

**IV CONGRESO LATINOAMERICANO DE
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL**

COLEIC, PANAMÁ 2007

**AGUA NO CONTABILIZADA. PROYECCIÓN DEL ERROR DEL
PARQUE DE CONDADORES DOMICILIARES**

AUTOR:

QUEZADA CARCHI MILTON ROLANDO

ASESOR:

BENAVIDES MUÑOZ HOLGER, ING.

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

AGUA NO CONTABILIZADA, PROYECCIÓN DEL ERROR DEL PARQUE DE CONTADORES DOMICILIARES

RESUMEN

Para nadie es desconocido que uno de los grandes problemas de nuestros sistemas de agua potable es la gran cantidad de agua que se pierde. El agua no contabilizada (ANC) está formada por las pérdidas técnicas y comerciales que son muchas veces difíciles de determinar, sin embargo uno de los factores que contribuye al aumento del ANC es el error del registro de los equipos de medición de agua potable y que por lo general son responsables de una porción importante al ANC total en las empresas de agua.

1. INTRODUCCIÓN

Por consiguiente en la ciudad de Loja, con la finalidad de verificar y comprobar el consumo real de agua potable, se ha creído necesario realizar el estudio del error en el parque de medidores (contadores domiciliarios).

Las pruebas de medidores se realizaron en el laboratorio de la Universidad. Esta investigación contribuye con datos del error del parque de contadores o medidores domiciliarios de agua potable, para efectuar a mediano plazo un balance hídrico de la red.

2. OBJETIVOS:

- Evaluar el desempeño de los contadores domiciliarios de agua potable y también a las pérdidas que existen en los contadores.
- Determinar la cantidad de agua potable dejada de registrar por el parque de medidores de agua potable.

3. CONTADORES DOMICILIARES

Los contadores domiciliarios para agua son los instrumentos que se utilizan para medir el consumo total ocurrido desde el momento de su instalación hasta la fecha de la lectura, estos instrumentos no requieren de energía externa para su funcionamiento y sólo nos indican el volumen circulado a través del mismo (Arregui 2001).

3.1 Clasificación de los contadores por su principio de funcionamiento

Los contadores domiciliarios se clasifican en dos grandes grupos:

Contadores de velocidad

- Chorro único
- Chorro múltiple
- Woltmann
- Compuestos

Contadores volumétricos

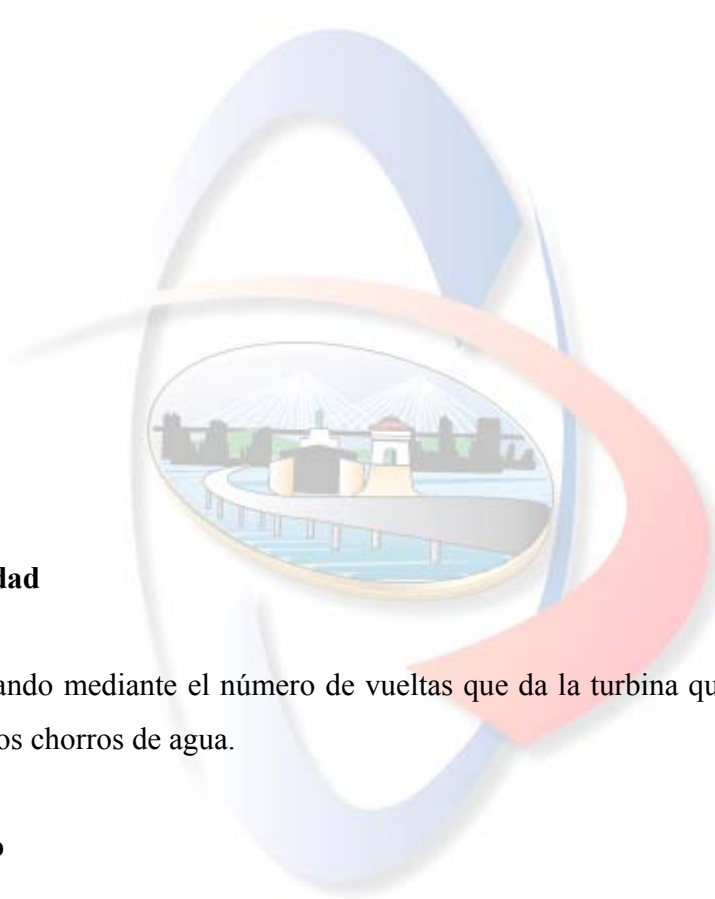
- Pistón rotativo
- Disco mutante

3.2 Contadores de velocidad

Miden el volumen de agua acumulando mediante el número de vueltas que da la turbina que se mueve con el impacto de uno o varios chorros de agua.

3.2.1 Chorro único

Son de bajo costo y son utilizados de una forma generalizada en muchos países. El funcionamiento de este tipo de contadores soporta la incidencia directa de un único chorro sobre



la turbina que se aloja en el interior del contador que por lo general es de latón o bronce, la velocidad de giro de la turbina depende del caudal que circula en ese momento o de la velocidad de impacto del chorro de agua.

El contador tiene un cuerpo en donde alberga la turbina que puede ser de latón o bronce, las dimensiones del cuerpo son muy importantes para obtener la precisión en la medición, la base del cuerpo puede ser con nervios o lisa, cabe indicar que los nervios producen el régimen turbulento o caudales bajos; pero la presencia de los nervios genera un efecto de martilleo que deteriora a medio plazo los puntos de apoyo de la turbina, ya que esto produce un desgaste prematuro del contador. (Arregui 2001).

La turbina transforma la velocidad lineal del flujo en movimiento rotacional, la mayoría de fabricantes construyen la turbina con plásticos de densidad relativamente ligera; existen diferentes tipos de turbina incluyendo los modelos nuevos que se diferencian de los antiguos en que coloca un imán en la parte superior de la turbina, por medio de la cual se transmite el movimiento sin necesidad de contacto físico; debido al tamaño de las turbinas se puede decir que un diámetro de turbina mayor permite más brazo de palanca. El totalizador es un elemento que se encarga de integrar a lo largo de tiempo el caudal detectado por la turbina, esto se conseguiría mediante el número de vueltas que da la turbina por unidad de volumen.

Clasificación de los totalizadores.

- Súper secos.- ningún engranaje está en contacto con el agua, el movimiento de los mismos es transmitido de la turbina a los engranajes mediante el acoplamiento de los dos imanes, en estos totalizadores no existe ninguna lubricación.
- Totalizadores secos.- los engranajes primeros se encuentran en contacto con la turbina mediante un sello mecánico; un inconveniente principal que se puede presentar es que algunos de los engranajes situados en el tren reductor se encuentran en contacto directo con el agua, por lo que estos no se los puede utilizar para aguas duras o sucias.

- Húmedo.- todos sus engranajes están inmersos en el agua, la lubricación proporcionada por el agua disminuye la fricción por lo que su sensibilidad en caudales bajos es mayor que un totalizador seco; además, son muy sensibles a las impurezas que arrastra el agua y no se recomienda su uso en aguas duras.

3.2.2 Chorro múltiple

Se utilizan principalmente en la medición del consumo doméstico y en algunos casos en redes de riego, el funcionamiento es muy similar al del contador de chorro único, a diferencia que en estos contadores de chorro único el agua impacta en un único punto sobre la turbina, mientras que en los contadores de chorro múltiple el agua golpea a la turbina en toda la periferia. Con tales características se consigue un funcionamiento más equilibrado de la turbina y tendría mayor durabilidad del contador (Arregui 2001), a su vez se supone un mejor comportamiento a caudales bajos y con caudales de arranque menor.

Así mismo como en los contadores de chorro único la velocidad de giro de la turbina depende de la velocidad de impacto del agua sobre la misma (García – Serra J., López G., Martínez F. J. 1998). Por otra parte para el mismo diámetro, el tamaño del cuerpo es mayor. Por ejemplo un contador nominal de 1.5 m³/h de chorro único tiene una longitud de 115 mm y mientras que un contador de chorro múltiple tiene una longitud estándar de 190 mm.

En los contadores de chorro múltiple el ajuste de la curva de error se realiza con un tornillo de regulación, lo que nos dice que a mayor apertura mas caudal se deriva por el by-pass (Raúl Vega Varias 2003) y, por lo tanto, mayor desplazamiento de error de subcontaje, en caso contrario cerrando el circuito, se hace circular más caudal por la turbina desplazando la curva de error hacia valores de sobrecontaje.

3.2.3 Marcas de medidores utilizados en la ciudad de Loja

Hace muchos años en la ciudad de Loja se utilizaba contadores de chorro único y chorro múltiple de marcas cuya procedencia fueron de Colombia, Brasil, y México. En la actualidad se está reponiendo aquellos contadores que tienen acumulado más de 6000 m³ ó tienen más de 5 años instalados, por contadores únicamente de chorro múltiple de longitud de 190 mm de transmisión magnética, (UMAPAL 2007).

3.3 Curva de error:

Los contadores de agua no son instrumentos de medida perfecta y tienen algunas limitaciones en cuanto a su utilización. La curva de error proporciona el error de medición a cada caudal; para encontrar el error de medición de un contador se necesita dos datos: el volumen acumulado por el contador y el volumen que realmente ha circulado (Arregui 2001), también se debe asegurar que el caudal al cual se haya consumido dicho flujo haya sido constante (Figura 1), (Figura 2), (Figura 3).

Para calcular el error de un contador domiciliario se aplica la ecuación 01.

$$\varepsilon_Q(\%) = \frac{W_a - W_r}{W_r} \times 100 \quad \text{Ec. 01}$$

Donde,

- ε_Q (%) - error de caudal en porcentaje
- W_a - volumen acumulado
- W_r - volumen real circulado

El caudal circulante se puede determinar con la ecuación 02.

$$Q(m^3 / h) = \frac{W_r}{t} \times 100 \quad \text{Ec. 02}$$

Donde,

- W_r - volumen real circulado
- t - tiempo en horas

3.4 Tipos de caudales establecidos para error en un contador

3.4.1 Caudal máximo

Q_{max}. Es el caudal más elevado al que el contador debe funcionar sin daños en su mecanismo interno, durante períodos de tiempo limitado, respetando los errores tolerados y sin sobrepasar el valor máximo de pérdidas de presión.

3.4.2 Caudal nominal

Q_n. Es la mitad del caudal máximo, se expresa en m³/h y es con el que se designa un contador.

3.4.3 Caudal mínimo

Q_{min}. Es el caudal a partir del cual el error de medición del contador debe ser inferior al ± 5%.

3.4.4 Caudal de transición

Q_t. Es el caudal a partir del cual el error de medición del contador debe ser inferior a los valores establecidos. En contadores de agua fría es ± 2% y en contadores de agua caliente es de ± 3%.

3.4.5 Caudal de arranque

Q_a. Es el caudal mínimo que es capaz de mover la turbina desde la posición de reposo.

4. UNIVERSO Y MUESTRA

Para el presente estudio empleamos como universo (N) una cifra de 24410 conectados al sistema con contador de agua potable; el tamaño de la muestra (n) lo calculamos con la ecuación 03.

$$n = \frac{pqN}{Ne^2 + pq}$$

Ec. 03

Donde,

- p = porcentaje de casos favorables
- q = porcentaje de casos desfavorables
- e = error bajo un determinado nivel de confianza

Considerando un error del 5% y un nivel de confiabilidad del 95% resulta una muestra $n \cong 100$ contadores a extraer y analizar en laboratorio.

Para comodidad del usuario y por operatividad logística de los operadores de la empresa de agua potable, se tomó para ensayo en laboratorio aquellos contadores domiciliarios inmediatamente después de su cambio.

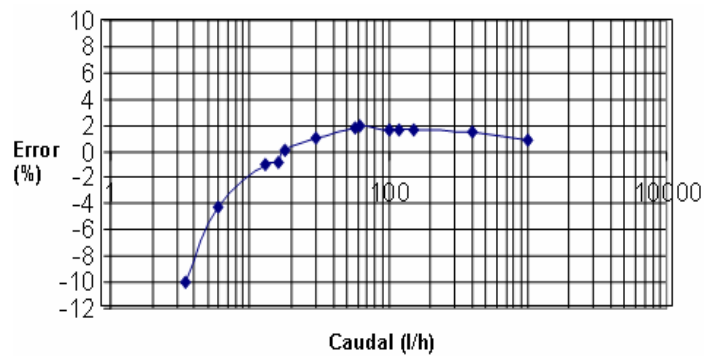


Figura 1. Curva de error en un contador domiciliario

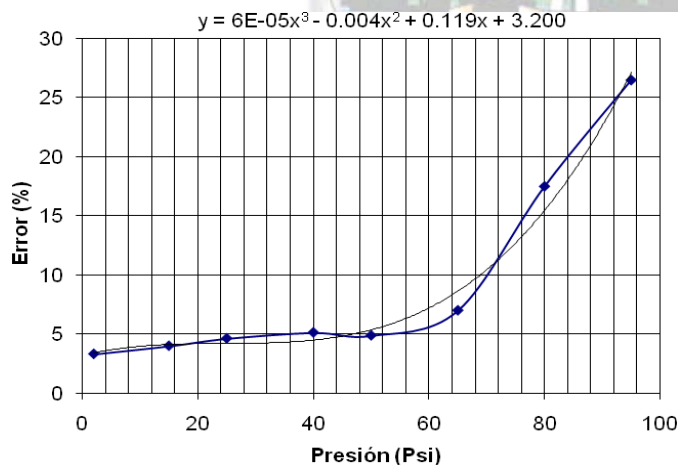


Figura 2. Relación entre el error de contaje versus presión

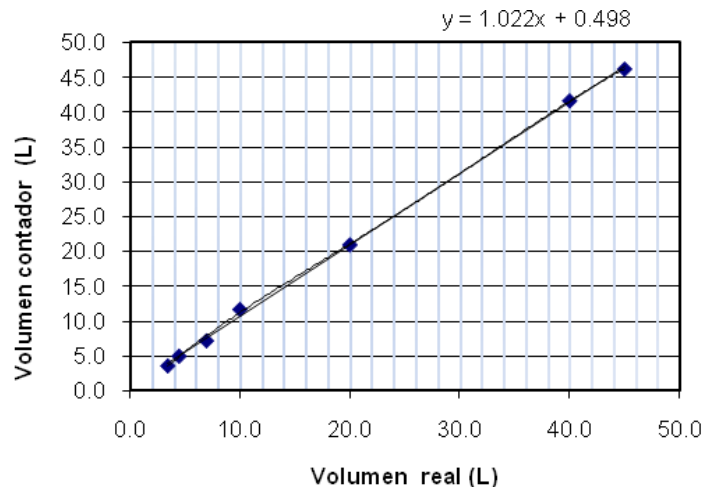


Figura 3. Relación volumen real versus volumen registrado por el contador.

5. CONCLUSIONES:

- El caudal de arranque de los contadores de agua estudiados es de 22 L/h en el segundo año de instalado y se incrementa progresivamente hasta 26 L/h a partir del quinto año.
- El 60 % de los medidores analizados registraron en laboratorio tienen un error de sub contaje.
- Las políticas de mantenimiento y reposición de contadores domiciliarios de nuestra ciudad es acertado y oportuno, debido a que todos los medidores hasta ahora repuestos han presentado o sobre contaje o sub contaje.
- Una estrategia efectiva para las empresas operadoras desde el punto de vista costo / beneficio es la de incorporar una política activa de la determinación del error global de medición y cuyo período óptimo de reposición vaya según parámetros tanto del fabricante como de las características particulares de cada sistema.

6. REFERENCIAS:

- ARREGUI F. J. 1988 Propuesta de Metodología para el Análisis y Gestión del Parque de Contadores de Agua en un Abastecimiento. Valencia (SP) Universidad Politécnica

de Valencia, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (Pág. 15 – 30).

- ARREGUI F. J. 2001. “Evaluación y control de pérdidas de agua en redes urbanas”.
- GARCIA – SERRA J., LÓPEZ G., MARTÍNEZ F. J. (1998) “Metodología para la evaluación del error de medición de un parque de contadores” Ingeniería del agua.
- RAÚL VEGA VARIAS (2003). Evaluación del desempeño de medidores domiciliarios y estimación del error de medición en el sistema de agua potable.
- UMAPAL 2007. Comercialización de agua potable para la ciudad de Loja.

