

ANEXO 1

ESTUDIO DEL NIVEL DE PÉRDIDAS COMERCIALES Y FÍSICAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES

En un sistema de agua potable se registran pérdidas de agua en cada uno de sus componentes, por lo que el volumen de agua disponible en el sistema debe atender los requerimientos de los consumidores más las pérdidas y consumos operacionales¹ previstos. Generalmente, el agua no contabilizada o la pérdida en un sistema de agua potable es provocada por deficiencias comerciales, así como por deficiencias en la red de distribución principalmente, ya que las pérdidas que se producen en tanques son mínimas.

De acuerdo al estudio realizado por C.A.A.S.A. en un recorrido de 135.6 Km, se detectaron y repararon 277 tomas domiciliarias y 13 en red central, así como 25 tomas clandestinas (véase Anexo 1), por lo que:

a) Tomas Domiciliarias

227 fugas en toma → 135.6 km

⇒

X fugas en toma → 1 km

Por lo tanto

$$X = 227/135.6 = 2.04 \text{ fugas en toma/km}$$

Si el total de tomas es de 146,738 y contamos con 140,425 urbanas y 6,313 rurales, esto quiere decir que en los 1'158,190 metros de red urbana tenemos:

140,425 tomas urbanas → 1,158.19 km

⇒

X tomas urbanas → 1 km

Por lo tanto

$$X = 140,425/1,158.19 = 121.24 \text{ tomas/km}$$

¹. Corresponden a los volúmenes de agua que son utilizados con el objetivo de cumplir un propósito operacional y constituyen una pérdida intrínseca para el funcionamiento del sistema. Los consumos operacionales más comunes ocurren en el lavado de filtros y en el lavado de los tanques de regulación y red de distribución.

Es decir, de cada 121.24 tomas/km en 2.04 de ellas hay fuga no visible, obteniendo el porcentaje de 1.68%, que si lo aplicamos al total de tomas urbanas tenemos:

$$140,425(0.0168)=2,359 \text{ posibles fugas no visibles en tomas}$$

b) Red Central

$$13 \text{ fugas} \rightarrow 135.6 \text{ km}$$

\Rightarrow

$$X \text{ fugas} \rightarrow 1,158.19 \text{ km}$$

Por lo que

$$X = [(1,158.19 \text{ km})(13 \text{ fugas}) / 135.6 \text{ km}] = 111.04 \text{ posibles fugas}$$

no visibles en red
central

Por otra parte, el volumen de agua potable extraído en el municipio de Aguascalientes en 1997 fue de 86'739,170 m³ y el volumen contabilizado fue de 39'632,627 m³, por lo tanto el volumen de pérdidas estimado es de:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de pérdidas} &= \left[\left(1 - \frac{\text{volumen de agua contabilizada}}{\text{volumen de agua extraída}} \right) \times 100 \right] \\ &= \left[\left(1 - \frac{39,632,627}{86,739,170} \right) \times 100 \right] = 54.31\% \end{aligned}$$

Esta agua se pierde o no se contabiliza por las siguientes causas:

- Pérdidas comerciales

- i) *Submedición*: se originan por la imprecisión de los medidores que registran el consumo de los usuarios, ya sea por causa sistemática a subvalorar los caudales medidos o bien porque la precisión del medidor disminuye con su uso como consecuencia del desgaste natural. En otras palabras, las pérdidas comerciales por submedición son provocadas por el flujo mínimo que no registra un medidor domiciliario, generado por la diferencia del consumo real y el consumo medido.

La normatividad acepta en el rango inferior hasta un 5% del consumo real, por lo que utilizaremos este mismo porcentaje para estimar el volumen de pérdida por subcontaje.

$$\text{Volumen por submedición} = 39,632,627 (0.05) = 1,981,632 \text{ m}^3$$

- ii) *Clandestinaje*: se originan por el consumo fraudulento debido a conexiones clandestinas en la red de distribución, generalmente esta pérdida comercial es provocada por la conexión de tomas domiciliarias no registradas o contratadas en el padrón de usuarios del sistema operador de agua potable.

De acuerdo a información de la concesionaria existe un estimado de 14,000 tomas clandestinas en todo el municipio, lo que representa un consumo de:

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= [(14,000) (150 \text{ l/h/d}) (4.8 \text{ h/toma}) (365 \text{ días})] / 1000 \text{ l/m}^3 \\ &= 3,679,200 \text{ m}^3 / \text{año} \end{aligned}$$

- **Pérdidas Físicas**

Son los volúmenes de agua que se pierden en cualquier etapa del sistema de agua potable debido a fallas en la infraestructura física instalada o por evaporación. Se manifiestan como fugas en las juntas de interconexión entre tuberías y elementos complementarios, tales como válvulas, grifos, etc., o bien por fisuras, filtraciones y goteos en los componentes del sistema.

Las fugas físicas que existen se clasifican en:

- i) *Red Central*, como aquellas fugas visibles o no visibles que se producen en la red primaria y secundaria.
- ii) *Toma Domiciliaria*, aquellas fugas visibles o no visibles que se producen en la tubería de la vivienda a la red primaria o secundaria.

El volumen estimado para este concepto es igual a:

$$\begin{aligned} &(\text{Vol. total de pérdidas}) - (\text{Vol. de pérdidas comerciales}) = \\ &\text{Volumen de pérdidas físicas} \\ &\Rightarrow \\ &\text{Pérdidas físicas} = 47,106,543 - 5,660,832 \\ &= 41,445,711 \text{ m}^3 / \text{año} \end{aligned}$$

De acuerdo a las estadísticas del año de 1997, se repararon en todo el municipio:

- 13,871 tomas domiciliarias visibles = 85.5%
- 914 en red central visibles = 89%
- 2,359 tomas domiciliarias no visibles = 14.5%
- 111 en red central no visibles = 11%

Generando en total:

- 16,230 reparaciones en toma domiciliaria
- 1,025 reparaciones en red central

Haciendo la equivalencia de una fuga en red a una fuga en toma tenemos lo siguiente:

$$\text{toma de } \frac{1}{2} " \phi \rightarrow 1.267$$

$$\text{tubería central de } 4.31 " \phi \rightarrow 93.69$$

\Rightarrow

$$(93.69/1.267) = 74$$

Por lo tanto, se puede suponer que una fuga en red central equivale a 74 fugas en toma domiciliaria. El volumen estimado es:

- 75,850 tomas equivalentes, 82.4% = 34,151,266 m³/año
- 16,230 tomas reales, 17.6% = 7,294,445 m³/año

Dando un total de 92,080 tomas reparadas con un volumen igual a 41,445,711 m³/año y el volumen estimado para cada toma es de 450.1 m³/año, esta última cifra se obtiene de dividir 41,445,711 entre 92,080 tomas.