García Alonso, M.P. (2019). Estado actual del aprovechamiento del agua subterránea en Canarias. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Agua: reflexiones para una gestión eficaz*, pp. 45-71. Actas XIV Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. 170 pp. ISBN 978-84-09-15374-9

2. Estado actual del aprovechamiento del agua subterránea en Canarias

María Pilar García Alonso

Ingeniera de Minas. MPGA Ingeniería. email: mpgaingenieria@gmail.com

Las islas Canarias no serían tal como las conocemos sin el sacrificio y esfuerzo de los hombres y mujeres que lucharon para que el agua llegara a sus cultivos y a sus hogares. La agricultura fue el primer paso para que los habitantes de las islas pudieran aspirar a una vida mejor. Posteriormente otras actividades como el turismo han ido sustituyendo en parte al sector primario aprovechando que las instalaciones que alumbran el agua subterránea (galerías y pozos), y los canales de transporte hasta los puntos de consumo, ya se habían desarrollado. En la actualidad, las administraciones están apostando por el agua desalada de mar y por la reutilización de aguas residuales depuradas, que complementan al sistema de alumbramiento y distribución de las aguas subterráneas.

Introducción

Las islas Canarias son islas de origen volcánico. Están situadas en una latitud de 4º al norte del trópico de Cáncer, al oeste del meridiano de Greenwich, a 95 km a la costa africana, y bañadas por los vientos alisios con clima subtropical. Las islas con grandes relieves: Tenerife, La Palma, Gran Canaria, La Gomera y El Hierro, se ven favorecidas por el efecto de

los vientos alisios que en su recorrido por el océano Atlántico recogen humedad de su superficie propiciando el "mar de nubes" que se forma en las "caras norte" de las mismas.

Las islas están sometidas a la influencia de dos componentes de los vientos alisios; los vientos alisios inferiores, frescos y húmedos procedentes del norte y noreste, que actúan entre el nivel del mar y los 1500 m de altitud, y los vientos alisios superiores, cálidos y secos que soplan por encima de los 1500 m y proceden de la circulación general del noroeste en altura. La diferencia de temperatura y humedad entre ambas componentes provocan el fenómeno de inversión térmica, pudiendo existir mayores temperaturas hacia los 2000 m que en las medianías por debajo de la zona de inversión. Esto se produce cuando los alisios inferiores chocan contra las fachadas norte de las islas de grandes relieves y ascienden por ellas. aumentando su humedad y propiciando su condensación. La circulación de los alisios superiores más secos impide que los alisios inferiores sigan ascendiendo a partir de los 1500 m, provocando mayor condensación y la formación del "mar de nubes". Se producen fenómenos de condensación al contacto con el relieve que origina la llamada "lluvia horizontal" con precipitaciones anuales importantes que marcan la diferencia de paisaje entre las vertientes norte de las islas, verdes y con abundante vegetación, y las vertientes sur, áridas y secas. Las islas de Fuerteventura y Lanzarote al tener menores relieves se encuentran fuera de la influencia de este fenómeno.

Sin embargo, las precipitaciones más abundantes que se producen en las islas proceden de las masas de aire polar marítimo. Estas lluvias se producen porque el anticición de las Azores se retira hacia el centro del océano Atlántico, permitiendo que las borrascas del noroeste, se aproximen a Canarias. El aire frío y húmedo que traen consigo provoca que desaparezcan la capa superior del alisio, la inversión térmica y el mar de nubes, por lo que nada impide que se formen nubes de desarrollo vertical que descargan grandes volúmenes de agua.

Si estas borrascas descienden aún más en latitud penetran en las islas por las caras sur y suroeste provocando lluvias de gran intensidad, es lo que en Tenerife se llama "tiempo sur", "tiempo de La Palma" o "tiempo de El Hierro".

Otro elemento importante en las islas lo constituyen sus abruptos relieves. Las cotas máximas de las islas varían entre los 671 m de Lanzarote y 807 m de Fuerteventura, islas de menor relieve; 1487 m para La Gomera, 1507 m en El Hierro, islas intermedias; y 1949 m de Gran Canaria, 2423 m de La Palma y los 3718 m de altura que tiene el Teide en Tenerife. Estos relieves son muy elevados, comparados con la extensión superficial de las islas lo que produce grandes pendientes. Todas, menos Lanzarote y

Fuerteventura, presentan unas cumbres centrales dominantes desde las que se desarrollan profundos barrancos que desembocan en el mar.

La orografía de las islas por la desigualdad entre altitudes, la disposición radial de los barrancos y la orientación de las cumbres, ocasiona para un mismo clima subtropical una gran variación de nubosidad, temperaturas, y reparto de lluvias entre unas islas y otras. Igualmente se producen estas variaciones dentro de cada isla, de unos puntos a otros, muchas veces muy cercanos entre sí. Esto da lugar a un conjunto de microclimas que hacen que algunas islas, sobre todo las de mayor relieve, se comporten como continentes en miniatura.

Estos dos factores, clima y relieve, provocan que las precipitaciones sean diferentes entre las islas, lo que deriva directamente en la forma de explotar sus aguas subterráneas, ya que la principal forma de recarga de agua dulce es a través de la lluvia. En este artículo se van a describir las diferentes formas de explotación del agua subterránea, su situación actual y como afrontan el futuro dichas explotaciones.

Explotación de aguas subterráneas en Canarias

Las islas, salvo raras excepciones, no presentan cursos superficiales de agua permanentes. Sin embargo, en el interior del terreno se encuentran materiales rocosos porosos empapados de agua que circula lentamente a través de los poros y las grietas del terreno, desde el interior hacia los contornos de las islas hasta alcanzar el mar. Estas formaciones rocosas se denominan acuíferos y constituyen los almacenes desde los que se alumbra el agua subterránea mediante pozos, galerías y nacientes.

En la figura 1 se observa un croquis simplificado del acuífero general de una isla. Por debajo del acuífero existen materiales impermeables (Complejo Basal) que se depositaron bajo el nivel del mar hace millones de años. Son materiales muy compactados y poco permeables que impiden o dificultan la circulación del agua hacia abajo constituyendo la base impermeable sobre la que se asienta el acuífero. Por encima del Complejo Basal se han depositado materiales cada vez más recientes hacia la superficie, que presentan fracturas y porosidad que permite el tránsito del agua dulce.

El agua dulce se mueve lentamente desde el interior de la isla hacia los bordes de esta en contacto con el mar. Este movimiento se encuentra en equilibrio con el del agua del mar que penetra a través de las rocas hacia el interior de la isla, constituyendo un terreno saturado de agua de mar. La zona donde se mezclan las aguas del acuífero y del mar se denomina interfase y está constituida por agua salobre (mezcla de agua dulce y agua de mar).

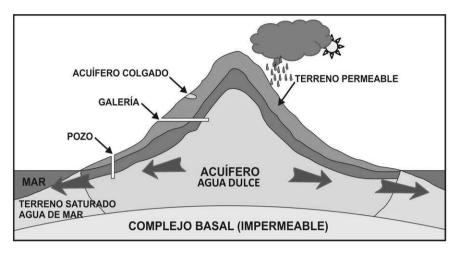


Fig. 1. Modelo simplificado de acuífero general de una isla (elaboración propia).

El elemento principal para que se mantenga dicho equilibrio son las aguas de recarga del acuífero, ya sea por precipitaciones o por "lluvia horizontal". Cuando se producen precipitaciones, que en Canarias suelen ser torrenciales, solo una parte del agua se filtra al terreno y llega al acuífero, el resto va a parar al mar circulando por la superficie del terreno en forma de escorrentías, o como se dice coloquialmente, "corriendo los barrancos". Este hecho se ve favorecido por los importantes relieves de algunas islas cuyas grandes pendientes disminuyen el tiempo de infiltración de las aguas y ayudan a que formen torrentes incontrolados que se llevan la mayor parte de la precipitación al mar.

Las islas Canarias no presentan cursos de agua permanentes salvo algún caso aislado, por tanto, la agricultura dependía principalmente de escasos nacientes, y de las precipitaciones que se producían a lo largo del año. Este hecho llevó a sus pobladores a buscar el agua bajo el terreno, inicialmente en zonas con nacientes, y después de forma generalizada por el territorio perforando galerías y pozos. Estas obras de captación de aguas subterránea se ejecutaban penetrando en el terreno de forma vertical en el caso de los pozos, y horizontal en el de las galerías, hasta "pinchar" en el acuífero, lo que originaba el alumbramiento de parte de sus aguas a través del hueco de la galería. En los pozos una vez alcanzado el acuífero es necesario instalar una bomba para poder elevar el agua a la superficie para su aprovechamiento.

La primeras obras subterráneas se ejecutaron mediante trabajo manual "a pico y pala", luego comenzaron a utilizarse explosivos, y maquinaria para perforación y extracción de los materiales perforados al exterior de galerías y pozos. Hay varios tipos de galerías, aunque todas tienen una

sección suficiente para poder acceder al interior. **Galerías naciente**, son de pequeña longitud y se excavaron cerca de nacientes o alcanzando acuíferos colgados (aislados de los acuíferos generales de las islas). **Galerías convencionales**, que suelen presentar longitudes entre cientos y miles de metros y alcanzan los acuíferos generales de las islas. **Galerías en trancada** que se encuentran próximas al mar, y se caracterizan porque su tramo inicial tiene un pozo o una rampa de pendiente pronunciada para alcanzar la cota donde su desarrollo horizontal permita alcanzar el acuífero ya en su zona próxima al mar (Fig. 2).

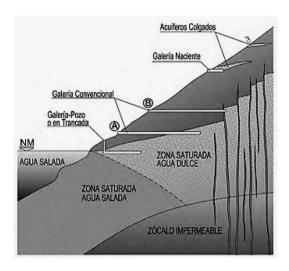


Fig. 2. Tipos de galerías y su situación respecto al acuífero (2011, Manual técnico para la ejecución de galerías).

En cuanto a los pozos existen varios tipos. Los **pozos ordinarios** de pocos metros de profundidad que se perforaban en pequeñas fincas para dar servicio a los cultivos particulares. Los **pozos tradicionales** canarios que presentan profundidades entre decenas y cientos de metros, con diámetros de entre 2 y 3 m, accesibles al interior. Presentan una mayor superficie de captación de agua puesto que se pueden perforar galerías radiales a partir de su eje vertical que captan agua alrededor del pozo (Fig. 3). Por último, los **pozos sondeo** que son perforaciones de pequeño diámetro (hasta 800 mm) y cientos de metros de profundidad a los que no se puede acceder ni perforar galerías radiales.

Otro tipo de perforaciones son los sondeos horizontales de pequeño de diámetro (63-75 mm) que se perforan en el interior de las galerías y los pozos tradicionales canarios. Alcanzan longitudes que varían desde las decenas de metros hasta los 150 m permitidos por la administración

hidráulica en este tipo de perforaciones. Sirven para aumentar la superficie de captación al igual que las galerías radiales de los pozos.

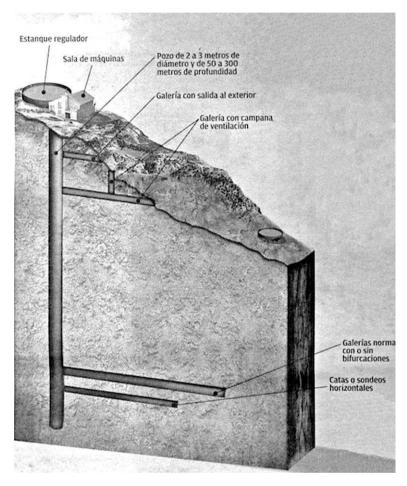


Fig. 3. Pozo tradicional canario.

Con la publicación del Decreto 232/2008, de 25 de noviembre, por el que se regula la seguridad de las personas en las obras e instalaciones hidráulicas subterráneas de Canarias, se exige a las administraciones hidráulicas de cada isla que elaboren un inventario de las instalaciones existentes activas e inactivas, del estado de los accesos y medidas de cierre y seguridad para que solo las personas con autorización puedan acceder a su interior.

En la tabla 1 se muestra el número aproximado de instalaciones existentes en cada isla según datos obtenidos de información pública de los Consejos Insulares de Aguas de las respectivas islas.

Tabla 1. Datos de las instalaciones hidráulicas subterráneas (Consejos Insulares de Aguas).

ISLA	POZOS	GALERÍAS	OBSERVACIONES
LANZAROTE	32	8	Bajo rendimiento y problemas de salinidad
FUERTEVENTURA	2720?		Sin datos precisos del número de instalaciones y valores de extracción.
GRAN CANARIA	2954?	413?	Un elevado porcentaje de pozos están abandonados
TENERIFE	395	1111	El volumen y la calidad del agua extraída varían según zonas
LA GOMERA	132	7	Recursos subterráneos son menos de la mitad del consumo total
LA PALMA	75	162	Grandes caudales alumbrados
EL HIERRO	37	12	Existen pozos con galerías y galerías en trancada

Se observa que las islas de mayor superficie presentan mayor número de instalaciones, destacando Tenerife (Fig. 4) con miles de kilómetros perforados entre galerías y pozos, y Gran Canaria (Fig. 5), por la gran cantidad de pozos perforados, muchos de los cuales están fuera de uso por diversos motivos (agotamiento de las aguas, salinización, falta de rentabilidad por los altos costes energéticos, instalaciones obsoletas, o que se han interrumpido temporalmente y que es muy difícil volver a poner en marcha).

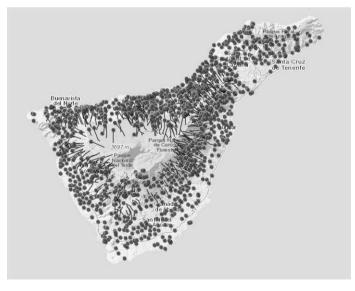


Fig. 4. Distribución de galerías y pozos en Tenerife (2018, Consejo Insular de Aguas de Tenerife).

La isla de La Palma presenta el doble de galerías que de pozos debido su gran desarrollo en altura, alumbrando grandes caudales. En el resto de las islas apenas hay galerías perforadas, siendo mucho más importante el número de pozos.

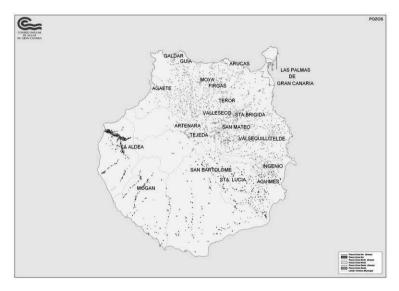


Fig. 5. Distribución de pozos en Gran Canaria (2017, Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria).

La perforación de pozos o galerías (Fig. 6) se realizaba en los primeros tiempos eligiendo lugares con alumbramientos preexistentes, como fuentes, o nacientes, o simplemente donde se poseían los terrenos para ello, y posteriormente estudiando la geología e hidrogeología para tener mayores probabilidades de éxito, aunque este no estuviera nunca asegurado. En la tabla 2 se contrastan las características de las galerías y los pozos.

Son varias las administraciones que tienen competencias sobre las instalaciones hidráulicas. De la gestión, control y planificación hidrológica, se ocupan los distintos Consejos Insulares de Aguas de cada isla, que son organismos dependientes de sus Cabildos Insulares respectivos. Se encargan de las autorizaciones para investigación y explotación de aguas alumbradas, recopilación de información del estado de los acuíferos a través de los datos (volúmenes, caudales, características físico-químicas de las aguas) que aportan los titulares de las instalaciones, en cumplimiento de la legislación vigente (ley 12/1990, de 26 de julio, de Aguas y Decreto 86/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico Reglamento que la desarrolla) y los sucesivos planes hidrológicos (actualmente vigente el del año 2015).

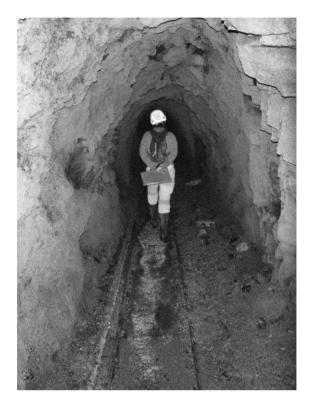




Fig. 6. Sección de una galería (arriba) y caña de un pozo (abajo).

Tabla 2. Comparativa de diversas características de galerías y pozos.

CARACTERÍSTICAS	POZOS	GALERÍAS
Distribución regional	Mayor desarrollo en islas con poca altura (La Gomera, El Hierro, Fuerteventura y Lanzarote).	Mayor desarrollo en islas de cumbres altas (Tenerife, La Palma, Gran Canaria).
Situación en cota	Entre zona de costa y medianías.	Entre medianías y zona de cumbres.
Diseño de la instalación	Perforaciones de cientos de metros con galerías radiales en fondo o a distintas alturas dentro del pozo.	Una galería principal con traza rectilínea que puede cambiar de dirección a lo largo de la perforación, con ramales y subramales secundarios que parten de la galería principal.
Longitud / profundidad	Pozos tradiciones: superan los 580 m Pozos sondeo: superan los 700 m Pozos mixtos: inicio tradicional - finaliza en sondeo.	Varían entre pocos metros y más de 6000 m: - Aguas de la Matanza (Tenerife): 6320 m - Aguas del Sauzal (Tenerife): 6118 m.
Acceso	Fácil. Se llega en vehículo y puede acceder maquinaria pesada porque necesitan bombas, e instalación eléctrica para extraer el agua y, por tanto, trabajos de mantenimiento.	Difícil. Situadas en cualquier emplazamiento (zonas habitadas, zonas de monte, zonas de barranco). Se construyeron accesos y pistas para los trabajos de perforación, pero no se han mantenido y han sido invadidos por vegetación. Imposibilidad de llegar en vehículo, solo caminando o en caballerías.
Perforación (sección completa)	Muy caro. Se sustituye por perforación de pozo-sondeo más barato.	Muy caro. Se sustituye por perforación de sondeos horizontales más barato.
Transporte de agua	Es necesario impulsar el agua desde el fondo del pozo hasta un tanque regulador (distribución por gravedad) o a una red de riego (distribución por presión).	Se realiza mediante un canal o tubería. El agua circula por gravedad, no necesita impulsión.
Operación y mantenimiento	Costosos de operar: instalación de bomba, tubería de elevación, ventilación, transporte de personal, jaulas y cabrestantes, instalación eléctrica y factura eléctrica	Poco costosos de mantener porque no hay instalaciones. Solamente cuando hay algún problema en el interior de la galería o en el canal de transporte (largos periodos de tiempo sin mantenimiento).
Autorización administrativa	Hasta el nivel del mar.	Una longitud y ramales determinados con rumbos determinados en autorización.

El Servicio de Minas de la Dirección General de Industria y Energía, de la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias, se ocupa de las autorizaciones de ejecución de obras subterráneas y la seguridad de las instalaciones en su interior, a través de los directores facultativos de las mismas.

El control medioambiental lo realizan tanto los Cabildos Insulares actuando como órganos gestores de los paisajes naturales protegidos en sus respectivas islas, y de la Red Natura 2000, como la Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad del Gobierno de Canarias a través de la Viceconsejería de Medio Ambiente, y de la Viceconsejería de Política Territorial en los temas de protección del Dominio Público marítimoterrestre.

Los ayuntamientos tienen entre sus competencias la concesión de licencias urbanísticas y de obra, previa presentación de las autorizaciones pertinentes del resto de administraciones.

Si la instalación hidráulica se encuentra en Dominio Público Hidráulico la administración competente en la gestión del mismo es la Administración General del Estado.

Desde que se perforaron las galerías hasta la actualidad han pasado en algunos casos siglos, en otros decenios. Las normas a las que hoy se encuentran sometidas las instalaciones no existían cuando se ejecutaron las obras de alumbramiento. Estas normas principalmente son el control y planificación hidráulica, la legislación en seguridad en el trabajo, y sobre todo, las medidas de control medioambiental, que han llevado a proteger medioambientalmente muchos de los emplazamientos donde se encuentran situadas las instalaciones, restringiendo, y en muchos casos impidiendo, que se puedan realizar nuevas obras o trabajos de mantenimiento en su interior y exterior. Por ello, las tareas relacionadas con el mantenimiento y mejora de las instalaciones llevan aparejada una burocracia que hace que sea mucho más lento y costoso, o incluso imposibilita llevar a cabo tareas de mejora de los aprovechamientos.

Situación actual de las instalaciones hidráulicas subterráneas

I. Sequía

En primer lugar hay que hablar las condiciones meteorológicas ya que como hemos indicado al inicio de este artículo el estado de los acuíferos de los que proceden los alumbramientos depende directamente de la recarga de los mismos, y esta se produce principalmente por las precipitaciones, ya que la "lluvia horizontal" es un fenómeno más duradero a lo largo del año

pero más local, porque afecta a los acuíferos de la zona donde choca la nube contra el terreno.

La sequía es un problema que ha preocupado a los habitantes de las islas durante generaciones. De hecho la climatología de las islas y la no presencia de aguas superficiales es lo que impulsó a los canarios a perforar pozos y galerías. Una vez que se produjeron los alumbramientos y el abastecimiento de agua estaba asegurado, floreció la agricultura y la demanda de agua aumentó. Ya no había necesidad extrema de agua sino que los aportes conseguidos en las instalaciones subterráneas eran continuos y suficientes. El desarrollo de la sociedad canaria ha sido posible gracias a la conquista del agua y esto viene acompañado de una importante demanda.

Cuando se alumbra agua en una galería el caudal inicial es mayor, con el tiempo disminuye hasta alcanzar un régimen de equilibrio. En algunos casos, los acuíferos han tardado millones de años en formarse (aguas fósiles), en otros, la recarga debida a las precipitaciones se produce en un periodo que se extiende entre varios meses y varios años. Con el paso del tiempo los caudales de pozos y galerías han disminuido lentamente de la misma forma que ha ido disminuyendo el nivel de los acuíferos que los alumbran. En los acuíferos fósiles la explotación de los alumbramientos ha llegado a secar el acuífero en algunos casos, y las aguas no se han podido recuperar por no haber comunicación con las aguas de recarga.

En la década actual en la isla de La Palma se produjeron lluvias importantes a finales de 2010, durante 2011 y principios de 2012. Como respuesta a estas lluvias excepcionales en el año 2013 se produjeron los caudales máximos de muchas galerías y pozos, lo que nos da un periodo de dos años entre que se producen las lluvias hasta que se nota en el alumbramiento de las galerías y pozos en la zona citada. A partir de 2013 las precipitaciones han sido escasas y se está produciendo una sequía que se prolonga ya nueve años. Este déficit de precipitaciones se está notando en la disminución lenta pero continua de caudales de las galerías y en los pozos (Fig. 7).

II. Sobreexplotación de recursos

Otro problema es la sobreexplotación de los recursos. El aumento de la demanda de agua sin tener en cuenta que los recursos son finitos, sobre todo si no se recargan los acuíferos, conlleva la bajada del caudal por agotamiento de los mismos, el empeoramiento de la calidad del agua alumbrada, y la salinización de los pozos próximos a la costa.

En el caso de los pozos se produce un aumento de la concentración del ión cloruro Cl⁻ en el agua que se extrae. En la zona costera el agua del mar satura los terrenos. Entre el agua dulce que se mueve lentamente del interior

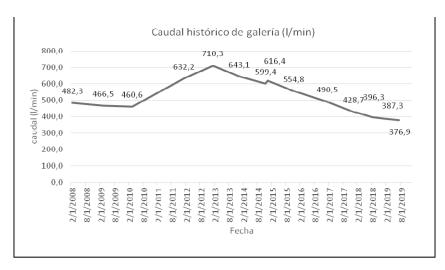


Fig. 7. Caudales históricos en galería desde 2008 hasta 2019.

de las islas hacia la costa, y el agua salada que satura el terreno, se forma una "interfase" constituida por una mezcla de agua dulce y salada (agua salobre). La profundidad autorizada para los pozos es la perforación hasta el nivel del mar con el fin de alumbrar solamente agua dulce. Si un pozo en su perforación "pincha" el agua dentro de la zona de interfase, el contenido en cloruros es muy elevado y el agua no puede ser utilizada para regadío sin tratamiento de desalación (Fig. 8).

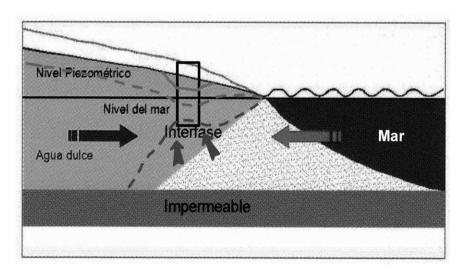


Fig. 8. Salinización de un pozo (2012, Manual técnico para la ejecución de pozos y elaboración propia)

También puede ocurrir que un pozo alumbre agua dulce pero se extraiga más cantidad que la que aporta el acuífero, en este caso el cono de extracción se profundiza y hace que la zona de interfase se aproxime al punto de extracción del pozo, que finalmente extraerá agua salobre. En estas ocasiones es muy difícil volver el pozo a la situación en la que el agua extraída es agua dulce. En la figura 8 se muestra el cono de extracción normal del pozo (trazo continuo), y el desplazamiento del nivel piezométrico y del cono de extracción (trazo discontinuo) cuando hay sobreexplotación, así como el desplazamiento de la línea de interfase (trazo discontinuo).

III. Implantación de nuevos Planes Hidrológicos

Las galerías y pozos se empezaron a perforar en los siglos XVIII y XIX en los lugares donde se creía que se obtendría agua, con escasos trámites administrativos o sin ellos. A mediados del siglo XX con la mejora de la tecnología, el uso de explosivos, y el éxito de los pozos y galerías que habían alumbrado agua, se produjo una avalancha de solicitudes a las administraciones hidráulicas para obtener permisos de investigación para alumbramiento del agua e incluso para extracción de minerales con el fin de perforar pozos y galerías, y obtener el precioso recurso. Con las leyes de 1956 y 1962 las autorizaciones se concedían sin tener en cuenta la proximidad entre explotaciones, lo importante era obtener el agua, aunque si contemplaban algunas medidas de ahorro del agua como la construcción de cierres hidráulicos en el caso de grandes alumbramientos para el mantenimiento del acuífero. Se concedieron muchas autorizaciones para ejecución de las obras aunque muchas de ellas no llegaron a realizarse, quedaron a medio ejecutar, o una vez ejecutadas nunca alumbraron agua.

Con la ley 12/1990 de aguas, se redactó el primer plan hidrológico de 1997, al que ha seguido el plan hidrológico de 2015 vigente en la actualidad, y seguirán los planes periódicos que la Unión Europa exige a sus socios para el control y salud de la masas de agua de sus territorios. La misión de estos planes es entre otras, la protección de los acuíferos, y para ello se aumenta el control sobre las explotaciones existentes, solicitando datos de caudales explotados a los titulares de las aguas, lo que ayuda a tener un conocimiento más exacto de su evolución. Este conocimiento es imprescindible para realizar una planificación y gestión adecuadas, que no solo es necesaria desde el punto de vista medioambiental y de desarrollo de las islas, sino que además es una exigencia de la Unión Europea.

IV. No ejecución de obra nueva

Precisamente para proteger los acuíferos y masas de agua existentes en las islas, se analiza el estado de los mismos en cada isla y en función de los

resultados, se autorizan o no se autorizan nuevos permisos de investigación para alumbramiento de aguas. Por poner un ejemplo, en la isla de Tenerife no se autorizan nuevas explotaciones salvo para abasto público en casos muy específicos. En el caso de que el destino del agua sea para otro uso (regadío, industrial, turístico, etc.) no se conceden nuevos permisos de investigación.

Por otro lado, a pesar de que los medios tecnológicos han evolucionado de forma importante desde que se ejecutaron las primeras galerías y pozos, también se han disparado los costes de las obras (explosivos, personal, gestión de residuos, etc.), de forma que las comunidades titulares de las instalaciones no pueden asumirlos y se limitan a realizar pequeños trabajos de mantenimiento para mejorar el aprovechamiento de las aguas ya alumbradas. Mención aparte tiene el precio de los explosivos que es especialmente costoso por la insularidad, y el monopolio existente en las islas, si comparamos su precio con el que tiene en la península. Además, aunque existen otros medios de perforación como las minituneladoras, no son adecuados para los terrenos volcánicos, porque son muy heterogéneos, y estas perforadoras se diseñan para terrenos de características homogéneas que no varíen excesivamente a lo largo de la excavación.

Pero la mayor dificultad es la actual legislación ambiental que no existía en los años de máximo apogeo de autorizaciones y perforaciones, pero ahora supone en muchos casos la imposibilidad de llevar a cabo trabajos de excavación para nuevos alumbramientos e incluso de mantenimiento de los ya existentes. Las islas Canarias, por su situación, y por su génesis, tienen muchos endemismos, paisajes excepcionales, de alto valor ecológico y medioambiental, así como importantes formaciones geológicas y geomorfológicas. Por ello, más del 50% de su territorio se encuentra protegido e incluido dentro de diversas figuras medioambientales (Red Natura 2000, parques nacionales, parques rurales, paisaje protegido, etc., además de varios entornos que son Patrimonio de la Humanidad). Como ya hemos indicado en anteriores apartados la mayor parte de las galerías están ejecutadas entre medianías y las cumbres en los territorios insulares. Y en muchos casos se encuentran dentro de paisajes protegidos, que son gestionados por los respectivos Cabildos Insulares y por el Gobierno de Canarias, dentro de cuyas competencias está valorar el impacto ecológico que cualquier obra produciría sobre ellos, y por tanto, el poder de no autorizarla.

V. Operación y mantenimiento de las infraestructuras

Existen diferencias entre la operación y el mantenimiento de las galerías y los pozos. Las primeras se encuentran en todo tipo de lugares; dentro de poblaciones, en zonas accesibles por carretera, o en medio de paisajes naturales a los que solo se accede por pistas, generalmente en mal estado, o

caminando. Son instalaciones en las que el agua circula por gravedad dentro de un canal o tubería desde los puntos de alumbramiento en el interior de la galería hasta los puntos de demanda, a veces situados a decenas de kilómetros. Los canales atraviesan paisajes de todo tipo, discurren por paredes, acantilados y barrancos. Las galerías por tanto son de fácil operación ya que el agua sale por la puerta de la galería y se traslada por sí misma hasta los comuneros a través de los canales. Sin embargo, el mantenimiento de las galerías es escaso, y a no ser que haya un gran derrumbamiento en el interior que impida la salida completa del agua a los comuneros no les merece la pena el coste de un mantenimiento periódico (Fig. 9).

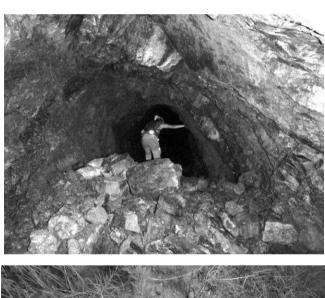




Fig. 9. Derrumbe interior de una galería (arriba) y tubería de transporte en mal estado (abajo).

Hay que decir, que muchas veces el problema no está dentro de la galería sino en el canal o tubería de transporte, que se construyó el siglo pasado, y que por derrumbamientos en el interior producen desbordamientos y roturas, o porque pierden estanqueidad o son invadidos por la vegetación, presentan unas pérdidas en algunos casos de hasta el 90% del agua que transportan.

Los pozos presentan una problemática diferente respecto a la operación y mantenimiento, ya que en este caso, sí son accesibles mediante vehículo puesto que tienen instaladas bombas, tuberías, sistema de ventilación, con su correspondiente instalación eléctrica (centro de transformación de media tensión, acometida eléctrica de baja tensión, etc.) para elevar el agua desde el fondo hasta la superficie o el tanque regulador, y luego repartirla por gravedad o mediante red de riego a los titulares del agua.

En este caso tanto el coste de operación como de mantenimiento es significativo e imprescindible para operar. En primer lugar, en los últimos años se ha producido una subida generalizada de la factura eléctrica, que ha obligado a algunos pozos con poco caudal o mala calidad del agua a suspender la extracción. En segundo lugar, muchas bombas están mal diseñadas (se colocaban bombas de mayor caudal que el que puede extraer el pozo), son antiguas, con bajos rendimientos, y las instalaciones presentan baja tecnificación (elementos de control de caudales, medidas de ahorro energético, etc.). Otras veces la potencia eléctrica contratada es muy superior a la necesaria por tener una bomba sobredimensionada, lo que supone un sobrecoste.

Cuando se afrontan las obras necesarias para la mejora tecnológica de las instalaciones hay que aplicar la legislación eléctrica vigente que obliga a sustituir elementos eléctricos antiguos por los que presentan tecnología actual, lo cual supone importantes inversiones.

Por todo ello, el mantenimiento necesariamente es mejor, y el coste operativo mayor que en las galerías. El beneficio que supone la elevación del agua ha de ser superior al coste eléctrico mensual más sus costes de operación y mantenimiento asociados (sustitución de bombas y tuberías, etc.).

VI. Seguridad

El gobierno de Canarias desarrolló el Decreto 232, de 25 de noviembre, que regula la seguridad de las personas en las obras e instalaciones hidráulicas subterráneas de Canarias, que viene a complementar el Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Los elementos más importantes de esta ley son:

- La obligación por parte de los Consejos Insulares de aguas de las islas de elaborar un censo de las instalaciones subterráneas activas e inactivas, y los estados de sus accesos en todas las islas. La mayor parte de las islas lo han realizado con mayor o menor información.
- Las medidas de información y que impiden el acceso no autorizado a todas las personas que se acerquen a estas infraestructuras, ya sea porque no realizan trabajos en su interior, o porque acceden a ellas por estar en lugares de acceso público (Fig. 10).



Fig. 10. Cerramientos de galería.

- Las medidas que aumentan la seguridad de las personas relacionadas con el mundo de las galerías y pozos.
- Y la realización de campañas de cierres definitivos de instalaciones inactivas por parte de los propietarios, y de oficio por parte del Gobierno de Canarias a través del Servicio de Minas, en el caso de las instalaciones abandonadas y de las que no se conozca titular ni propietario de los terrenos donde se encuentre la instalación.

VII. Envejecimiento de las Comunidades de Aguas

La perforación de estas infraestructuras tuvo su máximo auge a partir de los años 50 del siglo pasado. En aquella época muchas personas ahorraban hasta el último céntimo para poder comprar acciones en galerías y pozos que se estuvieran perforando con el único fin de poder tener agua en propiedad. Tal era la necesidad, que en muchos casos se turnaban las personas de cada pueblo o barrio para ir a perforar personalmente las galerías o los pozos.

A partir de la Ley de Aguas de 1990, solo las obras que se inscribieron en el Registro de Aguas de cada isla pudieron seguir perforando sus galerías si todavía no habían finalizado el expediente autorizado. Los trabajos de perforación fueron disminuyendo poco a poco por diversos motivos, entre ellos, los costes de ejecución, hasta la actualidad en la que muy pocas instalaciones se encuentran en fase de perforación.

Con el paso del tiempo y unos alumbramientos de aguas subterráneas suficientes para las necesidades de las islas, las personas que vivieron los tiempos de la perforación se han seguido ocupando de su gestión y mantenimiento. Sin embargo, a pesar del esfuerzo que supuso para la sociedad canaria la conquista del agua, no ha sabido transmitir su importancia y trascendencia a las generaciones herederas de las instalaciones. Por ello, las Comunidades y Heredamientos de aguas se encuentran que las personas al frente de la gestión de las mismas llegan a ser octogenarias, sin que nuevas generaciones muestren interés por tomar el relevo. Por supuesto, esto no es así en todos los casos, pero si es un problema la transición entre la generación de los constructores de las galerías y pozos, y los que han disfrutado de la bondad de tener agua en sus casas desde que eran niños.

VIII. Falta de empresas especializadas en trabajos de pozos y galerías

Otro problema al que se enfrentan las instalaciones es la escasez de empresas y contratistas que se dediquen al mantenimiento y perforación de instalaciones subterráneas. Este problema es muy importante porque los

trabajos son muy especializados, y en algunos puestos, como es el caso de maquinista de cabrestante o vigilante de interior, o artillero, el trabajador tiene que estar en posesión de un certificado emitido por la autoridad minera. Tal es el caso, que no hay empresas especializadas en todas las islas, y los contratistas de Tenerife y Gran Canaria se desplazan a las islas menores para realizar los trabajos.

Por otro lado, el personal que realiza este tipo de trabajos aprende el oficio trabajando con personas con experiencia, no hay una formación reglada, y en muchos casos se ha heredado de padres a hijos. Actualmente es difícil encontrar gente joven que se quiera dedicar a esta profesión porque es un trabajo peligroso, muy duro, que se realiza a veces en condiciones penosas de calor y humedad, y en el interior de las instalaciones puede haber ambientes con falta de oxígeno o altas concentraciones de gases tóxicos, con peligro de accidentes mortales como ya ha ocurrido en varias ocasiones.

IX. Política hidráulica de las administraciones

El avance de las tecnologías permite que se construyan otras infraestructuras para la obtención de agua dulce como son las desaladoras, y las canalizaciones para la reutilización de las aguas depuradas.

En Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura las administraciones han apostado hace décadas por la desalación. Ha llegado el momento en el resto de las islas de considerar todas las posibilidades de generación, aprovechamiento y ahorro de agua, porque es un bien imprescindible para la vida tal y como la conocemos, y que a pesar del esfuerzo realizado para conseguirlo, ha sido y sigue siendo derrochado.

Por ello, ahora las administraciones están realizando políticas encaminadas a la mejora de infraestructuras de transporte, de mejora de los aprovechamientos, construcción de desaladoras, redes de transporte de aguas depuradas, etc.

Toda solución que lleve a un mejor aprovechamiento del agua debe ser aceptada, sin dejar de lado las infraestructuras que ya se encuentran en funcionamiento que llevan el agua a los puntos de demanda, sin más inversión que los trabajos de mantenimiento necesarios para conservarlas y mejorar su eficiencia.

Futuro de las instalaciones hidráulicas subterráneas

Desarrollo, mantenimiento y operación

En cuanto a los trabajos de perforación se está sustituyendo la perforación a sección completa de las galerías y pozos por sondeos horizontales y

verticales, que son menos costosos y peligrosos porque no puede acceder personal a su interior. De momento la administración limita la profundidad de los sondeos horizontales en aras de mantener la dirección autorizada de los mismos, para no perjudicar a las instalaciones anexas por desvíos accidentales que hagan que los sondeos penetren en el perímetro de su protección.

Los trabajos de interior de las galerías y pozos se encaminan más a mejorar el aprovechamiento de los caudales ya alumbrados, que a perforar para conseguir nuevos alumbramientos. Esto implica instalación de tuberías, o sustitución de las que están en mal estado, mejora de los puntos de recogida del agua, uso de geotextiles en el interior de las galerías para que los nacientes en forma de goteos no se filtren al subsuelo, etc.

Se están instalando dispositivos (equipos anticalcáreos electrónicos, depósitos de polifosfatos) para evitar la precipitación de las aguas carbonatadas en el interior de canales y tuberías con el fin de que no disminuya su sección y tengan que ser sustituidas cada pocos años, como ocurre en algunas galerías y canales (Fig. 11).

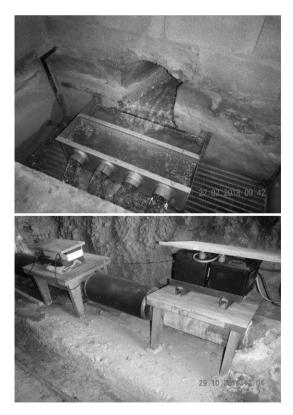


Fig. 11. Instalación de caja con polifosfatos (arriba) y dispositivo electrónico anticalcáreo (abajo).

Se tiende a tener un mayor control de los caudales alumbrados y del reparto de los mismos. Para ello, se están sustituyendo las tanquillas aforadoras tradicionales situadas principalmente a la salida de las galerías o pozos y en puntos intermedios de reparto de los canales, por caudalímetros electromagnéticos y contadores que envían información actualizada en tiempo real a un dispositivo digital (teléfono, tableta, ordenador, etc.)

Se están sustituyendo los métodos de reparto tradicionales; tanto el reparto mediante "dulas" realizado por el canalero, como por tanquillas de reparto en las que se divide el agua que alumbra la instalación en tantas acciones como tenga la Comunidad, y se reparte al accionista mediante tubería en continuo el volumen de agua que corresponda al número de acciones de las que es titular, por redes telecontroladas de las que existen buenos ejemplos en la isla de La Palma (Fig. 12).

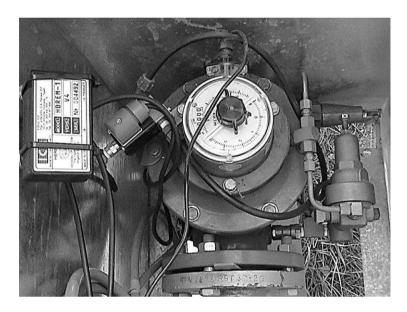


Fig. 12. Contador telecontrolado.

Se están realizando cierres hidráulicos en el interior de las galerías (Fig. 13), con el fin de embalsar el agua tras el cierre cuando no sea necesaria (invierno, época de lluvias), y desembalsar el caudal demandada cuando sea necesario (verano, épocas secas). Es decir, regular la salida del agua en la galería como si del grifo de nuestros hogares se tratara. Se ha demostrado en las galerías que han ejecutado estas obras que con el agua represada tras el cierre en invierno, pueden disfrutar de mayores caudales en períodos de verano o sequía. Y lo más importante es que no se desperdicia el agua que de otra forma se acaba vertiendo en el mar cuando no es necesaria.

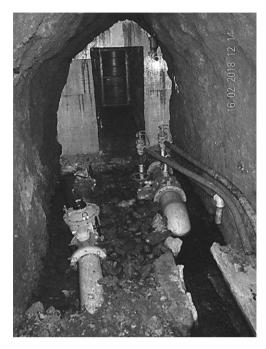


Fig. 13. Cierre hidráulico en galería.

También son susceptibles de mejora las instalaciones de los pozos tanto en la operación como en su eficiencia energética. Esto se consigue mediante la sustitución de bombas obsoletas o mal dimensionadas por otras más eficientes tanto hidráulica como eléctricamente, así como por el uso de variadores de frecuencia, que permiten modificar el caudal en función de las necesidades y elevar el agua a diferentes alturas de elevación sin derrochar energía eléctrica.

En cuanto a la operación de la instalación, se tiende a la mejora de los regímenes de bombeo actuales por otros más eficaces (menor consumo eléctrico y mayor protección del acuífero) y manejo en remoto mediante PC o dispositivos móviles.

También se tiende al control del agua alumbrada mediante sondas multiparamétricas en continuo para observar la variación de los iones indicadores de peligro de salinización del agua, así como la medida de la altura de agua dentro del pozo para evitar la sobreexplotación (Fig. 14).

Se plantea el uso de energías renovables (solar, eólica, geotérmica, etc.) así como el cambio de los períodos de elevación del agua a los horarios nocturnos y valle que supone un ahorro importante en la factura eléctrica.

En cuanto a la seguridad de los trabajadores la mejora es evidente gracias al impulso dado por la legislación: Reglamento de Normas Básicas

de Seguridad Minera (RD 863/1985), Decreto 232/2008, de 25 de noviembre, por el que se regula la seguridad de las personas en las instalaciones hidráulicas subterráneas de Canarias y la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

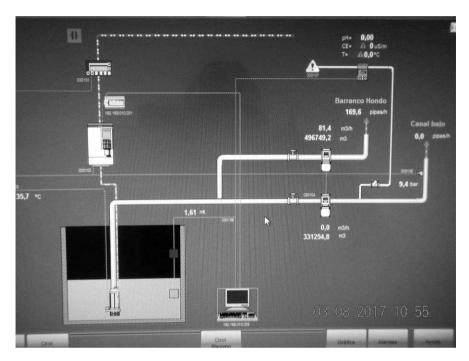


Fig. 14. Pantalla de control de parámetros.

Se ha pasado de utilizar la lámpara de carburo como medio para saber si la instalación tenía gases tóxicos o falta de oxígeno al uso generalizado del detector de gases, mucho más conservador en cuanto la seguridad (Fig. 15). En los pozos se realizan revisiones electromagnéticas de los cables de acero (Fig. 16), y se están sustituyendo los "cacharrones" de transporte de material por jaulas homologadas por la Consejería de Industria.

Los trabajadores reciben formación en temas de seguridad e higiene en el trabajo (formación de trabajo en altura, normas de seguridad, cursos de primeros auxilios, etc.) así como los certificados habilitantes de determinados puestos de trabajo (artilleros, maquinista de cabrestante, vigilante de interior). Las empresas que trabajan en estas instalaciones por su parte, contratan servicios ajenos de prevención.

Además cada instalación debe tener un Documento Sobre Seguridad y Salud donde se recogen todas las características de la misma, sus normas de seguridad, así como las empresas que trabajan habitualmente en la instalación.

Actualmente, se están llevando a cabo estudios sobre las concentraciones de gas radón en el interior de pozos y galerías, ya que este gas está presente de forma natural en las rocas volcánicas.



Fig. 15. Detector de gases.



Fig. 16. Revisión electromagnética.

Futuro administrativo de las instalaciones hidráulicas subterráneas

Las Leyes de Aguas estatales de 1956 y 1962 permitieron la concesión de muchas autorizaciones para investigación y explotación de alumbramientos de aguas subterráneas.

La Ley 10/1987, de 5 de mayo, de aguas (autonómica derogada poco después de entrar en vigor) y la Ley 12/1990, de 26 de julio, de aguas (autonómica y vigente en la actualidad) han tratado de adaptar el caso especial de la titularidad privada de las aguas en las islas Canarias con la titularidad pública de las aguas a nivel estatal.

Por ello a partir de 1990 los titulares de aguas privadas en las islas tuvieron que elegir entre dos opciones: conservar la titularidad de las aguas alumbradas inscribiéndose en el Catálogo de Aguas de cada isla, o pasar a ser aprovechamientos temporales de aguas privadas mediante la inscripción en el Registro Insular de Aguas de cada isla.

En el primer caso las aguas siguen siendo propiedad del titular que posee los derechos derivados de su autorización de investigación y explotación. Sin embargo, las obras que estuvieran pendientes de ejecutar quedaron caducadas al entrar en vigor la ley, solamente pueden explotar los aprovechamientos ya alumbrados con anterioridad a 1990, y no pueden realizar ningún tipo de obra encaminada a aumentar o recuperar caudales, salvo las de mantenimiento necesarias para el correcto aprovechamiento del agua ya alumbrada. Tampoco pueden disfrutar de subvenciones ofrecidas por la administración hidráulica para labores relacionadas con la instalación o el transporte del agua, ni del perímetro de protección frente a nuevos alumbramientos debidos al avance o perforación de otras autorizaciones que sí se hayan inscrito en el Registro Insular de Aguas.

En el caso de la titularidad temporal de los aprovechamientos, las Comunidades o Heredamientos de Aguas adquieren mediante la inscripción de la obra y los caudales alumbrados en el Registro Insular de Aguas una serie de derechos. En primer lugar la titularidad de los aprovechamientos hasta el año 2040; la continuación de los trabajos de perforación hasta agotar la autorización, así como trabajos de mantenimiento de caudales cuando estos desciendan más de un 5% del caudal inscrito en el Registro; las obras inscritas adquieren un perímetro de protección frente a nuevos trabajos de perforación de otras instalaciones que puedan afectar a sus alumbramientos.

Además las Comunidades pueden solicitar a la administración hidráulica subvenciones para continuar la perforación, trabajos de mantenimiento interior y transporte de agua, sustitución de bombas, tuberías de elevación, instalación eléctrica, equipos de medida y control, en definitiva un conjunto de actividades encaminadas a la mejora de la eficiencia de los aprovechamientos.

Así mismo, las obras que se inscribieron tuvieron un plazo de un año a partir de 1990 para legalizar las obras de perforación ejecutadas fuera de las trazas autorizadas así como los caudales en ellas alumbrados.

La Ley de Aguas dictamina que los aprovechamientos de aguas privados seguirán siéndolo a partir de 2040, cuando se cumpla el plazo de

cincuenta años por el que las obras inscritas en el Registro Insular de Aguas de cada isla han continuado siendo temporalmente privadas. Las obras inscritas en el Registro Insular se transformarán a partir de 2040 en concesiones administrativas de agua pública, y tendrán que cumplir con las condiciones y cánones que se impongan en este modelo de gestión. Sin embargo, a fecha de hoy no se ha previsto como se va a realizar esta transición, ni como la administración va a pasar a gestionar la ingente cantidad de instalaciones subterráneas de alumbramiento y transporte de aguas inscritas en los registros. Es una incógnita que solo el futuro podrá despejar.

Conclusiones

Para que la conquista del agua que tanto esfuerzo supuso a nuestros mayores sea sostenible, es necesario que se produzca el relevo generacional que impulse todas las actividades necesarias para el mantenimiento y aprovechamiento eficaz de este preciado recurso. Hay que mejorar el aprovechamiento, el transporte y la distribución del agua, y fomentar el ahorro. Para ello es necesario un buen mantenimiento y modernización de las instalaciones, acompañado del impulso de las instituciones.

Somos agua, y ella hace que nuestro mundo sea tal y como lo conocemos, tenemos que aprender a valorarla como lo que es, algo imprescindible para la vida. Por ello, todos los medios disponibles a día de hoy son precisos para su obtención, aprovechamiento y el mantenimiento de su calidad. No se puede abandonar los recursos del agua subterránea a favor de otros como la desalación y la reutilización de agua depurada. Todos los medios a nuestro alcance son necesarios ante un futuro incierto en el que el clima, como motor que impulsa la existencia de la vida en la tierra, está en proceso de cambio y contrariamente a lo que solemos pensar no lo podemos dominar.

Bibliografía

DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA. GOBIERNO DE CANARIAS (2011). Manual técnico para la ejecución de galerías.

DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA. GOBIERNO DE CANARIAS (2012). Manual técnico para la ejecución de pozos.