

Coello Bravo, F.J. (2014). Telesforo Bravo, una vida a la búsqueda del agua. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Cien años de Don Tele: celebrando y recordando al sabio y la persona*, pp. 135-154. Actas IX Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. 157 pp. ISBN 978-84-617-1648-7

## **5. Telesforo Bravo, una vida a la búsqueda del agua**

**Francisco Javier Coello Bravo**

*MPGA Ingeniería,  
S.L.P.U.  
fjcoebra@hotmail.es*

*En este artículo se intenta dar una visión general de la relación que Telesforo tuvo con el mundo del agua y sus principales contribuciones en este campo. Esta faceta de su vida personal y profesional, aunque de gran importancia, no ha sido suficientemente resaltada ni se han valorado como merecen sus logros en la búsqueda, explotación y planificación de este preciado recurso. Se muestra además, la estrecha colaboración que mantuvo con el geólogo Juan Coello en esta materia y se citan algunos ejemplos, en sus propias palabras, de la clara visión que Telesforo tenía del problema del agua en Canarias.*

*“...Nacido en ambientes donde las investigaciones de aguas subterráneas fueron los temas más conflictivos, comienza a dedicarle atención desde 1950 y con sus conocimientos de las estructuras volcánicas se constituyó en consejero de numerosas prospecciones, tratando siempre de ordenar las explotaciones sin conseguir resultados debido a las deficientes leyes de aguas”. (Curriculum Vitae escrito por Telesforo a mediados de los años 70).*

### **Breve semblanza hidrográfica.**

#### **1ª época: Canarias**

Telesforo Bravo nace un 5 de enero de 1943 en el Puerto de La Cruz. Su padre, Buenaventura, era marino mercante y su madre, Hilaria, ama de

casa. Telesforo tiene dos hermanos, Hilaria, la mayor y Buenaventura, el mediano, que pronto se convierte en compañero de juegos y aventuras.

Su padre abandona pronto la vida en el mar y, entre otras ocupaciones, trabaja como responsable técnico de muchas obras de captación de aguas subterráneas en el Valle de La Orotava. Él es el que le lleva a visitar una galería por primera vez cuando tiene 13 años, se trata de la galería “Los Beltranes” en Los Realejos. Telésforo queda fascinado por ese mundo subterráneo. Las visitas a galerías y pozos se hacen frecuentes en su vida, siempre acompañando a su padre y su hermano.

En 1936, con 23 años, relaciona los restos fósiles que su padre había encontrado años atrás en un pozo que tenía la familia Machado (Fig. 1) en la zona del Barranco de San Felipe con los que el encontraba en el acantilado de Martiánez. Telesforo cede los restos al Doctor Llarena, profesor en La Universidad de Frankfurt Am Main que se los confía a un reconocido herpetólogo ruso, el Dr. Martens. Éste se apropia del descubrimiento y describe una nueva especie de lagarto gigante, denominado *Lacerta gallotia goliath*, sin citar en forma alguna a Telesforo. Este hecho marca su trayectoria para siempre y le encauza a adquirir los conocimientos que le permitan acometer sus propias investigaciones sin contar con nadie.



**Fig. 1.** Pozo de la familia Machado en la actualidad, situado junto al Barranco de San Felipe.

Dos años más tarde (1938), en plena Guerra Civil, es destinado al frente de Madrid y deja Canarias por primera vez.

### **Breve semblanza hidrográfica. 2ª época: Península y extranjero**

Tras la Guerra Civil, de la que no solía hablar mucho, y de su época como maestro ya de vuelta en Canarias, en 1946, Telesforo marcha a Madrid a estudiar la carrera universitaria denominada en aquella época “Ciencias Naturales”, que incluía asignaturas de matemáticas, física, química, biología y geología. Tras la división de los estudios en las Licenciaturas de Biología y Geología, Telesforo opta por la segunda, aunque para él, ésto suponía una manera peor de interpretar la naturaleza (Fig. 2).



**Fig. 2.** Telesforo en Madrid en un frío invierno a finales de los años 40.

En esta época, entre otros ilustres profesores, se inicia su relación con Francisco Hernández-Pacheco, relación que duró toda su vida y que incluyó además a toda su familia. Francisco no sólo fue un amigo, sino que fue referente y consejero, animándolo a escribir la malograda Geografía

General de las Islas Canarias y posteriormente a elaborar y leer su tesis doctoral.

Telesforo acaba sus estudios en 1954, regresando entonces a Tenerife. En 1956 comienzan sus trabajos a la búsqueda del agua desplazándose de nuevo a la península contratado por el Ejército de los EEUU para abastecer de agua sus bases en España. Realiza así numerosos estudios hidrogeológicos en las cercanías de las bases norteamericanas (Cádiz, Reus, Sevilla, Albacete, ...).

En 1957, y debido a su buen hacer, la empresa de ingeniería y arquitectura norteamericana “Amman & Whitney” le ofrece un contrato como geólogo para trabajar en el “Iran Road Project” (Fig. 3). Este proyecto, financiado por Estados Unidos, tenía como objetivo la mejora de la red de carreteras del país y obedecía al gran interés geoestratégico y económico que despertaba Persia (actual Irán).



**Fig. 3.** Telesforo observando un pozo en Irán.

Las funciones de Telesforo vienen perfectamente recogidas en un certificado de la citada empresa donde se dice:

*“...Entre los principales objetivos asignados al Sr. Bravo figura la investigación hidrogeológica y la obtención de fuentes de agua para treinta bases creadas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos a lo largo y ancho de Irán.*

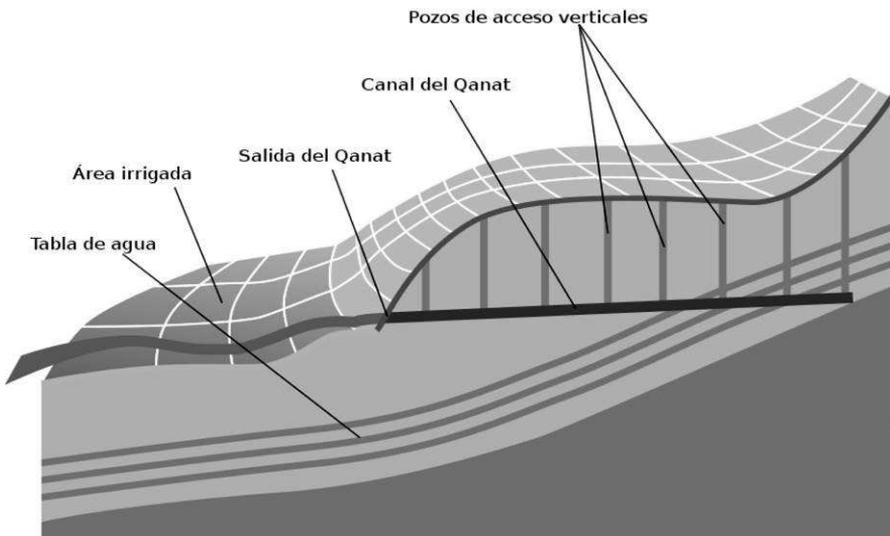
*Para el Plan Organizativo de Irán, al Sr. Bravo le fue confiada la investigación geológica (investigación de suelos y fuentes agregadas) para la construcción de más de 600 km de carreteras y para 250 km adicionales en trabajo de reconocimiento preliminar...”.*

En diciembre de 1959 deja Irán y acaba su relación con la empresa norteamericana, regresando a Madrid a leer su tesis doctoral.

### **El origen: “Los Qanats”**

Tanto en sus trabajos en la Península Ibérica como en Irán, Telesforo conoce, profundiza y posteriormente usa un sistema de extracción de agua subterránea ampliamente extendido como es el “Qanat”.

Los “Qanats”, también denominados “ghanats”, “karez”, “foggaras”, “viajes de agua” o “galerías” surgieron entorno al 1.000 a.C. probablemente en la antigua Persia. Es una estructura, utilizada en zonas áridas, que aprovecha el agua subterránea de las colinas para irrigar o abastecer los llanos y ciudades próximos (Fig. 4).



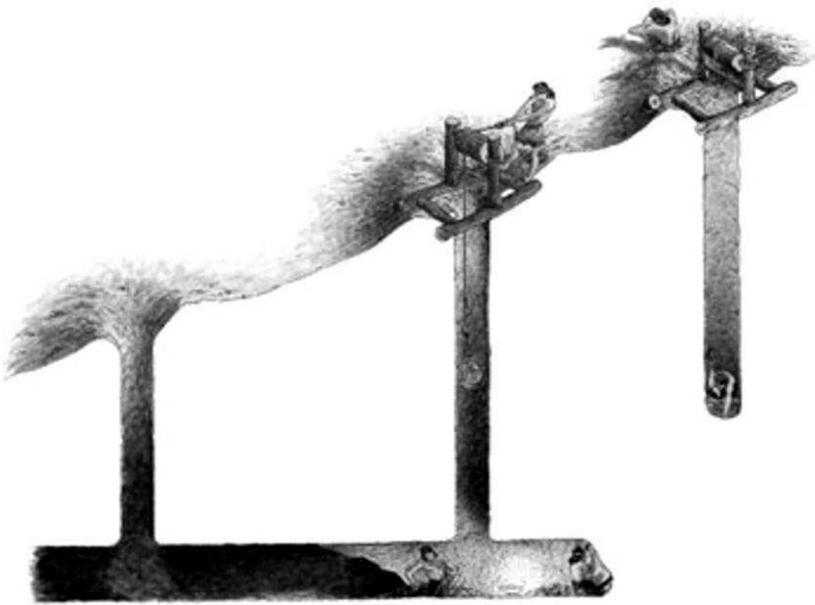
**Fig. 4.** Esquema de un “Qanat” en sección (adaptado de Wikipedia.org).

Para construir un “Qanat” primero se cava un pozo principal (o pozo madre) sobre una colina, hasta alcanzar un acuífero o similar, fuente de agua subterránea. Luego se construye un túnel casi horizontal desde el pie de la colina hasta la fuente de agua. Debe poseer una ligera pendiente, para permitir el descenso del agua, por un lado, y su control y racionamiento, por el otro. Cuanto más largo es el qanat, menor debe ser su pendiente.

Aparte del pozo madre, se cavan pozos secundarios que unen el túnel horizontal con la superficie. Su objetivo es proveer ventilación para su construcción y mantenimiento, así como vía de acceso para los trabajadores, y de salida para la tierra retirada (Fig. 5).

El agua desemboca generalmente en forma de cascada, y puede ser contenida por medio de represas y pequeñas lagunas artificiales. Desde allí, canales de riego llevan el agua hacia el área cultivable.

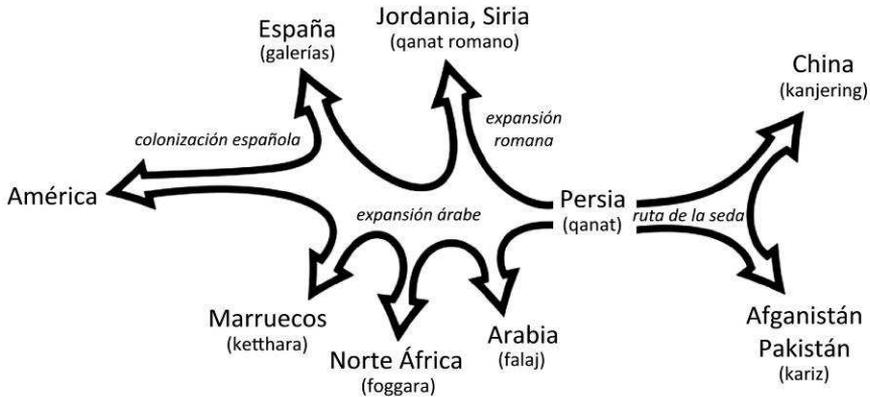
Debido a su, por lo general, carácter subterráneo, que previene la evaporación, el qanat es útil para transportar el agua a largas distancias, de hasta 70 km. Algunos tipos de qanat, que utilizan zanjas profundas en lugar de túneles, sólo se aplican para distancias más cortas.



**Fig. 5.** Esquema de la excavación de un “Qanat” (adaptado de LaVerdadDigital).

Con la Ruta de la Seda la utilización del “Qanat” echó raíces en Asia Central, llegando finalmente a China. Bajo la dominación romana, se

llevaron a cabo amplios proyectos de construcción en Siria y Egipto; a su vez han sido hallados restos en áreas más alejadas, como Lyon o Luxemburgo en Europa. La conquista musulmana llevó al qanat a Sicilia y Andalucía, de donde pasó a la América Hispánica (Fig. 6).



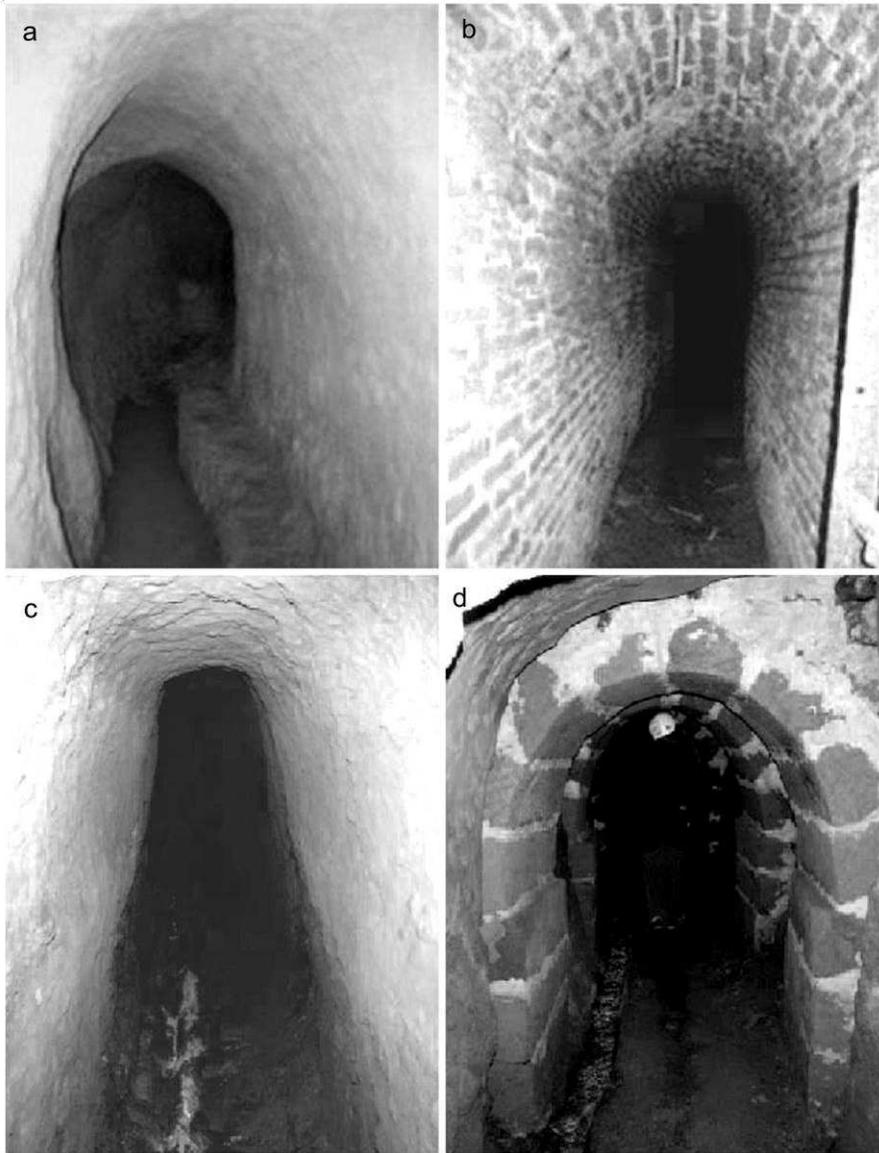
**Fig. 6.** Esquema de la difusión de los “Qanat” a lo largo de la historia.

En España los “qanats” se desarrollaron sobre todo en el sudoeste peninsular y Canarias, aunque también se pueden localizar en Castilla y León, Cataluña o Madrid (Fig. 7). Especial relevancia tienen los llamados “Viajes de Agua” que abastecían Madrid canalizando el agua de los manantiales de las Sierras de Ayllón y Guadarrama, así como de numerosos acuíferos cercanos a la capital.

Estos acueductos eran “qanats” de origen árabe construidos probablemente durante los siglos VIII al XI (fundación y dominación árabe de Madrid), y aparecen mencionados por primera vez en el Fuero de Madrid de 1202. Su efectividad quedó demostrada, ya que fueron el principal medio de suministro de agua a la ciudad, tanto para consumo humano, como para regadío y ornamento (fuentes), desde su fundación hasta la creación del Canal de Isabel II, en el siglo XIX. La red árabe original sufrió sucesivas ampliaciones para aumentar su capacidad, conforme Madrid fue aumentando su población.

### **Breve semblanza hidrográfica. 3ª época: Regreso a Canarias**

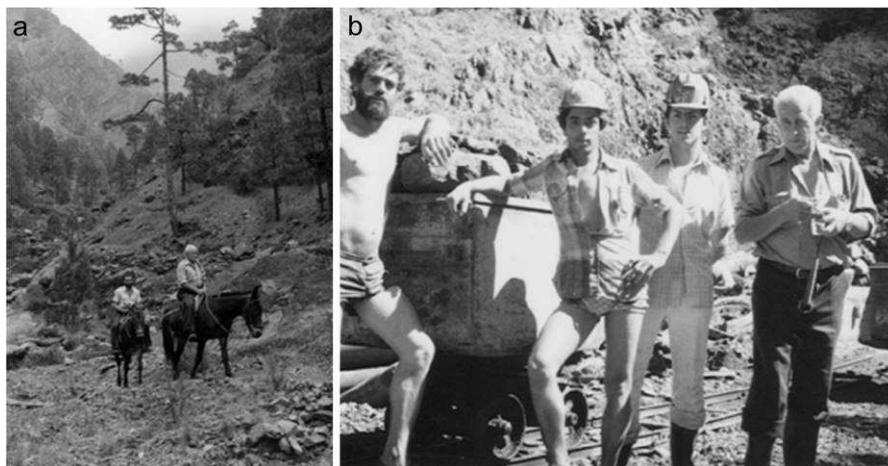
Después de su trabajo en Irán y de leer su Tesis Doctoral en Madrid, Telesforo regresa a Canarias, donde en 1960 comienza a dar clases en la Universidad de La Laguna.



**Fig. 7.** Qanats en la Península Ibérica y Canarias. “Viajes de Agua” en Zamora (a) y Madrid (b). Galerías en el Monte Aguirre, Anaga, Tenerife (c, d).

Comienza también en este año su relación profesional y personal con el Heredamiento de Las Haciendas de Argual y Tazacorte, comunidad propietaria del agua que se alumbra en La Caldera de Taburiente en la isla de La Palma (Fig. 8). Esta relación continuaría hasta su muerte y continúa en la actualidad en manos de sus nietos.

En su trayectoria vital 1966 es un año especial. Por un lado, obtiene la Cátedra de Petrología y Geoquímica de la Universidad de La Laguna y por otro, se incorpora a ésta Juan Coello que, posteriormente, se convertiría en su yerno y en su más estrecho colaborador.



**Fig. 8.** Trabajos en La Caldera de Taburiente. **(a)** Telesforo y Juan Coello remontando el Barranco de Los Cantos de Turugumay. **(b)** Con trabajadores en la bocamina de la galería Altaguna (Fotografías del Heredamiento de Las Haciendas de Argual y Tazacorte).

En la década de los 70 y 80 realiza estudios hidrogeológicos en las regiones chilenas de Antofagasta y Atacama, y en la venezolana isla Margarita, así como numerosos viajes científicos y asistencias a congresos. Además, junto con Juan Coello, y hasta su muerte, asesoran a más de 600 Comunidades de Aguas de las siete islas y emiten más de 2.000 informes.

Al final de su vida llegan los numerosos reconocimientos, entre ellos el Premio Canarias de Investigación (1989), Premio César Manrique (2000) y el Premio Teide de Oro de Radio Club (2000) (Fig. 9).

Telesforo muere el 7 de enero de 2002, dos días después de cumplir los 89 años.

## **Principales contribuciones de Telesforo al mundo del agua**

### **A. Asesoramiento a administraciones públicas e iniciativa privada.**

Tanto Telesforo como Juan Coello, que en este campo trabaja junto a él en todo momento, contaban con una gran ventaja respecto a otros profesionales que también se dedicaban a estas labores: eran unos excelentes

hidrogeólogos. Además, y como es bien sabido, el trabajo de campo era un aspecto fundamental en su manera de ver este mundo y ocupaba gran parte de su tiempo y esfuerzos. Esta es la clave de su éxito.



**Fig. 9.** Telesforo con su familia (falta su mujer, Asunción) en la entrega del Teide de Oro (2000).

Con la integración del trabajo de gabinete (cartografía, fotografía aérea, informes previos,...) y el trabajo de campo consiguen tener un conocimiento exhaustivo del entorno y les hace abordar la resolución de los problemas de una manera integral (Figs 10, 11). Esto les permite dar soluciones, la mayoría de las veces correctas, a los requerimientos de sus clientes.

Como ejemplo de los trabajos que Telesforo y Juan desarrollan, vamos a utilizar la relación que mantuvieron con una de las más importantes comunidades de Aguas de Canarias, el Heredamiento de Las Haciendas de Argual y Tazacorte.

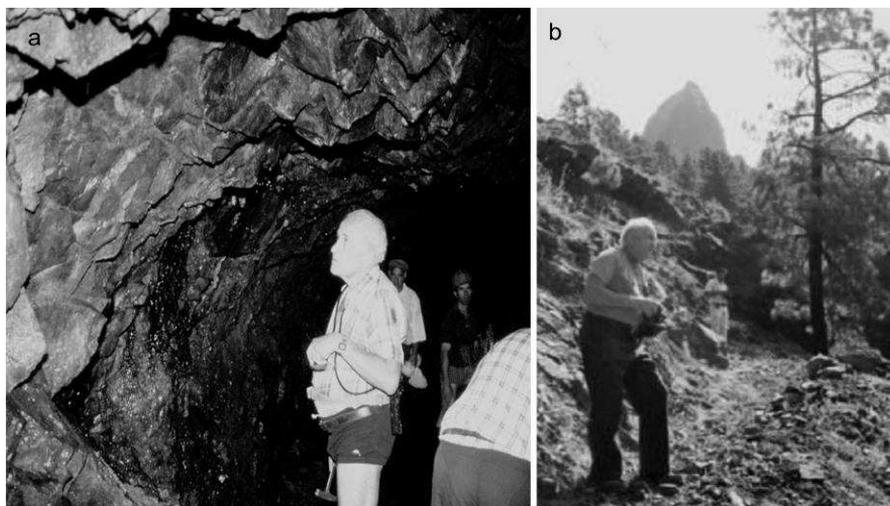
Esta institución, creada en 1557 por los herederos de Jácome de Monteverde, último propietario unipersonal de la Caldera de Taburiente, cuenta en la actualidad con más de 2.000 hacendados. Es la propietaria de la finca de La Caldera de Taburiente, así como, de las aguas subterráneas y las que discurren por su superficie. Su fin fundamental es la captación, conducción, administración, distribución y defensa de sus aguas (Fig. 12).



**Fig. 10.** Representación esquemática del método de trabajo que empleaban Telesforo Bravo y Juan Coello.

Telesforo inicia su relación con Las Haciendas en 1960, recién llegado de Irán, redactando un informe hidrogeológico ante la progresiva merma de caudal de los nacientes de La Caldera. Entre las recomendaciones de este informe hay dos que resultan especialmente destacables:

- En primer lugar recomienda la perforación de siete galerías en distintos sectores de las paredes Oeste y Norte de La Caldera. Al contrario de lo que algunos sostienen, con esto consiguió Telesforo que siguiera corriendo agua por los Barrancos de La Caldera. La explicación es sencilla, la merma de los nacientes venía provocada por la existencia de gran cantidad de explotaciones que se habían perforado en las laderas exteriores hacia el interior y que explotaban los acuíferos que nutrían estos manantiales. Con las galerías, aunque se perdían algunos nacientes, no se perdía su caudal, que seguía fluyendo como siempre lo había hecho.
- Por otro lado, Telesforo introdujo un concepto que posteriormente se ha rebelado muy útil para regular el exceso de caudal alumbrado: el cierre artificial de las galerías. Este sistema, que embalsa el agua tras un muro o cierre y que permite regular la cantidad de agua que sale por la bocamina, se ha incorporado como recomendación en varios Planes Hidrológicos Insulares y es una solución relativamente asequible para aquellas comunidades que, por ejemplo en invierno, son excedentarias de agua.



**Fig. 11.** Telesforo en la Galería La Puente, en La Orotava (a), y acompañado de Juan Coello en La Caldera de Taburiente (b).



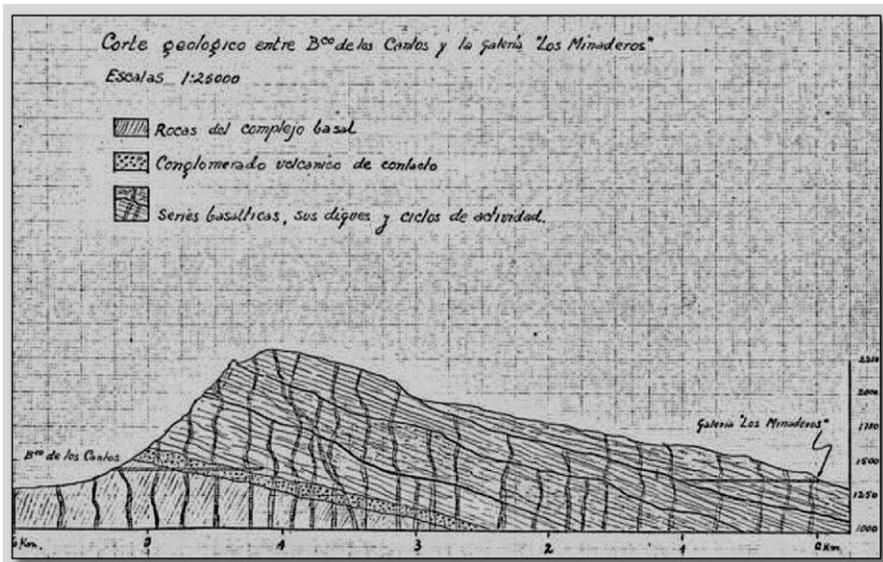
**Fig. 12.** Bocamina de la galería Verduras de Alfonso, La Caldera de Taburiente (Febrero 2013).

Posteriormente, en 1961, Telesforo elabora la primera Cartografía Geológica de La Caldera. Pero es en 1970, tras largos años de litigios, cuando se comienzan a perforar las galerías marcadas. Telesforo y Juan

emiten informes de cada una de las explotaciones, indicando rumbos y longitudes a perforar, necesidad o no de ramales, así como caudales esperados y calidad de las aguas.

Otros aspectos en los que trabajan ambos geólogos es el estudio de los emplazamientos de los citados cierres hidráulicos, construyéndose el primero de ellos en 1979. También asesoran a Las Haciendas en los frecuentes litigios que se daban entre Comunidades o entre estas y las administraciones públicas. De gran importancia fueron los informes emitidos para definir la afectación de los trabajos en diversas galerías del T.M. de Garafía sobre las galerías del Barranco de Los Cantos, o el informe en que rebaten otro del geólogo José Manuel Navarro sobre la merma del caudal de la Galería “Tenerra”, provocado por los trabajos en la Galería “Risco Liso”.

Por último, además de los trabajos hidrogeológicos, elaboran numerosos informes geológicos-geotécnicos sobre las principales infraestructuras hidráulicas de Las Haciendas, entre ellas el Tomadero de Dos Aguas y el canal Dos Aguas-Los Barros.



**Fig. 13.** Corte geológico de la pared Norte de La Caldera, original de la Cartografía Geológica de La Caldera.

## **B. Racionalidad en la explotación y gestión del agua**

A continuación presentaremos lo que Telesforo defiende, con sus propias palabras, sobre varios aspectos relacionados con la explotación y gestión del agua en Canarias. Sus palabras demuestran que ya desde los años 50

avisó sobre los problemas que la falta de racionalidad y la no implicación de las administraciones públicas podían causar.

- Conferencia “Aspectos geológicos y biológicos del futuro próximo de Tenerife”, Círculo Mercantil S/C Tenerife (1952):

*“...Dentro de cincuenta años el subsuelo de nuestra isla estará materialmente acribillado de galerías, los depósitos geológicos se habrán agotado y sólo quedará como fuente de suministro la cantidad que representa su régimen de alimentación (natural).”*

*“...En estos momentos estamos haciendo esfuerzos para el mayor aprovechamiento de nuestras reservas hidráulicas, pero vamos llegando al límite. Los déficits de unos caudales son compensados por los alumbramientos de otros, aunque este estado de cosas no puede durar mucho tiempo más y, cuando transcurran 30 o 40 años la mayor parte de las galerías serán deficitarias con relación al primitivo caudal alumbrado.”*

*Sobre la desalación: “...es verdad que ésto se podrá llevar a la práctica dentro de algún tiempo, pero en Tenerife la energía para mover estas instalaciones produciría un estado económico desastroso. Ya hoy resulta antieconómica la explotación de los pozos, y con sólo ese dato podemos sentar que la desalación supone un tremendo gasto, pues primero tendríamos que hacer la transformación y luego elevar las aguas a niveles superiores a 250 m.”*

- Separata “La explotación de las aguas subterráneas y sus modalidades”, Estudios de Derecho Administrativo Especial Canario, Vol. III, Cabildo de Tenerife (1969):

*“...La labor de confeccionar una carta hidrogeológica oficial es ingente, pero perfectamente factible. Disponemos en las islas de tantas galerías y pozos que ya se hace difícil encontrar emplazamiento para nuevas obras en grandes sectores... La densidad de explotaciones en algunas zonas es tanta, que cada pozo o galería se siente <enemigo> de las obras contiguas, se vigilan mutuamente y se atacan con diferentes medios...”*

*“...En este complicado proceso nadie se acuerda que los subsuelos tienen un límite de agua explotable y que este límite, en algunas zonas, está ampliamente rebasado, o tan desordenadamente explotado que se precisa la reorganización. Esto*

*no debe efectuarse sino a base de fusiones de comunidades que estén ubicadas en las zonas afectadas.”*

- Anotaciones para una conferencia (1970):

*“...los organismos estatales del ramo no están capacitados para hacer planes de conjunto, pudiendo calificarlos de organismos disciplinarios pero no planificadores. Tampoco existen organismos regionales, provinciales o insulares capacitados para efectuar la investigación correspondiente de la manera de estar en el subsuelo de las aguas subterráneas y cuales son los defectos de las formas de explotación actual...”*

Como sabemos, no fue hasta 1990 cuando se aprueba la ley 12/1990, de 26 de julio, de aguas de canarias. Dos años después, mediante el decreto 115/1992, son aprobados los estatutos del Consejo Insular de Aguas de Tenerife.

### **C. Gases**

Antes de citar las aportaciones de Telesforo y Juan en este campo, conviene clarificar una serie de conceptos respecto al tipo de gases que nos encontramos en las instalaciones subterráneas y su comportamiento, así como su influencia en trabajadores y visitantes.

El aire atmosférico está compuesto habitualmente por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0,9% de argón, 0,2% de dióxido de carbono y otros componentes en menor proporción. En cambio, en el interior de las galerías y pozos, esta composición se encuentra alterada por una serie de factores como oxidaciones de minerales, emanaciones de gases, gases procedentes del agua alumbrada, respiración humana, elevación del nivel de humedad, etc.

El principal gas asfixiante que podemos encontrar es el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Este gas es incoloro, soluble en agua e incombustible y, al ser más pesado que el aire, tiende a acumularse en las partes bajas de las labores. Es el principal causante, junto con la falta de oxígeno, de accidentes en galerías.

Otros gases peligrosos presentes son:

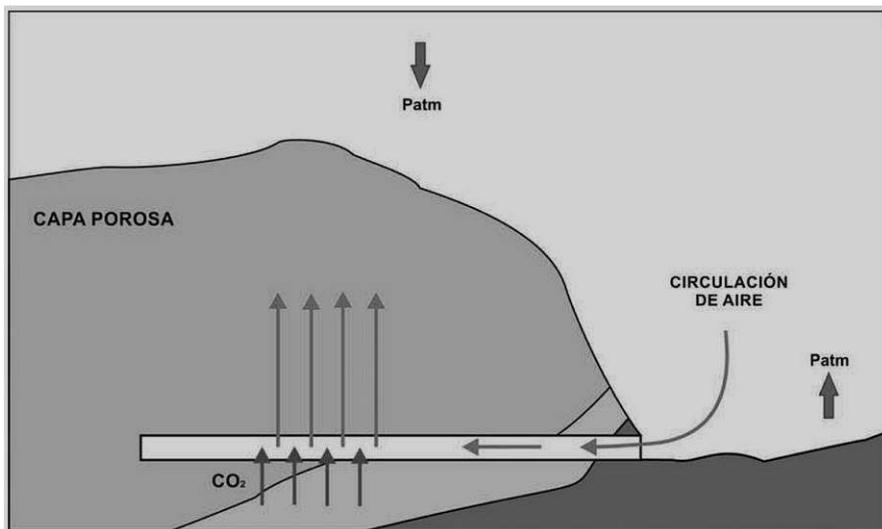
- Monóxido de Carbono (CO), producido únicamente por la combustión incompleta del carbono en voladuras y/o motores de explosión. Es altamente tóxico.
- Sulfuro de hidrógeno (SH<sub>2</sub>), gas incoloro muy tóxico. Tiene sabor azucarado y olor a huevos podridos. Pesa más que el aire, y en concentraciones por encima del 4%, es explosivo.

- Grisú ( $\text{CH}_4$ ), es una mezcla de metano y aire, incolora, inodora e insípida que, dependiendo de su porcentaje puede arder, ser explosiva o asfixiante. Aunque en Canarias es muy poco frecuente y de origen desconocido, si hay documentadas importantes emanaciones, incluso con deflagraciones, en galerías de San Miguel y Arico.

Es también habitual y extremadamente peligrosa la falta de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) en el interior de las galerías. Este fenómeno, que ha causado también gran cantidad de accidentes, no siempre está relacionado directamente con el desplazamiento por aumento de la concentración de  $\text{CO}_2$ .

A continuación explicaré cómo es el régimen de funcionamiento del medioambiente de las galerías y cómo se comportan en función de las condiciones atmosféricas.

En la figura 14 se representa el régimen “óptimo” de una galería tipo. En este caso, el gradiente de presiones habitual en la atmósfera (presión más baja cuanto más alto estamos) hace que se produzca una circulación de aire que ventila las posibles emanaciones de gases peligrosos. Hacer notar que es necesario que exista una capa porosa lo suficientemente potente para que se produzca la circulación. Como es fácilmente entendible, este régimen se ve modificado por la influencia de numerosos factores (cambio de tiempo, régimen de vientos, actividad volcánica, etc.) que hacen que una instalación que no sea normalmente peligrosa pueda llegar a serlo.



**Fig. 14.** Representación esquemática del comportamiento “óptimo” de una galería.

Sobre el comportamiento de los gases en una galería tienen gran influencia la temperatura, y como hemos visto, la presión atmosférica.

### • Influencia de la temperatura

Las variaciones de temperatura pueden ser diarias o estacionales. Existe una variación diaria sencilla y de carácter periódico en la temperatura. El máximo diario se produce entorno a las 14 h solares y el mínimo entorno a las 6 h. Cuando la temperatura exterior es superior a la de la galería, el aire interior tiende a salir de ésta facilitando el ascenso de los gases. Al contrario, cuando el aire de la galería es más caliente que el exterior, el aire penetra en el subsuelo bajando la concentración de gases tóxicos.

La variación estacional causa el mismo efecto. En invierno, el aire frío y más denso penetra en los niveles superficiales diluyendo la concentración de los gases. En las galerías, este proceso afectará a la totalidad de la traza. En verano, cuando la temperatura exterior iguale o supere la interior, el flujo convectivo frío es nulo, permitiendo llegar a la superficie (o traza de la galería) el flujo de gases sin diluir.

### • Influencia de la presión

La atmósfera interior de las galerías varía también por las fluctuaciones de la presión atmosférica. Las variaciones diarias se conocen como marea barométrica, y tiene una amplitud muy pequeña (del orden de 1 milibar). Consiste en una doble oscilación en 24 horas, con mínimos a las 4 de la mañana y de la tarde y máximos a las 10 de la mañana y de la noche (horas solares) (Fig. 15).

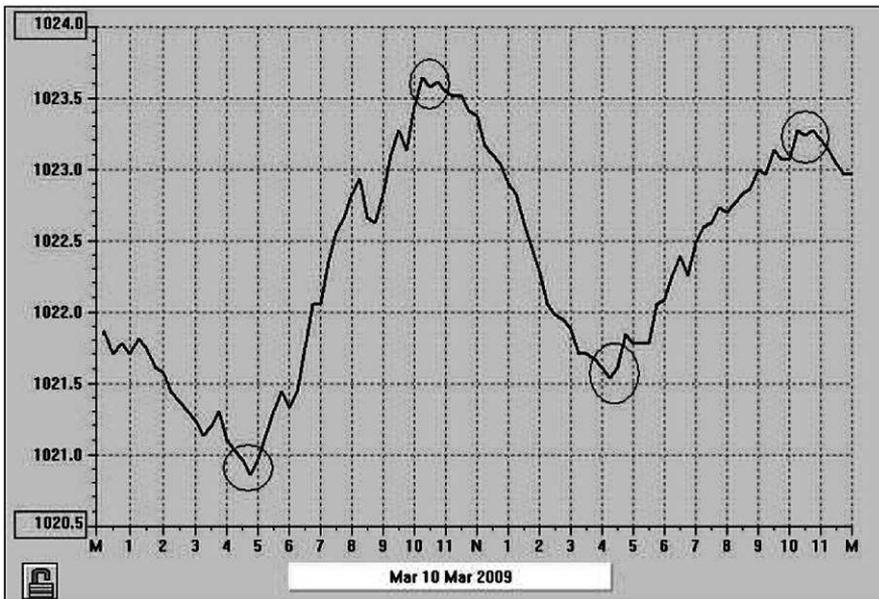


Fig. 15. Ejemplo de marea barométrica en el interior de una galería (10.03.2009).

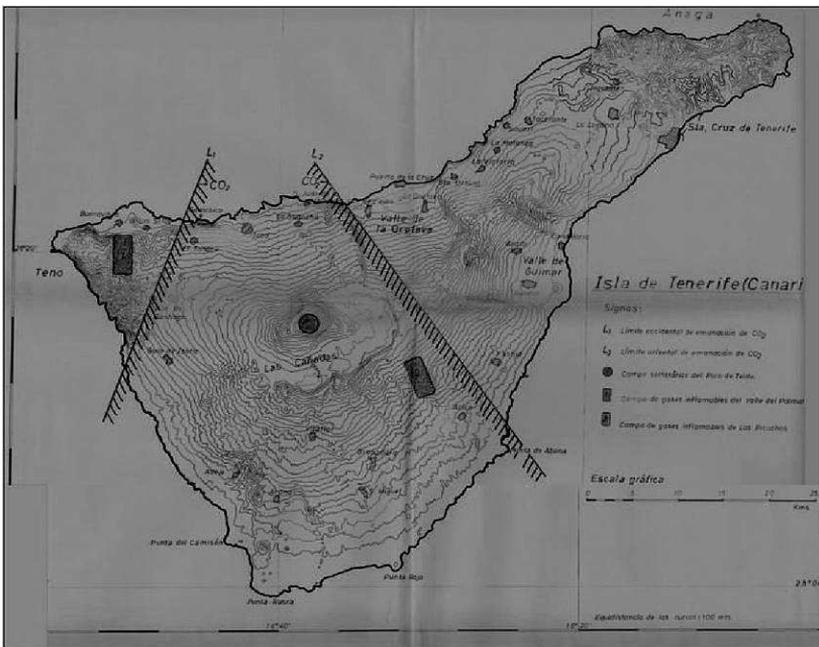
Cuando la presión atmosférica baja, los gases tienden a salir del terreno, lo que implica unas peores condiciones ambientales. Sin embargo, esta variación suele verse enmascarada por otras variaciones mayores debidas a la proximidad de áreas de altas o bajas presiones.

Teniendo en cuenta la influencia de ambas variaciones, queda claro que las peores condiciones se darán entre las 14-16 horas, ya que coincide la temperatura más alta con la presión más baja.

Se indican a continuación y a título informativo los valores límites de concentración de los gases más habituales en labores mineras (ITC: 04.7.02):

Gas	Valor admisible jornada laboral de 8 horas	Valor admisible 15 minutos
CO <sub>2</sub>	5.000 p.p.m./0,5% vol.	12.500 p.p.m./1,25 % vol
CO	50 p.p.m.	100 p.p.m.

Se recomienda además una proporción de oxígeno nunca inferior al 19%, así como una temperatura no superior a 30 °C y una humedad no mayor del 70%.



**Fig. 16.** Presencia de CO<sub>2</sub> y gases inflamables en Tenerife (T.Bravo, J.Coello, J. Bravo, 1976).

## Principales contribuciones de Telesforo Bravo en materia del estudio de los gases

Podemos decir que Telesforo fue el primer científico que estudió en profundidad y alertó sobre la presencia de emanaciones gaseosas y anomalías térmicas en las instalaciones subterráneas de las islas.

- (1968): “*El problema del agua subterránea en Canarias*”. *Aula de Cultura del Cabildo Insular de Tenerife*. Cita por primera vez la falta de oxígeno y su peligrosidad, que ya ha provocado numerosas muertes por asfixia, y la presencia de gases explosivos. Aplica el concepto de marea barométrica a sus observaciones.
- (1976): “*Áreas de emanaciones gaseosas y anomalías térmicas en la provincia de S/C de Tenerife*”. *II Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, Barcelona*. Junto con Juan Coello y Jesús Bravo explica la influencia de las variaciones de temperatura en la presencia de gases (Fig. 16).
- (1979): “*El oxígeno disuelto en aguas subterránea de Canarias*”. *Universidad de La Laguna*. Junto con Juan Coello demuestra el mecanismo de desoxigenación de ciertas aguas alumbradas y su efecto sobre el medio ambiente de las galerías.

### Conclusión

Más que enumerar la ingente cantidad de informes, artículos, notas y dibujos sobre hidrología e hidrogeología que Telesforo produjo a lo largo de su vida, se ha intentado en este artículo mostrar las principales aportaciones que nos legó y que han contribuido de forma fundamental a la búsqueda del agua en Canarias. Probablemente, sin sus aportaciones, esta hubiera resultado más dura y costosa de lo que, por desgracia, ha sido.

### Bibliografía

- BRAVO, T. & J. COELLO (1960-2002). Archivo personal. Puerto de La Cruz.
- COELLO BRAVO, J. (2007). *Biografías de Científicos Canarios. Telesforo Bravo Expósito*. Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación, Gobierno de Canarias. 199 pp.
- COELLO BRAVO, J.J. (2006). Cuando las islas se derrumban: Telesforo Bravo y la teoría de los deslizamientos gravitacionales En J. Afonso-Carrillo (Ed.), *Actas de la Semana Homenaje a Telesforo Bravo*. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, pp. 131-147.
- LUIS BRITO, E. (2009). Los recursos hídricos de La Caldera de Taburiente. En J. Afonso-Carrillo (Ed.), *Misterios de la Gea: Descifrando los enigmas ocultos en rocas, gases, agua y fuego*. Actas IV Semana Científica

Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, pp. 41-70.

MORALES GONZÁLEZ-MORO, A. (Coord.) (2011). *Manual técnico para la ejecución de galerías*. Dirección General de Industria, Gobierno de Canarias. 135 pp.

PINTO CRESPO, V., R. GILI RUIZ & F. VELASCO MEDINA (2010). *Los Viajes de Agua de Madrid durante el antiguo régimen*. Fundación del Canal de Isabel II. Madrid. 175 pp.

[www.waterhistory.org](http://www.waterhistory.org). *Qanats*.