exhaustivo en el control del uso del agua con el objetivo de mejorar la prestación del servicio y lograr la eficiencia en el consumo; es decir, en la actualidad la gestión está enfocada en la minimización y prevención de excesos a través de la medición de variables, como es el caso de los caudales y volúmenes que pasan desde la captación hasta la red de distribución y los consumos de agua en cada conexión.

En este sentido, la Agencia de Regulación y Control del Agua – ARCA publicó en el registro Oficial Nro. 40, de 11 de abril de 2022, la Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-011-2022 denominada “*Normativa técnica para el control del uso eficiente del agua potable*” donde se establecen los criterios para el control de la gestión en el uso eficiente del agua potable y la aplicación del programa de uso eficiente del agua que formara parte del Plan de Mejora, es por ello que la Agencia ha diseñado la presente Guía como material de apoyo para proporcionar al prestador de los servicios de agua potable y/o saneamiento, público y comunitario, lineamientos para realizar el balance hídrico del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.

2 OBJETIVO

Establecer lineamientos para contribuir con la gestión sostenible del abastecimiento de agua para consumo humano, a través de la metodología de balance hídrico IWA, el cual permitirá determinar las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento operado por el prestador del servicio de agua potable.

3 BALANCE HÍDRICO - METODOLOGÍA IWA

Esta Guía presenta el procedimiento genérico de cálculo y desagregación de las pérdidas de agua para consumo humano para un prestador público o comunitario utilizando la metodología de la Asociación Internacional del Agua, International Water Association IWA.¹

La aplicación de la metodología exige un esfuerzo operativo y comercial con el fin de realizar un análisis de todos los pasos que sigue el agua y sus destinos finales, y así afinar el cálculo de cada componente del balance hídrico que se presenta en la Tabla 3-1.

No obstante, sin un esfuerzo por cuantificar los diferentes componentes del balance no será posible desagregar las pérdidas ni formular proyectos específicos de reducción de pérdidas por causas técnicas o comerciales. Se requiere, por tanto, el compromiso del área

¹ La International Water Association, IWA es una organización sin fines de lucro y un centro de conocimiento para el sector del agua. Con más de 60 años de experiencia conecta profesionales en 140 países en todo el mundo. <https://iwa-network.org/>

técnica responsable del sistema de distribución, así como del área comercial del prestador, responsable de la micromedición y la facturación de consumos.

Tabla 3-1. Balance Hídrico -Metodología IWA

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Volumen Distribuido de agua para consumo humano $V_{\text{distribuido}}$ | Volumen autorizado | Volumen facturado $V_{\text{facturado}}$ | Volumen facturado medido $V_{\text{facturado medido}}$ | Agua facturada |
| | | | Volumen facturado no medido $V_{\text{facturado no medido}}$ | |
| | | Volumen Autorizado no facturado $V_{\text{CT1}} + V_{\text{CT2}} + V_{\text{CT3}}$ | Volumen medido no facturado | Agua No facturada |
| | | Volumen no medido no facturado | | |
| | Volumen Pérdidas | Volumen pérdidas Comerciales por | Volumen clandestino $V_{\text{dispersos}} + V_{\text{masivos}} + V_{\text{fraudulento}}$ | |
| | | | Errores de medición de consumos $V_{\text{mm1}} + V_{\text{mm2}}$ | |
| Volumen pérdidas Físicas por | | Fugas en conducciones, redes y accesorios | | |
| | Fugas y reboses en reservorios y plantas de tratamiento | | | |
| | Fugas en acometidas domiciliarias | | | |

Tabla 3-2. Definiciones - Balance hídrico

| Componente | Definición |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $V_{\text{distribuido}}$ | Volumen distribuido al sistema de agua para consumo humano |
| $V_{\text{facturado medido}}$ | Volumen facturado a los consumidores con micro medición de un año continuo |
| $V_{\text{facturado no medido}}$ | Volumen facturado a los consumidores con base a un promedio de consumo. |
| $V_{\text{facturado}}$ | $V_{\text{facturado medido}} + V_{\text{facturado no medido}}$ |
| V_{cc} | Volumen de agua distribuida por carro cisterna (tanquero) medido y facturado |
| V_{CT1} | Volumen de Agua utilizado en Lavado de Tanques y pozos de succión |
| V_{CT2} | Volumen de Agua por vaciamiento de la red |
| V_{CT3} | Volumen suministrado por carro cisternas (tanqueros) e hidrantes (no facturado) |
| $V_{\text{consumos técnicos}}$ | $V_{\text{CT1}} + V_{\text{CT2}} + V_{\text{CT3}}$ |

| Componente | Definición |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V_{\text{dispersos}}$ | Volumen no facturado correspondiente al consumo de conexiones clandestinas dispersas. |
| V_{masivos} | Volumen no facturado correspondiente al consumo de asentamientos clandestinos masivos |
| $V_{\text{fraudulento}}$ | Volumen correspondiente al consumo de conexiones legales pero que no son facturados debido a manipulación del medidor o de la acometida por parte del consumidor |
| V_{mm1} | Volumen por pérdidas por submedición del micromedidor con el tiempo |
| V_{mm2} | Volumen por pérdidas por subregistro sensibilidad de arranque del medidor |
| $V_{\text{pérdidas comerciales}}$ | $V_{\text{dispersos}} + V_{\text{masivos}} + V_{\text{fraudulento}} + V_{\text{mm1}} + V_{\text{mm2}}$ |
| $V_{\text{pérdidas técnicas}}$ | Volumen perdido en la red de distribución |

$$V_{\text{distribuido}} = V_{\text{facturado medido}} + V_{\text{facturado no medido}} + V_{\text{CT1}} + V_{\text{CT2}} + V_{\text{CT3}} + V_{\text{dispersos}} + V_{\text{masivos}} + V_{\text{fraudulentos}} + V_{\text{mm1}} + V_{\text{mm2}} + V_{\text{pérdidas técnicas}}$$

Con base en este balance hídrico inicial se identificarán los tipos de pérdidas más importantes. Esta identificación orientará al prestador para determinar el tipo de proyectos de control y/o reducción de pérdidas que debe acometerse en particular en cada prestador de servicios.

Dado que es posible que algunos componentes de la *matriz de balance hídrico* (Tabla 3-1) no estén siendo cuantificados actualmente por el prestador, esta Guía presenta la metodología de cálculo recomendada.

Al considerar que el comportamiento de la mayoría de las variables no es uniforme durante el año, debido a efectos aleatorios, estacionales o a la planificación de actividades, se recomienda utilizar información mensual de año calendario completo o en su defecto el año corrido completo como período de evaluación de referencia.

A continuación, se realiza la descripción de cada uno de los componentes de la matriz de balance hídrico.

3.1 VOLUMEN DISTRIBUIDO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El equipo del prestador responsable del proceso de producción de agua para consumo humano debe asegurar la medición continua del caudal de agua para consumo humano obtenido, bien de fuentes superficiales, plantas potabilizadoras, y/o de fuentes subterráneas mediante pozos profundos. Véase la *Guía Técnica de Medición de la Regulación Nro.DIR-ARCA-RG-010-2021*, *Guía técnica de implementación de macromedición en los procesos de producción y distribución de agua potable*, y *Guía técnica para la gestión y fortalecimiento de los procesos relacionados con los sistemas de*

micromedición en la prestación del servicio de agua potable brindado por los prestadores públicos y comunitarios

A efectos del cálculo del balance hídrico y la desagregación de pérdidas, el volumen de agua para consumo humano deberá ser medido en cada punto de entrega al sistema de distribución, y registrado en una tabla como la siguiente, para lo cual se colocará la estructura o componente desde la cual se distribuye el agua, ya sea desde una planta de tratamiento, tanque de distribución, tanque de almacenamiento, etc., así como también, se colocará el volumen total distribuido por cada mes. En caso de tener varios puntos de entrega al sistema de distribución, se deberá contar con una tabla por cada punto.

Tabla 3-3. Volumen de Agua para consumo humano distribuido

| Planta / Tanque de distribución /Otro | Volumen mensual en m ³ |
|------------------------------------------|--------------------------------------|
| mes 1 | |
| mes 2 | |
| ... | |
| mes 11 | |
| mes 12 | |
| Promedio | |

Tipo de medidor:

El prestador debe completar la macromedición permanente del 100% del agua potabilizada entregada al sistema de distribución, para lo cual se recomienda revisar la *Guía técnica de implementación de macromedición en los procesos de producción y distribución de agua potable*.

Para aquellos puntos de entrega no medidos de forma permanente, el prestador debe identificar el diámetro y material de la tubería del punto donde se ubicará el medidor de caudal y asegurar que la tubería trabajará presurizada en el punto de medición escogido o, de ser el caso, se deberá seguir las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del medidor a instalar

Se debe contar con la información del número de puntos de entrega de caudales a medir, a la salida de plantas potabilizadoras, tanques de distribución y/o lugar desde el cual se realiza la distribución de agua para consumo humano, y se presupuestarán los componentes de adquisición e instalación de macromedidores, las obras civiles y los componentes electrónicos de transmisión, almacenamiento y análisis de la información de caudales producidos, de ser el caso.

El proyecto de ampliación de la cobertura de macromedición hará parte del Programa de Uso Eficiente del Agua (PUEA) y del Plan de Mejora del servicio. Atenderá los nuevos indicadores y las prácticas definidas en esta norma.

La ampliación de la macromedición es la base de cálculo para el balance hídrico.

$$V_{\text{distribuido}} = V_{\text{autorizado}} + V_{\text{pérdidas}}$$

3.2 VOLUMEN AUTORIZADO

El volumen autorizado dentro del balance hídrico está conformado por el Volumen autorizado facturado y por el Volumen autorizado no facturado.

Tabla 3-4. Volumen Autorizado - Metodología IWA

| | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Volumen Autorizado | Volumen autorizado facturado $V_{\text{facturado}}$ | Volumen facturado medido $V_{\text{facturado medido}}$ |
| | | Volumen facturado no medido $V_{\text{facturado no medido}}$ |
| $V_{\text{autorizado}}$ | Volumen autorizado no facturado | Volumen medido no facturado |
| | $V_{\text{CT1}} + V_{\text{CT2}} + V_{\text{CT3}}$ | Volumen no medido no facturado |

$$V_{\text{autorizado}} = V_{\text{facturado medido}} + V_{\text{facturado no medido}} + V_{\text{CT1}} + V_{\text{CT2}} + V_{\text{CT3}}$$

3.2.1 VOLUMEN AUTORIZADO FACTURADO

3.2.1.1 Volumen autorizado facturado medido

El volumen autorizado facturado a los consumidores es el principal componente del balance hídrico, el cual es calculado mediante diferencia de lecturas del micromedidor individual en períodos sucesivos mensuales, o por promedios históricos individuales o por categorías de consumidores u otros métodos de aproximación cuando no se dispone de micromedidor individual (Ver la *Guía técnica para la gestión y fortalecimiento de los procesos relacionados con los sistemas de micromedición en la prestación del servicio de agua potable brindado por los prestadores públicos y comunitarios*).

3.2.1.1.1 Volumen suministrado por redes de distribución

El prestador deberá contar con la información del número de conexiones con medidor y sin medidor, así como con la facturación a los consumidores, correspondiente a los últimos doce meses, y consolidar la información de facturación en una tabla como la siguiente:

Tabla 3-5. Volumen autorizado facturado con medidor

| Mes | No. de consumidores con medidor | No. Consumidores con medidor funcional | Volumen facturado medido m^3 |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| mes 1 | | | |
| mes 2 | | | |
| ... | | | |
| mes 11 | | | |
| mes 12 | | | |
| Promedio | | | |

El prestador debe completar la micromedición permanente del consumo del 100% de las conexiones en su ámbito de servicio.

3.2.1.1.2 Volumen suministrado por carro cisterna (Tanqueros) del prestador

En este grupo también se incluye suministros a través de carros cisterna (tanqueros) a consumidores en situaciones de racionamiento temporal o suministro a asentamientos sin servicio permanente. El volumen de agua para consumo humano entregado a los carros cisternas (tanqueros) se debe medir a través de medidores de consumo instalado en los hidrantes de los cuales se abastece a los carros cisterna del prestador o contratado por el prestador.

Estos volúmenes deben ser controlados por el prestador para aplicarlos al balance. La información de los últimos doce meses se resumirá en la siguiente tabla:

Tabla 3-6. Volumen de carros cisterna (tanqueros), hidrantes controlados *

| Mes | *Volumen entregado al carro Cisterna (tanquero) (m ³) [1] | Nro. de carros cisternas (tanqueros) entregados [2] | Volumen total facturado a carros cisterna (tanquero) Vcc (m ³) [3]=[1]*[2] |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| mes 1 | | | |
| mes 2 | | | |
| ... | | | |
| mes 11 | | | |
| mes 12 | | | |

* Se puede registrar más de un volumen del carro cisterna por mes (8m³, 10 m³, 12m³, etc.)

3.2.1.2 Volumen facturado no medido

Este componente corresponde al mayor valor registrado, y corresponde a los consumidores que no cuentan con medidor o cuentan con medidor inservible, y que los consumos son facturados por promedio con algún criterio adoptado por el prestador. $V_{\text{facturado no medido}}$

A falta de otros datos, los prestadores podrán asignar a sus a los clientes no medidos un consumo de hasta 50% adicional al promedio de volumen de agua para consumo humano que presentan los consumidores medidos de la misma categoría.

Se resumirá la información en esta tabla:

Tabla 3-7. Volumen autorizado facturado no medido (sin medidor)

| Mes | No. Conexiones sin medidor [1] | No. Conexiones con medidor no funcional [2] | Volumen estimado promedio por conexión (estimado) m ³ [3] | Volumen facturado no medido (m3) [4]=([1]+[2])*[3] |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| mes 1 | | | | |
| mes 2 | | | | |
| ... | | | | |
| mes 11 | | | | |
| mes 12 | | | | |
| Promedio | | | | |

Los prestadores no podrán cobrar por la prestación del servicio de agua para consumo humano sobre la base del consumo presunto (o promedio) por más de 6 meses consecutivos, en cumplimiento de lo establecido en la Ley de Defensa del Consumidor.

La cobertura efectiva de micromedición reducirá al mínimo este tipo de pérdida.

Con la información del número de conexiones que no disponen de un medidor funcional se presupuesta el costo de los componentes de adquisición e instalación de medidores de consumo domiciliario para llegar a cobertura efectiva de medición del 100%.

El proyecto de ampliación de la cobertura de micromedición hará parte del Programa de Uso Eficiente del Agua (PUEA) y del Plan de Mejora del servicio, y atenderá los nuevos indicadores y las prácticas definidas en esta norma. (Ver la *Guía técnica para la gestión y fortalecimiento de los procesos relacionados con los sistemas de micromedición en la prestación del servicio de agua potable brindado por los prestadores públicos y comunitario*)

El prestador podrá plantear opciones distintas a la instalación de micromedidores, por ejemplo, válvulas limitadoras de caudal, o medidores totalizadores por conjuntos de consumidores, de los cuales deberá registrar los volúmenes correspondientes, así como también garantizar que se distribuya la dotación mínima vital para consumo humano.

Se requiere incrementar la cobertura efectiva de micromedición ya que en esto se basa el aumento de la facturación que se espera registrar al instalar medidores de consumo a las conexiones que antes no tenían medidor operativo.

3.2.2 VOLUMEN AUTORIZADO NO FACTURADO

El volumen autorizado no facturado comprende el volumen de agua utilizado por el prestador para propósitos operativos (lavado de reservorios, purga de redes, etc.) los cuales se denominan consumos técnicos y otros usos de agua para consumo humano autorizados por el prestador del servicio, pero no facturados.

Entre los volúmenes autorizados no facturados suele estar el suministro para: hidrantes (incendios) y suministro mediante carros cisterna (tanqueros) en caso de emergencias o desastres naturales, entidades autorizadas (gubernamentales o no gubernamentales), entre otros.

El equipo de distribución debe estimar los volúmenes técnicos como se sugiere en los numerales siguientes y medir el volumen entregado a través de carros cisterna mediante medidores de consumo instalados en los hidrantes donde se abastecen los carros cisterna (tanqueros) propios o de terceros controlados.

3.2.2.1 Volumen de agua para lavado de Reservorios

El volumen empleado para el lavado de reservorios o tanques de almacenamiento de agua para consumo humano, localizados en el área de servicio, denominado V_{CT1} debe ser obtenido a partir de la medición de datos reales de consumos de agua en esta actividad, información que deberá ser recopilada por el prestador de agua para consumo humano.

Si el prestador no dispone de mediciones reales del consumo de agua en lavado de reservorios, en el primer balance preliminar puede hacerse un estimativo considerando el número de tanques en servicio, el número de veces que se lavan los tanques en el año y el volumen estimado de agua para consumo humano que se consume en cada lavado. Al igual que los demás parámetros del balance hídrico, el volumen anual utilizado en esta actividad se traduce a un valor promedio mensual en metros cúbicos.

La información del volumen de agua empleado en el lavado de cada reservorio se resumirá en una tabla como la siguiente, para cada tanque:

Tabla 3-8. Consumos técnicos por Volumen lavado de tanques

| Mes | Volumen del tanque en servicio (m ³) [1] | Volumen estimado de agua por cada lavado del tanque (m ³) [2] | Número de lavados al mes [3] | Volumen de agua para el lavado de reservorios V_{CT1} (m ³) [4]=[2]*[3] |
|-----------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| mes 1 | | | | |
| mes 2 | | | | |
| ... | | | | |
| mes 11 | | | | |
| mes 12 | | | | |
| Promedio | | | | |

A falta de mejor información se puede suponer que anualmente se consume en el lavado de tanques un volumen equivalente 30% del volumen de tanques.

Tabla 3-9. Consumos técnicos por Volumen lavado de tanques

| # | Parámetro | Valor |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| [1] | Volumen de tanques en servicio en m ³ | |
| [2] = 30%*[1] | Volumen de agua utilizada al año en el lavado m ³ | |
| [3] = [2]/12 | Volumen de agua para lavado de reservorios V_{CT1} en m ³ /mes | |

3.2.2.2 Volumen de agua por vaciado de redes

Este consumo técnico corresponde al volumen utilizado por drenaje de las tuberías de distribución para facilitar la reparación de daños a partir del cierre y para purgar la tubería y después de la reparación hasta clarificar el agua suministrada V_{CT2}

El prestador debe llevar la contabilidad del número de reparaciones de daños en redes durante el año, ubicar cada daño sobre el plano de la red de distribución referenciando, así como el material y diámetro de la tubería reparada y calcular la longitud de la tubería drenada para cada reparación.

Entre tanto se obtiene información sustentada con análisis de casos de reparaciones reales, los prestadores que operen sistemas de abastecimiento pequeños que abastezcan a menos de 1000 habitantes, pueden asumir en un primer balance un diámetro típico de la tubería reparada (D_{ϕ}) de 100 mm (4 pulgadas) y una longitud media de tubería drenada para reparar el daño de 1.200 metros, con lo que el volumen por daño reparado puede estimarse en una primera aproximación entre 20 m³ y 50 m³.

La información del volumen de agua vaciado de la red para reparación de daños se resumirá en la tabla siguiente:

Tabla 3-10. Consumos técnicos de Volumen por drenaje o vaciado de redes

| Mes | **Id. de la Reparación | Diámetro de la Tubería a reparar (D_{ϕ}) (m) [1] | Longitud de tubería drenada por daño (m) [2] | Volumen drenado por daño V_{CT2} (m ³) [3] = $\pi/4 * [1]^2 * [2]$ |
|--------|------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| mes 1 | | | | |
| mes 2 | | | | |
| ... | | | | |
| mes 11 | | | | |
| mes 12 | | | | |

**Id=Código, número o forma de identificar la reparación realizada. Se puede registrar más de una por mes.

Este cálculo podrá afinarse con el tiempo con base en información real de daños reparados, analizada en el sistema de información geográfico del catastro técnico.

3.2.2.3 Suministro por carro cisternas (Tanqueros) e hidrantes

Corresponde a volúmenes de agua entregados a la ciudadanía o a la administración pública para atender casos de emergencia (incendios, desastres naturales, etc.), a través de carros cisterna (tanqueros) del prestador o contratados por el prestador e hidrantes: V_{CT3} .

Estos volúmenes deben ser controlados por el prestador para aplicarlos al Balance. La información se resumirá en la Tabla siguiente:

Tabla 3-11. Volumen de carros cisterna (tanqueros), hidrantes controlados

| Mes | *Volumen del carro Cisterna (tanquero) (m ³) [1] | Nro. de carros cisternas (tanqueros) entregados [2] | Volumen total facturado a carros cisterna (tanquero) V _{CT3} (m ³) [3]=[1]*[2] |
|--------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| mes 1 | | | |
| mes 2 | | | |
| ... | | | |
| mes 11 | | | |
| mes 12 | | | |

* Se puede registrar más de un volumen del carro cisterna por mes (8m³, 10 m³, 12m³, etc.)

3.3 VOLUMEN POR PÉRDIDAS

El volumen por pérdidas dentro del balance hídrico está conformado por el Volumen generado por pérdidas comerciales y el Volumen generado por pérdidas físicas.

Tabla 3-12. Volumen por pérdidas- Metodología IWA

| | | |
|------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Volumen Pérdidas | Volumen por pérdidas Comerciales | Volumen clandestino V _{dispersos} + V _{masivos} + V _{fraudulento} |
| | | Errores de medición de consumos V _{mm1} + V _{mm2} |
| | Volumen por pérdidas Técnicas (físicas) | Fugas en conducciones, redes y accesorios |
| | | Fugas y reboses en reservorios y plantas de tratamiento |
| | | Fugas en acometidas domiciliarias |

$$V_{\text{pérdidas}} = V_{\text{dispersos}} + V_{\text{masivos}} + V_{\text{fraudulento}} + V_{\text{mm1}} + V_{\text{mm2}} + V_{\text{pérdidas técnicas}}$$

3.3.1 VOLUMEN POR PÉRDIDAS COMERCIALES O APARENTES

La estimación de las pérdidas comerciales está sujeta a un alto grado de incertidumbre. En consecuencia, se debe intentar discriminar las pérdidas aparentes en sus componentes distintivos para lograr una buena estimación.

Este tipo de pérdidas se presentan básicamente por las siguientes causas:

- i. por consumos no autorizados de distintos tipos de clientes no controlados por el prestador
- ii. por errores del parque de micro medición o
- iii. por errores del proceso de lectura.

En primer lugar, se debe estimar el número de conexiones ilegales. Esto se puede hacer con base en un catastro comercial de toda el área de servicio o bien realizando muestreos representativos en diferentes sectores del sistema.

En segundo lugar, debe estimarse las pérdidas debidas a errores en el manejo de información, así como inexactitudes en la medición.

Durante las lecturas de medidores y en los recorridos de campo del equipo de búsqueda y reparación de fugas deben registrarse los medidores de agua averiados.

3.3.1.1 Volumen por Conexiones Clandestinas Dispersas

Corresponde al Volumen de consumo de consumidores ilegales ubicados en zonas con redes de distribución de agua para consumo humano habitadas en su mayoría por consumidores ilegales. Se denomina $V_{\text{dispersos}}$

Para el caso de este conjunto de consumidores puede ser identificado por el prestador utilizando el censo sobre el plano digital de la Ciudad en sistema de información geográfico.

Para estimar el volumen de agua de estos consumidores se puede utilizar el $V_{\text{facturado medido}}$ de la tabla de volumen facturado medido (si existe micro medición) (Tabla 3-5) y se suma un valor adicional. En un primer balance hídrico se puede adoptar un consumo medio de conexiones clandestinas dispersos de 200 litros por habitante - día.

$$V_{\text{dispersos}} = \text{"No. de Conexiones clandestinas"} * V_{\text{facturado medido}}$$

La información se resumirá en la tabla siguiente:

Tabla 3-13. Consumo de conexiones clandestinas dispersas

| # | Parámetro | Valor |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| [1] | "Número de conexiones clandestinas de agua" | |
| [2] | Consumo supuesto por persona en litros /hab.- día | (máx) 200 |
| [3] | Personas por vivienda según censo | |
| [4] = [3]*[2]*[1] | Volumen promedio mensual de conexiones clandestinas dispersas $V_{\text{dispersos}}$ en m^3 | |

El incorporar a la facturación del servicio a los consumidores clandestinos dispersos en las zonas con redes de agua para consumo conlleva realizar la gestión por parte del área comercial y a instalar medidores y/o cajillas que se facturarán a nombre del consumidor.

3.3.1.2 Volumen por Conexiones Clandestinas Masivas

Este valor se cuantifica por inspección directa del plano digital de la Ciudad, verificando el número de manzanas en barrios con servicio en condiciones no técnicas, que no están incorporados a la facturación. Comprende urbanizaciones - barrios ilegales o invasiones.

El volumen de cada consumidor identificado como ilegal se cuantifica con base en el valor de la facturación media de su clase de uso. V_{masivos} . La información se resumirá en la tabla siguiente:

Tabla 3-14. Consumo de conexiones clandestinas masivas

| # | Parámetro | Valor |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| [1] | Número de manzanas ilegales | |
| [2] | Número de predios ilegales en las manzanas | |
| [3] | Personas por vivienda | |
| [4] | Consumo unitario lts/hab.-día | |
| [5] = [2]*[3]*[4] | Volumen promedio mensual de conexiones clandestinas masivas V_{masivos} en m^3 | |

La incorporación de los consumidores clandestinos masivos a la facturación del servicio requiere la elaboración de presupuestos de proyectos de extensión de redes.

3.3.1.3 Volumen por usos fraudulentos

Corresponde al consumo de clientes que utilizan tubería paralela a la conexión legal (baipás) o que manipulan o adulteran el aparato de medida a fin de que se les registre solo una fracción del consumo real: $V_{\text{fraudulento}}$.

Este valor puede ser cuantificado a través de la revisión del número de consumidores identificados por el equipo de búsqueda de fugas en situación de medidor adulterado o conexión paralela. La información de consumidores fraudulentos debe ser revisada por el área comercial para solucionar estas anomalías.

3.3.1.4 Volumen por Inexactitudes de la micro medición

V_{mm1} = Caudal consumido, subregistrado por el micromedidor. Se presenta por error creciente en la medición del consumo normal con la "edad" (lectura acumulada) de los micromedidores.

V_{mm2} = Caudal de bajos consumos no medidos. Se presenta por no registro de consumos inferiores al caudal de arranque del medidor, propios de la clase metrológica del medidor.

A falta de información propia, se adoptará un 5% como error de registro global de aparatos micromedidores de velocidad clase metrológica B.

Esta información debe poder ser obtenida de los reportes del laboratorio de medidores. La información de error de micro medición se resumirá en la tabla siguiente:

Tabla 3-15. Pérdidas por inexactitud del parque de medidores

| # | Parámetro | Valor |
|---------------|--------------------------------------------|-------|
| [1] | Consumo facturado medido en m ³ | |
| [2] = 5% | Error global de la micro medición | |
| [3] = [1]*[2] | $V_{mm1} + V_{mm2}$ | |

3.3.2 VOLUMEN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS, FÍSICAS O REALES

Las pérdidas físicas, técnicas (también denominadas reales) $V_{pérdidas\ técnicas}$ están conformadas por volúmenes de agua perdidos por daños o defectos de estanqueidad de cualquier elemento del sistema de distribución hasta el punto de medición del uso del cliente: escapes, sean visibles o no, en tanques de almacenamiento, tuberías primarias o secundarias, en accesorios de unión y de control de la red, como juntas, válvulas de cierre, hidrantes, estaciones controladoras de presión, instalaciones de medición de presiones y caudales etc.

Comprende las siguientes categorías:

- Fugas y daños en redes matriz y sistema de distribución
- Fugas y reboses en el sistema de almacenamiento
- Fugas en conexiones domiciliarias antes del medidor

Para efectos del Balance Hídrico ***el valor de las pérdidas técnicas o reales es la variable de cierre.***