



Deputación
DA CORUÑA

eficiencia en redes de distribución de auga potable

mandeo
paraíso fluvial



Autor:

Rubén Ruiz Arriazu

Xerente de operacións AQUAGEST GALICIA - AQUALOGY

Edita:

DEPUTACIÓN PROVINCIAL DA CORUÑA – www.dicoruna.es

Coordinación da serie:

Diputación Provincial da Coruña

Vicente Berrocal Bertol

Miguel Cachafeiro Pazos

Universidade da Coruña - GEAMA

Joaquín Suárez López

Jerónimo Puertas Agudo

Deseño e maquetación:

Aqualogy Development Network

Depósito Legal: C 617-2013

Índice

01	Eficiencia en redes de distribución de auga potable	<i>04</i>
02	Eficiencia en redes de distribución de Galicia	<i>14</i>
03	Metodoloxía para a mellora da eficiencia en redes	<i>16</i>
04	Conclusións	<i>22</i>

01 EFICIENCIA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AUGA POTABLE

É moi habitual ler nos diferentes medios de comunicación (sobre todo en épocas de seca) que en tal municipio se tira máis do 40 % da auga e naqueloutro pérdese máis do 50 %. Nestes casos, está a falarse, aínda que moitas veces sen rigor científico-técnico, dos rendementos hidráulicos das redes de distribución de auga potable.

Este concepto, o de rendemento hidráulico dunha rede de distribución de auga potable (que, no fondo, serve para calquera tipo de rede de distribución e transporte de auga), é un asunto de máxima actualidade, debido a diversas circunstancias que se deron ultimamente..

1

A primeira é unha maior sensibilidade ambiental na sociedade, que fai que **cada vez sexa menos admisible a detracción de auga do medio natural para que logo se “perda” nos sistemas de transporte e distribución** (aínda que alguén podería argumentar que, no fondo, estase a retornar esta auga ao medio).

2

O segundo factor é que vivimos ultimamente períodos de seca importantes, tanto no ámbito galego (verán-outono de 2011) como no nacional (2008), nos que se viu **ameazada a garantía de subministración nalgúns núcleos de poboación importantes** (Área Metropolitana de Barcelona, Área Metropolitana de Vigo, Pontevedra, etc.) e houbo problemas de subministración en infinidade de núcleos medianos e pequenos.

3

Ademais, **no caso de Galicia, onde ao redor dun terzo da poboación se abastece de traídas particulares** (que adoitan ser as primeiras que sofren problemas ao haber seca), **os problemas de garantía de subministración acen-túanse notablemente en épocas de seca** (que, doutra banda, parece que cada vez son máis frecuentes e severos).

Así pois, debemos ter moi claro que factores entran no concepto de rendemento hidráulico e cales son as formas de conseguir ter a máxima eficiencia nas nosas redes de abastecemento.

TÁBOA I. Variables que interveñen no cálculo do ANR. Porcentaxes aproximadas. Fonte: IWA

Volume de auga distribuído (VD): 100% (descontada a auga exportada a outros abastecementos)	Consumo autorizado (CA) 85%	Consumo autorizado rexistrado (CAR) 75 %	Consumo rexistrado facturado (CAR 1) 70 % do VD	Auga rexistrada 75 % do VD (AR)
			Consumo rexistrado non facturado (CAR 2) 5 % do VD	
		Consumo autorizado non rexistrado (CANR) 10 %	Consumo non rexistrado facturado (CANR 1) 5 % do VD	Auga non rexistrada 25 % do VD (ANR)
			Consumo non rexistrado non facturado (CANR 2) 5 % do VD	
	Perdas (P) 15 %	Perdas aparentes (PA) 5 ao 10 %	Consumo non autorizado do 2 ao 6 % do VD (PA 1)	
			Imprecisión de equipos de medida 10 % do VD (PA 2)	
Perdas reais (PR) 5 ao 10 %		Perdas en conducións do 4 ao 6 % do VD (PR 1)		
		Perdas en acometidas do 1 ao 2 % de VD (PR 2)		
	Perdas en depósitos do 1 ao 2 % do VD (PR 3)			
		Perdas inevitables do 1 ao 2 % do VD (PR 4)		

CONCEPTOS XERAIS

O concepto que no ámbito técnico se manexa para falar de rendementos hidráulicos de redes é o de auga non rexistrada (ANR, ou NRW, siglas do inglés non revenue water).

Na **táboa 1** móstranse as principais variables que interveñen no cálculo do ANR (segundo a Asociación Española de Abastecementos de Auga e Saneamento, AEAS). As porcentaxes mostran que se considera razoable a escala técnico-económica, isto é, aquelas perdas que, de modo xeral, son aceptables e que, en moitos casos, resulta antieconómico tentar reducir.

A continuación descríbense as principais variables da táboa 1:

• **Volume de auga distribuído (VD)**

É o volume de auga que se incorpora á rede de distribución, suma do volume producido nas estacións de tratamento de auga potable, o volume comprado en alta xa tratado e o extraído de pozos e mananciais propios, deducindo a auga exportada a outros sistemas. A medida da auga distribuída débese realizar mediante contadores. Non se admite ningunha estimación.

• **Consumo autorizado (CA)**

É o **volume anual de auga medida e non medida utilizada para usos residenciais, comerciais, industriais**, polos clientes, o subministrador e outros implicitamente ou explicitamente autorizados polo submis-

trador. Inclúe a auga utilizada contra incendios, a usada en tarefas de mantemento do sistema, a de baldeio de rúas, limpeza de rede de sumidoiros e rega de xardíns municipais, e a auga de fontes públicas. A súa avaliación pode ser medida con rexistradores (contadores, caudalímetros), estimada ou calculada.

• *Consumo autorizado rexistrado (CAR)*

É o volume do consumo autorizado medido a través de equipos de medida (contadores ou caudalímetros). Nunca debe ser estimado. O ideal é que sexa igual ao CA (aínda que raramente o é).

• *Consumo autorizado non rexistrado (CANR)*

É o volume do consumo autorizado que é estimado (non medido nin calculado). A estimación destes volumes sempre se realiza segundo procedementos e prácticas que outorguen a máxima fiabilidade posible aos datos así obtidos. O ideal é que tenda a 0, é dicir, que todo consumo autorizado sexa rexistrado. No entanto, isto non sempre é posible. En especial, é difícil conseguilo en consumos municipais como baldeos de rúas e regas, xa que moitas veces os consumos non son en puntos fixos, senón en calquera punto da rede.

• *Perdas (P)*

É o volume resultante da diferenza entre o volume distribuído e o consumo autorizado. Integra por unha banda as perdas reais (perdas físicas de auga), e, por outro, as perdas aparentes (imprecisións de medida e fraudes).

• *Perdas aparentes (PA)*

É o **volume anual de perdas de auga causado pola fraude** (consumo non autorizado) e **pola imprecisión asociada coas medicións tanto do volume distribuído como dos consumos autorizados**. Aquí ten unha gran importancia a subcontaxe dos elementos de medición (contadores), que co tempo adoitán tender a medir menos auga da que realmente circula por eles. Tamén deben destacarse, neste ámbito, as tomas clandestinas.

• *Perdas reais (PR)*

É o **volume anual de perdas de auga motivado polas fugas en conducións, acometidas, depósitos, etc.** Mesmo en instalacións privadas se estas se producen antes da súa medición por contador de facturación ao cliente.

En cada sistema de distribución os pesos de cada un destes factores varían sensiblemente. A priori, é imposible saber en cada rede que porcentaxe hai de cada un deles, polo que é necesario realizar unha análise detallada para chegar a concluir se esa rede é eficiente ou non o é.

Ademais do explicado ata agora, hai outro aspecto fundamental para entender a xestión das redes de distribución de auga; trátase dos metros cúbicos facturados. Inicialmente poderíase pensar que os metros cúbicos facturados deberían ser os mesmos ca os rexistrados, pero isto non é así, principalmente por dous factores.

O primeiro é que o habitual é que os concellos, para os seus usos, non paguen a auga, de forma que a auga rexistrada en dependencias municipais (piscinas, garderías, polideportivos, algún colexio, oficinas, etc.) non se chega a facturar. Estes consumos

teñen un peso importante no total do volume distribuído (entre un 4 e un 8 % do total fornecido, podendo ser mesmo maior) e, dado que o distribuidor non os cobra, moitas veces non se chegan nin a rexistrar. Isto fai que ao facer balance dese sistema, a sensación de que se está «perdendo» moita auga é importante cando, en realidade, trátase de consumos necesarios (que non quere dicir que non sexan optimizables).

Doutra banda, en moitos concellos, a tarifa da auga inclúe un mínimo de consumo mensual, que se cobra independentemente de se se consome ou non. Esta práctica está moi estendida, e pretende pagar os custos fixos do servizo de abastecemento (sería inxusto que, nunha segunda residencia que só se utilizase 15 días ao ano, unicamente se pagase o consumo deses días). No entanto, a tendencia é a eliminar estes consumos mínimos e transformalos en cotas de servizo. Desta forma prémíase un consumo responsable da auga. Esta tendencia vai en consonancia coa Directiva marco da auga. En definitiva, a auga facturada non ten por que coincidir coa auga rexistrada.

INDICADORES DE REFERENCIA

Á hora de tentar avaliar a eficiencia dun servizo de distribución de auga, é necesario comparar ese servizo en concreto con outros similares. Ou, mellor aínda, poder avalialo en comparación cuns indicadores de referencia.

A escala internacional, os indicadores de referencia máis utilizados son os seguintes:

RENDEMENTO TÉCNICO DA REDE VOLUME REXISTRADO/VOLUME FORNECIDO

Mídese en porcentaxe (%) e dá unha idea do volume total que non se chega a rexistrar. Pode ser un indicador enganoso, posto que contabiliza como auga «perdida» aqueles consumos autorizados pero non rexistrados (basicamente municipais), así como consumos non autorizados (tomadas clandestinas) que, no fondo, non son perdas debidas a unha mala actuación da rede. Tendo todo isto en conta, un nivel óptimo sería aquel superior ao 85 % e un aceptable, aquel superior ao 75 %. Tamén debe advertirse que este indicador non considera a lonxitude de rede. É evidente que ante un mesmo rendemento, estará mellor xestionada unha rede de maior lonxitude, posto que as perdas unitarias serán inferiores. Aquí tamén é importante saber que, en función do prezo da auga, pode ser antieconómico superar certo nivel de rendemento.

PERDAS (m³)/LONXITUDE (km) E DÍA

Este indicador define o volume de auga perdido diariamente en función da lonxitude de rede. Vese moi influenciado pola densidade de acometidas. Os estándares son os seguintes:

Bo comportamento

< 10 m³/km e día

Comportamento aceptable

10-20 m³/km e día

Mal comportamento

> 20 m³/km e día

PERDAS (m³)/ACOMETIDA E DÍA

Este indicador define o volume de auga perdido diariamente en función do número de acometidas. É o que recomenda a IWA para sistemas con máis de 20 acometidas por quilómetro. Defínense os seguintes estándares, tendo en conta unha presión duns 50 mca.

Bo comportamento

< 125 l/acometida e día

Regular comportamento

125-250 l/acometida e día

Mal comportamento

> 250 l/acometida e día

AVARÍAS/km E ANO

Este indicador permite identificar aspectos cualitativos da rede e do tipo de xestión. Un número alto neste indicador pódese deber a unha rede antiga, de material deficiente ou mal construída. Tamén afecta a presión á que se ve sometida esta rede e, sobre todo, aos cambios de presión, que son os principais causantes de roturas de rede. Pódense considerar os seguintes estándares:

Bo comportamento

< 0,2 avarías/km e ano

Regular comportamento

0,2-0,4 avarías/km e ano

Mal comportamento

> 0,4 avarías/km e ano

HABITANTES/km DE REDE

*Este indicador non é de uso moi frecuente, xa que non se pode actuar sobre el para melloralo. No entanto, si que **nos dá unha idea da dispersión da poboación respecto da rede. O habitual é estar entre 200 e 750 habitantes por km.***

Evidentemente existen moitos máis indicadores, pero estes son os máis habituais. En cada territorio adóitanse incorporar indicadores que engadan algúns aspectos locais, como, por exemplo, o consumo enerxético, o número de contadores, etc. É importante definir indicadores fáciles de calcular que permitan ver a evolución dun sistema.

Doutra banda, os rangos definidos son aproximados. En cada caso, haberá que ter en conta moitos aspectos para acabar avaliando se o comportamento desa rede é o adecuado ou non. Aquí non se pretende establecer ningún estándar fixo, senón simplemente mostrar os valores habituais.

OUTROS ASPECTOS

Así pois, por que temos que ser eficientes na xestión das nosas redes de distribución de auga potable? A pregunta parece fóra de lugar, xa que parece lóxico que, en calquera ámbito, debamos ser eficientes.

A continuación explícanse algúns motivos para ser eficientes. Non se pretende ser exhaustivo, senón simplemente mostrar que a non eficiencia ten unhas repercusións importantes.

O primeiro motivo é o ambiental. Para satisfacer as nosas necesidades de auga, captámola do medio, principalmente de ríos e acuíferos. Parece claro que **debemos captar unicamente aquela auga que realmente necesitamos**. Por tanto, **unha rede ineficiente obriga a captar máis auga da que estritamente sería necesaria do medio ambiente**. Isto, en cada caso, pode significar máis ou menos, en función da cantidade de auga e da capacidade de rexeneración que teña o medio en concreto.

Para medir este aspecto, adóitanse manexar dous conceptos: o de water scarcity (escaseza de auga) e o de water stress. O primeiro define a cantidade de auga potencialmente dispoñible por habitante, mentres que o segundo mide a relación entre a capacidade do medio de «xerar» auga e o volume que se lle subtrae para satisfacer as distintas necesidades (xa sexan relativas a agricultura, a industria ou o abastecemento).

Como se aprecia na **figura 1**, a escala nacional Galicia non se sitúa nunha posición de risco en canto a dispoñibilidade potencial de auga, aínda que é verdade que a metodoloxía de avaliación aplicada é a gran escala, de forma que se limitan a comparar datos entre países, sen entrar a valorar as diferentes zonas que existen nun país (é evidente que no caso de España as diferenzas entre norte e sur son abismais).

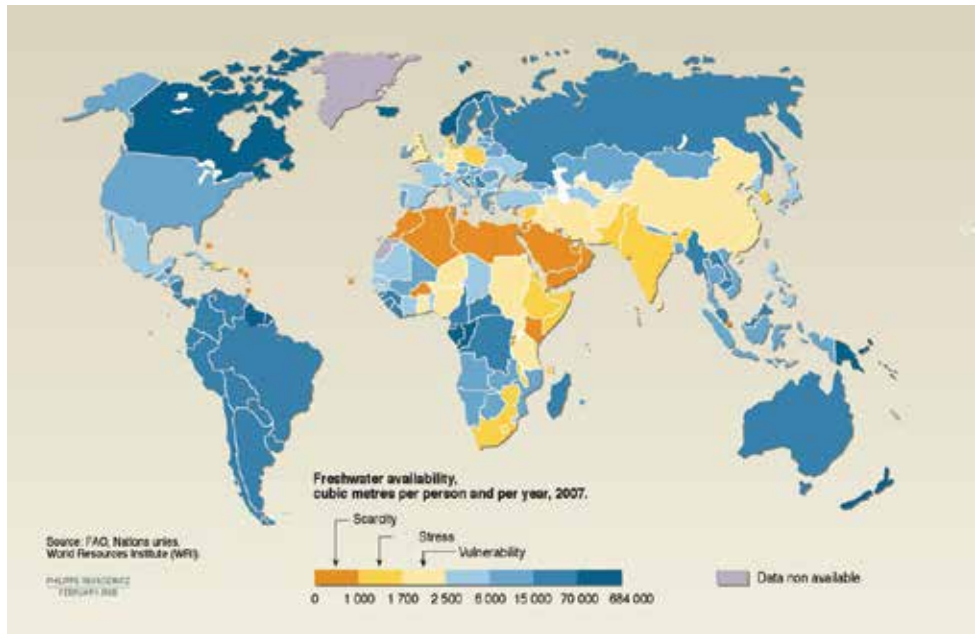


Figura 1. Disponibilidade de auga Fonte:FAO (Nacións Unidas)

Ademais, se concretamos para o caso de Galicia (véxase a **figura 2**), en concreto para a conca do Miño-Sil), parece que a dispoñibilidade de auga por habitante é moi elevada, superior á maior parte de concas europeas.

Esta sensación de que «sobra a auga» (tan presente no imaxinario galego) e, por tanto, a carencia de valor da auga, fai que as políticas de consumo eficiente da auga non teñan tanto éxito aquí como noutras rexións, como as mediterráneas. Do mesmo modo, ao considerarse que sobra a auga, non son prioritarias aquelas políticas (e investimentos) que favorecen a creación de sistemas de distribución eficientes, tan-

to no momento da construción como no de operación.

Outro aspecto relacionado directamente coa eficiencia é o prezo da auga. O consumo de auga, en contra do que puidese parecer ao tratarse dun ben básico, é relativamente elástico respecto ao prezo. Isto quere dicir que, ante un aumento de prezo, a demanda diminúe. Así pois, **a experiencia di que, ante aumentos de prezo da auga, os usuarios tenden a consumir menos, independentemente de se falamos de agricultura, industria ou usos domésticos. En agricultura implantar sistemas de regadío máis eficientes, deixando os costumes tradicionais atrás e apostando por rega**

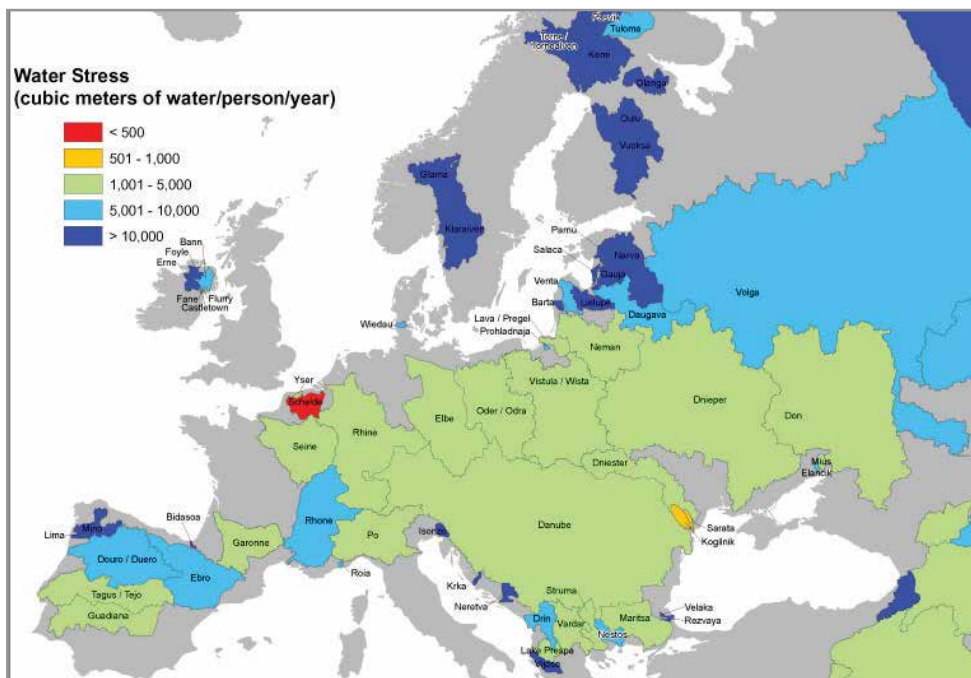


Figura 2. Transboundary Freshwater Dispute Database, Universidade de Oregon

por goteo ou por aspersión. Na industria incorpóranse sistemas de reaproveitamento de auga de proceso, refrixeración, etc. e no ámbito doméstico, téndese a aforrar auga cambiando o baño pola ducha, cerrando a billa ao lavar os dentes, incorporando elementos nas billas que limitan o caudal de saída ou mecanismos para consumir menos auga ao tirar da cadea no váter, entre outras medidas. É verdade que o prezo non é o único factor á hora de incorporar estes costumes de consumo responsable no ámbito doméstico (as accións informativas

e educativas das administracións públicas e empresas, así como procesos de seca importantes onde se traslada á poboación a gravidade da situación son outros dous métodos que axudan a reducir os consumos particulares), pero a relación entre prezo e consumo é innegable. A continuación móstrase unha táboa e a figura relacionada que recollen a relación de ANR coas tarifas da auga, en cidades europeas, americanas e asiáticas. Queda claro que naqueles lugares onde as tarifas son máis elevadas, os rendementos son maiores.

EFICIENCIA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AUGA POTABLE

TABLA II. Relación ANR/tarifas. Informe sobre tarifas del agua, Global Water Intelligence, 2009

Water Tariff (\$/m ³)	NRW Rate (%)		
	< 25%	25% - 50%	> 50%
< \$1 Group A	A1: Manila East No. of cities: 1	A2: Dublin, Hanoi, Kuala Lumpur, Monterrey, Ho Chi Minh City, Guadalajara, Hong Kong & Kathmandu No. of cities: 8	A3: Manila East No. of cities: 2
\$1 - \$2 Group B	B1: Jerusalem, Madrid, Stockholm, Athens, Lodz No. of cities: 5	B2: Santiago de Chile, Bucharest & Naples No. of cities: 3	B3: Sofia No. of cities: 1
\$2 - \$3 Group C	C1: Krakow, Houston, Barcelona, Warsaw, Budapest, Poznan & Utrecht No. of cities: 7	C2: None No. of cities: 0	C3: None No. of cities: 0
\$3 - \$4 Group D	D1: Adelaide, Boston, Ostrava, Helsinki, San Jose, Brno, Oslo & Brisbane No. of cities: 8	D1: London No. of cities: 1	D3: None No. of cities: 0
> \$4 Group E	E1: Paris, Sydney, Vienna, San Diego & Copenhagen No. of cities: 5	E2: None No. of cities: 0	E3: None No. of cities: 0

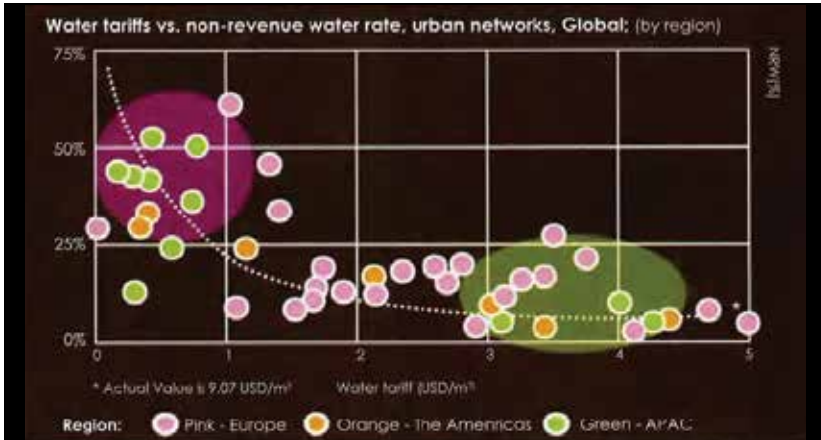


Figura 3. Relación ANR/tarifas. Informe sobre tarifas da auga, Global Water Intelligence, 2009

Hai que ter coidado ao analizar as figuras anteriores, dado que o prezo da auga ten en conta moitos factores, como os custos de produción ou de compra da auga, custos de persoal, custos enerxéticos, impostos, etc. Todos estes custos son maiores nos países desenvolvidos, polo que é lóxico que os países con maiores tarifas da auga sexan aque-

les desenvolvidos. E normalmente é nestes países onde existe maior concienciación ambiental, polo que tamén se aprecia unha maior presión social para que as redes de distribución de auga potable sexan o máis eficientes posible. Aínda así, a relación é evidente, xa que, como se dixo, as tarifas da auga incorporan os custos da auga. Se den-

tro da tarifa da auga non incorporamos os custos reais, os prezos tanto a escala particular como da empresa xestora non incentivan o ser eficiente.

A figura 4, onde se mostra a relación do ANR e as tarifas unicamente en Europa, axúdanos a minimizar aqueles factores asociados á disparidade entre países para relacionar os dous factores. Este gráfico mostra que a relación é clara.

Por certo, tendo en conta esta relación directa entre ANR e tarifas, e sabendo que existe unha relación tamén directa entre consumo eficiente e tarifas, que motivación teñen os concellos para consumir racionalmente se, na maioría dos casos, non pagan a auga que utilizan? Este aspecto debería ser abordado nos concellos, xa que son un dos principais consumidores de auga urbana (entre un 4 e un 8 % da auga total fornecida no mellor dos casos, podendo dispararse por encima do 10 %).

Outro aspecto que debe considerarse cando se fala de redes eficientes de distribución de auga potable é o enerxético. Os procesos

que permiten captar auga do medio (xa sexa río, acuífero, encoro ou mar) e levala ata a billa dos consumidores son grandes consumidores de enerxía: ao captala, ao depurala e ao distribuíla. Cando a auga vai pola rede cara aos consumos finais, leva unha gran pegada de CO2 con ela. E se nese momento se perde, non unicamente se perde o recurso auga, senón tamén toda a enerxía utilizada para captala, potabilizalae eleva a ata o depósito correspondente.

Así pois, cando a conciencia por ser enerxeticamente eficiente cada vez está máis estendida (aquí si que moi apoiada polo gran incremento de prezo que experimentou a enerxía nos últimos anos), é importante ser conscientes de que ao perder auga polas redes tamén se está perdendo enerxía e, por tanto, está a aumentarse a pegada de carbono. No entanto, e aínda que o importante aumento do custo enerxético para as empresas distribuidoras de auga (públicas e privadas) non foi trasladado aos prezos e, por tanto, internalizouse, si que se produciu un «interese» por reducir o devandito consumo enerxético e, indirectamente, por ser máis coidadosos coas perdas de auga.

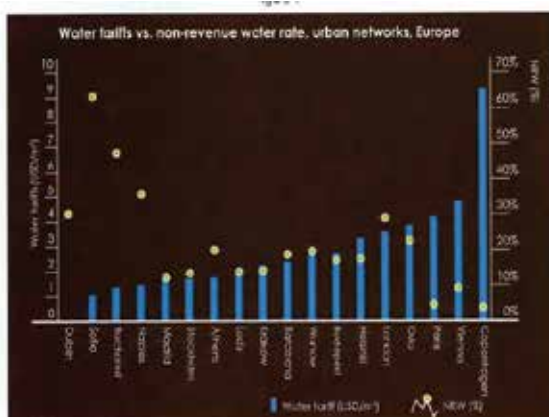


Figura 4. Relación ANR/tarifas en Europa. Informe sobre tarifas da auga, Global Water Intelligence, 2009

02 EFICIENCIA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN EN GALICIA

A ninguén se lle escapa que o tipo de urbanización do medio galego, caracterizado principalmente pola gran dispersión das vivendas, condiciona excepcionalmente a xestión dos servizos básicos e, en particular, a do abastecemento de auga.

Para ilustrar esta situación, basta con destacar o feito de que a metade dos núcleos de poboación no ámbito nacional atópanse en Galicia, sumando case 30.000 para unha poboación que non chega a 3 millóns. Dotar de abastecemento de auga (e saneamento) a estes 30.000 núcleos de poboación é unha tarefa que está lonxe de estar finalizada.

Ademais, esta gran dispersión fai que a lonxitude de rede por habitante (ou por acometida) sexa moi grande, o que dispara os custos de investimento. En moitos casos, isto comportou que se apostase (e aínda agora se fai) por materiais de inferior calidade, o que redundou nun maior número de perdas e avarías en fase de explotación.

Doutra banda, esta gran lonxitude de rede polo medio rural fai difícil lograr un control exhaustivo das acometidas, o que facilita a existencia de tomas clandestinas que, como se comentou con anterioridade, ao facer balance da eficiencia dunha rede aparecen como «auga perdida». Finalmente, outro indicador que se ve penalizado por esta gran dispersión é o de perdas por abonado; aínda que se teña un bo cociente de perda por quilómetro, ao haber moita lonxitude por cada abonado, o indicador mostra unha mala xestión.

DATOS DE REDE NO PERÍMETRO DO MANDEO

Se nos centramos nos dez concellos que se inclúen dentro do Proxecto Mandeo (Aranga, Bergondo, Betanzos, Cesuras, Coirós, Curtis, Irixoa, Oza dos Ríos, Paderne e Sobrado), ven reflectidas as características descritas no apartado anterior. Esta zona, sen ser das máis rurais de Galicia, representa perfectamente o que nos atopamos no ámbito autonómico.

En total, e segundo datos da Enquisa de infraestruturas e equipamentos locais que realiza a Deputación da Coruña (datos de 2008), nos 10 municipios viven unhas 40.000 persoas, aínda que cabe destacar que hai dous concellos que concentran a metade da devandita poboación (Bergondo e Betanzos). Na táboa 3 móstranse algúns datos significativos:

Como se aprecia nesta táboa, os 40.304 habitantes repártense en 427 núcleos, o que dá unha idea da dispersión territorial. Ademais, cabe destacar que hai unha maior lonxitude de rede exterior aos núcleos que de rede interior, o que significa que hai máis lonxitude de rede de «transporte» que de «distribución». Ademais, a porcentaxe de vivendas non conectadas á rede nos núcleos chega a ser de case o 50 % no caso de Coirós, sendo en xeral bastante elevada. O mesmo sucede coa cantidade de vivendas que dispoñen de abastecemento autónomo.

Non se dispón dos datos dos indicadores que se presentaron no apartado 1.3, excepto no caso de «habitantes/km de rede». Como se explicou anteriormente, o habitual é estar entre 200 e 750.

Se nos fixamos na media deste grupo de concellos, está en 56 habitantes/km, sen-

TABLA 3

	Aranga	Bergondo	Betanzos	Cesuras	Coirós	Curtis	Irixoa	Oza	Paderne	Sobrado	TOTAL
Habitantes	2,181	6.683	13,522	2,274	1,713	4,245	1,550	3,206	2,722	2,208	40,304
Densidade (hab/km ²)	18	202	556	29	51	36	23	45	68	18	56,97
Nº núcleos	49	24	25	69	11	77	23	21	24	104	427
Poboación do núcleo	1.618	5.722	11.850	1.818	1.563	3.977	927	2.324	1.971	1.920	33.690
Rede exterior (km)	39,48	42,23	32,23	58,74	19,78	43,28	13,04	12,34	23,89	85,23	370,22
Rede total (km)	7,77	98,72	68,12	34,96	30,72	31,60	2,79	17,15	13,43	39,53	344,78
Habitantes/	47,25	140,95	100,35	93,70	50,50	74,88	15,83	29,49	37,31	124,76	715,00
km de rede	46,16	47,41	134,75	24,27	33,92	56,69	97,95	108,71	72,95	17,70	56,37
Porcentaxe non conectada á rede nos núcleos (%)	28,6	28	0,8	35	47,7	15,1	14,2	38,0	30,2	27,4	TOTAL
Porcentaxe de vivendas con abastecemento autónomo (%)	54	0	0	19,2	0	26,7	80,6	33,1	50,9	20,7	TOTAL

do Betanzos, con case 135, o de maior cociente e Sobrado, con 17, o de menor. Isto indica o que se comentou con anterioridade: **as redes de distribución de auga en Galicia son moi longas en relación co número de habitantes ao que serven. E como tamén se comentou, isto implica unha serie de problemas que están lonxe de solucionarse.**

Outro aspecto importante é a cantidade de vivendas non conectadas a unha rede pública de abastecemento de auga e as que teñen abastecemento autónomo. Isto é unha característica de Galicia que non se atopa en practicamente ningunha outra rexión española.

En concreto, da orde dun terzo da poboación galega ten traídas de auga particulares. Estas traídas de auga tamén teñen asociadas unha serie de problemas importantes. O principal é que adoitan ser as primeiras damnificadas en época de seca, dado que a súa garantía en canto a recur-

so é pequena. Doutra banda, non sempre cumpren co Real decreto 140/2003, o que deixa nunha situación de indefensión ante a garantía de cumprimento deste decreto a numerosos habitantes.

En canto a nivel de rendemento técnico de rede, os concellos de Betanzos e Bergondo están ao redor do 60 %. Evidentemente, este rendemento non é moi bo. En cambio, ao analizar o cociente de perda por lonxitude e día, Betanzos estaría nuns 14 e Bergondo en 3, o que os colocaría nun comportamento aceptable e bo, respectivamente. Isto simplemente evidencia dúas cousas. A primeira é que de cara a avaliar o comportamento dunha rede de distribución de auga non basta con calcular un único indicador, dado que ningún por si só avalía o devandito comportamento. A segunda conclusión é que lonxitudes de rede tan elevadas para un número limitado de abonados penalizan excesivamente os rendementos técnicos das devanditas redes.

Finalmente, e polo que se refire ao número de avarías por km de rede, durante o 2011 Betanzos tivo un índice de 0,38, mentres que Bergondo quedou en 0,08. En ambos casos, estamos a falar dun bo comportamento das redes.

03 METODOLOXÍAS PARA A MELLORA DA EFICIENCIA DAS REDES

Ao falar de mellora de eficiencia dunha rede de distribución de auga hai que ter presente que se pode (e débese) actuar en todas e cada unha das partes da devandita rede para tratar de mellorar a súa eficiencia. Ademais, é importante saber que, en moitos casos, mellorar os indicadores de eficiencia dunha rede (por exemplo, o de rendemento hidráulico) non necesariamente implica diminuír a cantidade de auga fornecida.

Así pois, e se nos centramos no indicador de rendemento hidráulico, que é o cociente entre o volume de auga rexistrada e o volume de auga fornecida, vemos que podemos actuar en varios ámbitos.

Se nos fixamos na táboa 1, «Variables que interveñen no cálculo do ANR», apréciase que debemos minimizar os volumes de consumo autorizado non rexistrado e o de perdas, tanto aparentes como reais.

Así pois, dividiremos este apartado en que podemos facer para reducir estes tres volumes.

MELLORA EN CONSUMO AUTORIZADO NON REXISTRADO

A primeira premisa de cara a optimizar a eficiencia dunha rede de distribución de auga é que todos os caudais fornecidos sexan medidos, nunca estimados.

As estimacións permiten axustar os rendementos reais aos que se queiran obter, polo que se debe tender a eliminar toda estimación.

Como se comentou, dentro do consumo autorizado non rexistrado incluíriáanse aspectos tan dispares como parte dos consumos municipais (que ao non ser facturables na maioría dos casos, tampouco se rexistran) e, nalgúns casos (cada vez menos), subministracións a clientes aos que, por tradición, facturouse «a tantos euros o mes», independentemente do consumo. Solucionar isto é sinxelo; basta con pór contadores en todos aqueles consumos. É de especial importancia ser capaces de rexistrar consumos elevados municipais, como regas, piscinas, baldeos, limpeza de sumidoiros,... Para isto, moitas veces non basta con pór contadores, e faise necesaria unha coordinación coas empresas de limpeza urbana, grandes consumidoras de auga. A súa práctica máis habitual consiste en encher as súas cubas no primeiro hidrante que se atopan. Isto, ademais de dificultar o rexistro de todos os consumos, ás veces orixina outros problemas (se non é unha tubaxe troncal pode diminuír a presión nas vivendas da zona ou, mesmo, mobilizar turbidez). É importante poder coordinarse coa empresa de limpeza viaria, de forma que se designen unha serie de hidrantes para encher as cubas e que a estes se lles coloque contador.

Con estas medidas sinxelas, os rendementos de calquera explotación melloran da orde de 5 puntos, a pesar de que a auga fornecida é a mesma (e a utilizada, tamén).

Outro aspecto posterior é, unha vez que se coñece o consumo municipal en aspectos como a rega ou o baldeo de rúas, estudar formas de minimizar este consumo, xa sexa mellorando redes internas de rega, utilizando augas non potables para estes usos, etc.

MELLORA EN PERDAS APARENTES

As perdas aparentes compóñense, basicamente, daquel consumo que se produce en realidade, pero non somos capaces de rexistrar, xa sexa pola imprecisión dos equipos de medición ou porque se trata de tomas clandestinas non declaradas.

No segundo caso, ou de tomas clandestinas non declaradas, a solución é levar a cabo campañas de «procuras de consumidores clandestinos», que permitan identificar aquelas conexións fraudulentas á rede. Minimizar estes consumidores clandestinos é moi importante, dado que o seu consumo de auga adoita ser moi elevado, tanto porque ao non pagar non teñen ningún tipo de incentivo para non consumir como porque normalmente as tomas clandestinas adoitan realizarse para consumos elevados (regas, piscinas, etc.). É habitual que haxa vivendas de tipo unifamiliar ou casas illadas que teñan a acometida legal e a clandestina, de forma que os grandes consumos se realicen a segunda. Outro

motivo que fai que sexa importante a eliminación deste tipo de fraude é que, dado que o servizo da auga está regulado, normalmente o custo desta auga repercútese no resto de usuarios, algo que resulta totalmente inxusto.

Unha forma de detectar a existencia ou non de consumidores clandestinos é mediante o método do mínimo nocturno. Este método, que se explicará máis adiante, ten como finalidade detectar fugas na rede, pero indirectamente pode servir para detectar a presenza de consumidores clandestinos.

Ademais, hoxe en día existen unhas cámaras minúsculas que, cortando a auga nunha parte pequena da rede e introducindoas, permiten detectar tomas clandestinas.

Finalmente, cabe dicir que neste asunto as ordenanzas municipais son moi necesarias. Débese establecer con claridade unha sanción suficientemente importante que evite este tipo de prácticas. Isto xa existe nalgunhas cidades andaluzas, onde a sanción por ter unha toma clandestina supera os 1.000 euros.

O segundo aspecto fundamental para minimizar as perdas aparentes é o asociado á imprecisión de equipos de medida. Aquí, de novo, as ordenanzas son imprescindibles. En moitos lugares, o contador é propiedade do cliente e este non ten ningún tipo de obriga de mantelo en bo estado nin de substituílo.

Normalmente, os contadores co tempo tenden a subcontar. Esta subcontaxe depende do modelo de contador, do tempo que leva funcionando, do número de m³ que contou, do tipo de auga, etc. O máis habitual en Galicia é que os parques de contadores sexan vellos, o que fai que a subcontaxe sexa

un problema importante. Para solucionalo, existen varias opcións, pero a máis práctica sería trasladar a responsabilidade do contador ao explotador. Desta forma, sería o explotador o que decidiría como e cando cambialo, que modelos e clases utilizar, etc. Existen comunidades autonómicas que obrigan ao cambio de contadores cada certo tempo (no caso de Andalucía, cada oito anos).

O mundo dos contadores é máis complexo do que parece: existen clases, modelos, con mellor arranque, con mellor comportamento para caudais medios ou altos, analóxicos-dixitais, telecontrolados, etc. Ademais inflúe no seu comportamento un bo dimensionamento, unha boa colocación, o tipo de auga ... A tendencia actual é a de instalar contadores que permitan ser telelidos (fálase entón de telelectura), de forma que se poidan obter todos os rexistros á vez, o mesmo día; póidanse comparar cos fornecidos sen a decalaxe de tempo necesario para realizar as lecturas e, ademais, permitan ofrecerlles aos clientes unha serie de vantaxes, como o envío de alarmas de detectárense consumos anómalos, fugas internas, etc. Unha vez máis, a dispersión que existe en Galicia dificulta (e encarece) a instalación deste tipo de tecnoloxía.

MELLORA EN PERDAS REAIS

Cando a unha persoa se lle pregunta onde se perde a auga dun sistema de distribución de auga, sen dúbida responderá que na propia rede. Como vimos ata agora, isto non é así. No entanto, si que é certo que na propia rede se pode perder moita auga.

Dentro da rede centrarémonos nas perdas que se producen na propia rede. Tamén se producen en acometidas, en válvulas e en depósitos. As que se producen en válvulas e depósitos teñen unha vantaxe e é que normalmente ven (o que non implica que sexa fácil solucionarlas).

Respecto das perdas na propia rede, existen dous condicionantes fundamentais: o material da tubaxe (e a execución) e as presións. En canto ao material, cabe destacar que aínda hoxe en día temos redes de materiais como o fibrocemento, material moi utilizado ata hai uns 10-15 anos e que, co tempo, provoca unha cantidade enorme de problemas en forma de fugas e avarías.

PLAN DE REGULACIÓN DE PRESIÓNS

Canto ás presións, é evidente que ante unha fuga, o caudal perdido será maior canto maior sexa a presión. Pero, sen dúbida, o que máis afecta a unha rede non é tanto unha presión alta como o cambio de presións. Por este motivo, a maioría das avarías prodúcense de noite, cando a presión da rede aumenta ao baixar o consumo. Ter unha boa regulación de presións, de forma que estas mantéñanse máis ou menos constantes independentemente do consumo, é a mellor forma de minimizar avarías e fugas. Para iso, existen numerosas válvulas reguladoras de presión, que permiten programar as presións augas abaixo en función da hora ou do consumo. En cada caso, débese estudar que tipo de válvula e que tipo de regulación se adecúa máis á propia rede, xa que as solucións universais non adoitan encaixar.

EN CALQUERA CASO, ESTABLECER UN PLAN DE REGULACIÓN DE PRESIONES TEN UNHA SERIE DE VANTAXES ASOCIADAS:

- *Mellora da calidade do servizo, ao adaptar a presión á demanda.*
- *Redución da frecuencia de roturas.*
- *Diminución do risco de sobrepresións ocasionados por bolsas de aire acumuladas no interior das conducións.*
- *Eliminación das fluctuacións de presión na rede que provocan novas fugas e fan aumentar os caudais das xa existentes.*
- *Diminución drástica tanto das fugas na rede como das existentes nas instalacións interiores.*
- *Especificacións técnicas menos esixentes dos compoñentes de rede.*
- *Reducións de gastos de reparación.*
- *Mellora do rendemento e diminución do volume do ANR.*

SECTORIZACIÓN

As vantaxes asociadas ás redes malla-das (as máis habituais nos nosos municipios, polo menos nos núcleos importantes) son claras: diminución de tempo de permanencia da auga, aumento de garantía de subministración, etc. No entanto, desde o punto de vista do control das fugas, este tipo de redes son máis complicadas. Para poder

acometer o problema, o mellor método é o de sectorización da rede.

A sectorización consiste na división da rede de distribución en zonas independentes, de modo que cada unha delas pode considerarse de forma autónoma.

Cada unidade denomínase sector hidráulico.

Cada sector está delimitado por contadores, de forma que se pode realizar un balance da auga que entra e sae. Ademais, a cada sector débenselle asignar os consumos deste, de forma que se poida realizar un balance completo e se poida coñecer o ANR.

A SECTORIZACIÓN PERMITE:

- *Realizar auditorías para coñecer a auga distribuída e rexistrada e calcular os indicadores de rendemento técnico, volume de auga non rexistrada global e por km de rede, etc.*
- *Detectar e cuantificar o nivel de fugas, fraudes e subcontaxe.*
- *Facilitar o control e a xestión da rede a través da introdución de elementos de medida en cada punto de alimentación ao sector, de forma que permita efectuar auditorías de seguimento para cada un dos sectores, así como diagnosticar de forma máis rápida cales son as zonas en peor estado.*
- *Caracterizar o caudal mínimo nocturno de cada sector, de modo que comparando o histórico de datos se poida detectar cando se lles debe en-*

viar aos equipos de detección e localización de fugas.

- *Caracterizar as curvas de demanda por sectores.*
- *Diminuír os custos de mantemento das redes ao orientar as accións aos sectores con maiores índices de ANR.*
- *Comprobar rapidamente os resultados da campaña de procura e reparación de fugas.*

METODOLOXÍA DO CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO

A metodoloxía máis estendida para o cálculo das fugas nunha rede é a do caudal mínimo nocturno. Esta metodoloxía consiste en calcular o caudal que circula por un sector da rede pola noite, normalmente entre as 2 e as 5. Ese horario é o de mínimo consumo, polo que debería tender a cero (é importante descontar consumos de coñecérense, por exemplo de industrias que traballan pola noite, de hoteis con lavanderías nocturnas, de panaderías ...).

O caudal mínimo nocturno compárase co caudal medio e se o cociente entre ambos é inferior a 0,2 considérase que se trata dunha rede con baixo nivel de fugas. Polo contrario, se supera o 0,4 o nivel de fugas é elevado.

O control do mínimo nocturno é fundamental para coñecer o rendemento da propia rede. Na medida do posible, deberá rexistrarse este dato coa maior frecuencia que resulte viable. O óptimo é, mediante un

sistema de dataloggers, poder dispor do dato cada mañá, de forma que nos permita detectar unha fuga o mesmo día que se produza.

Pode suceder que o cociente entre caudal mínimo e caudal medio sexa inferior a 0,2 e, polo tanto, cun baixo nivel de fugas e que, pola contra, o rendemento da nosa rede sexa pequeno. Neste caso, o problema vén pola parte do rexistrado, xa sexa por moito consumo municipal non rexistrado, mala xestión do parque de contadores ou por unha gran presenza de consumidores clandestinos. En calquera caso, esta metodoloxía é básica para o control do ANR.

Así pois, as principais vantaxes da metodoloxía do caudal mínimo nocturno son:

- Detección de fugas non sintomáticas. A través do estudo do caudal mínimo nocturno pódense detectar fugas que na explotación convencional non se manifestan. Unha vez determinada a existencia da fuga pódese ir acoutando mediante a parcelación do sector a través dun peche secuencial de válvulas (step testing), illándoa ata que poidan utilizarse métodos de detección acústica como correladores, xeófonos ou outros sistemas de procura de fugas para atopala.
- Detección de fraudes. Aínda que máis difíciles de identificar, as variacións do histograma habitual de consumo poden indicar a súa existencia.
- Procura de fugas mellor orientadas. Ao dispor de información de todos os sectores

poden establecerse criterios de prioridade, utilizando diferentes indicadores (rendemento, caudal mínimo por lonxitude de rede ou por acometida ...).

- Caracterización do consumo dos clientes. A través das curvas de caudal pódense identificar estacionalidades, día laboral ou día festivo, diferenciar zonas residenciais de zonas industriais, identificar grandes clientes,...

- Vixilancia da integridade entre os diferentes pisos de presión. Tamén a través das curvas de caudal pódese detectar se se abriu algunha válvula de fronteira.

- Benchmarking. Pódense comparar as experiencias e resultados entre sectores, así como entre distintas redes de abastecemento.

- Mellor planificación dos investimentos. Ao coñecer os sectores en peor estado e combinando esta información coa de tipos de materiais existentes, cocientes de avarías, etc., pódense establecer plans moito máis precisos e elaborados.

- Calibración do modelo matemático e simulación de presión, caudal, velocidade, tempo de permanencia, arrastres de sedimentos e cloro residual. Ao dispor de datos de campo en tempo real pódese calibrar perfectamente o modelo ata que a simulación se axuste á realidade.

- Ordenación da rede secundaria. Pódese establecer un plan director da rede de distribución baseado nos sectores.

- Regulación de presión en sectores de materiais existentes, cocientes de avarías, etc., pódense establecer plans moito máis precisos e elaborados.

- Regulación de presión en sectores determinados e consecuente diminución do volume fornecido e do número de avarías. Pódense identificar os sectores con exceso de presión e establecer regulacións máis finas ca as de transporte nos puntos de control, co que mellora a calidade do servizo.

- Peches programados. En caso de ter que regular o consumo por escaseza de recursos, pódense realizar peches programados por sectores, xa que, ao ter poucas entradas, poden ser facilmente illados.

MÉTODOS DE DETECCIÓN

Unha vez que se detectou unha zona con presenza de fugas mediante a metodoloxía do caudal mínimo nocturno, é necesario atopalas e reparalas.

O primeiro paso para atopar unha fuga adoita ser prelocalizala. Para isto existen uns detectores, que normalmente se basean en detección de sons. O habitual é colocar un número destes na zona na que se sospeita que está a fuga. Estes detectores indican en que tramo de rede se atopa a fuga, de forma que se pode pasar a tentar localizala. Cabe destacar que estes prelocalizadores funcionan mellor en tubaxes de fibrocemento ou fundición que en materiais plásticos.

Este traballo, dado que se basea en comparación de rúidos, tradicionalmente se realizou de noite, cando o nivel de rúidos é menor.

Para a detección da fuga acostúmase a utilizar aparellos baseados na análise de ruídos. Os máis habituais son os correladores e os xeófonos.

Non se pretende aquí explicar o funcionamento físico de ambos, pero o importante é que ambos permiten localizar unha fuga para poder pasar a reparala.

Finalmente, hai que mencionar outro tipo de localizadores de última xeración existentes xa no mercado, como un que incorpora helio para localizar fugas. Unha das principais características desta metodoloxía é que permite localizar varias fugas á vez.

04 CONCLUSIÓNS

Neste documento pretendeuse explicar que se entende por eficiencia dunha rede de distribución de auga, que factores son os que condicionan esta eficiencia, cales son os principais problemas para conseguir optimizar os rendementos dunha rede e cales son as metodoloxías para poder conseguilo.

Cando falamos de eficiencia dunha rede de distribución de auga hai que considerar que non toda a auga que non rexistramos é auga perdida. Así pois, cando se fala de redes que «perden» o 40 % da auga fornecida, hai que saber exactamente como se calculou este número. Como se explicou, os consumos non rexistrados pero autorizados (principalmente, municipais), as tomas clandestinas e as deficiencias nos equipos de medidas son factores que aumentan a auga non rexistrada pero que non son perdas reais de auga.

As implicacións da non eficiencia son importantes, sobre todo desde o punto de vista ambiental. Cada vez é menos aceptable socialmente que detraíamos auga do medio natural e logo a perdamos» na rede. Nin podemos permitir que consumamos enerxía para captar, potabilizar e distribuír unha auga que despois non chega ao seu uso final.

En Galicia danse tres características que non axudaron a que exista unha verdadeira preocupación pola eficiencia das redes de distribución de auga: a primeira é que sempre se creu que aquí a auga sobra, polo que nunca se lle deu o valor que realmente ten; a segunda, relacionada con esta crenza de que a auga sobra, é que o custo da auga trasladado ao cliente final foi sempre moi inferior ao custo real que ten a xestión integral do ciclo da auga, polo que o xestor non sempre tivo incentivos para ser máis eficiente; e, finalmente, a terceira característica é que Galicia ten unha dispersión da poboación enorme, que fai que as redes sexan extensas, cos problemas que isto comporta.

Parece claro que hoxe en día existe tecnoloxía suficiente para conseguir optimizar o rendemento dunha rede de distribución de auga. Pero tamén está claro que esta tecnoloxía ten un custo e que este custo se compare co custo da auga perdida. E mentres o custo da auga perdida sexa inferior ao custo da tecnoloxía necesaria para evitar estas perdas, resultará difícil que os rendementos das nosas redes sexan moito mellores. Para isto, temos que ser capaces de trasladar o custo real do servizo de xestión do ciclo integral da auga ao usuario final, establecendo así o estándar de calidade que, como sociedade queiramos.

Ademais, temos que dotarnos dunhas normativas (especialmente a escala municipal) que potencien o consumo responsable de auga, unha correcta xestión de contadores, a eliminación de consumidores clandestinos, unha correcta tarificación (eliminando os consumos mínimos en favor das

cotas de servizo e as tarifas graduadas que castiguen aos que máis consuman), etc. Mentres todos estes aspectos non se integren na xestión dos nosos abastecementos, continuará sendo moi difícil lograr niveis de eficiencia adecuados, posto que non haberá incentivos para alcanzalos.

BIBLIOGRAFÍA

AEAS. *Documento guía para el control del agua no registrada*, 2003.

SUEZ. *Recommended practice non-revenue water*, 2007.

AGBAR. *Guía de mejores prácticas para la reducción del ANR*, Dirección de Gestión del Conocimiento, Redes de Distribución, 2011.

ALEGRE H. *et al. Indicadores de gestión para abastecimientos de agua*, IWA.

Water Tariff Survey, Global Water Intelligence, 2009.

Water prices and Network Efficiency, Asian Water, octubre del 2011.

FAO. *Disponibilidad de Agua*, World Resources Institute, 2008.

Transboundary Freshwater Dispute Database, Universidad de Oregón.

www.riomandeo.com

mandeo
paraíso fluvial



**Deputación
DA CORUÑA**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE HACIENDA
Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS



FONDO EUROPEO
DE DESARROLLO REGIONAL
Una manera de hacer Europa