

***Campaña Educativa
sobre el Agua***

EL AGUA EN CANARIAS

GOBIERNO DE CANARIAS – CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

1987

Fotomecánica,
fotocomposición
e impresión: LITOGRAFIA A. ROMERO, S. A.
Avda. Angel Romero, s/n.
Santa Cruz de Tenerife
D. L. TF. 941 – 1987

La tarea de educar y concienciar a los ciudadanos acerca de lo que representa el agua y de la importancia de su buen uso es de interés en todas partes. Pero resulta trascendental para Canarias, porque en estas islas cada litro de agua adquiere un particular significado en virtud de su escasez y carestía y es obligación de todos cuidar de su disponibilidad presente y futura.

El presente folleto es el resultado de la colaboración entre la Consejería de Obras Públicas del Gobierno de Canarias y el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Con él se pretende difundir entre los educadores canarios el conocimiento de algunas de las muchas especificidades que en el Archipiélago encierran la búsqueda y el aprovechamiento de sus recursos hidráulicos.

Sus autores han sido los ingenieros de la Dirección General del Agua de la Consejería de Obras Públicas, Don Adolfo Hoyos-Limón, Don Juan José Braojos y Don Luis Puga.

MANUEL CABALLERO RUANO,
DIRECTOR GENERAL DEL AGUA

NOTA

El presente folleto se ha redactado aprovechando, en especial, los datos que contiene el informe final del Estudio Científico de los Recursos de Aguas de las Islas Canarias (SPA/69/515). Se han utilizado, asimismo, los proporcionados por Don José Jiménez Suárez en su trabajo «El Agua en Canarias: Panorámica a Nivel Regional» (publicado en Cuadernos de Economía Canaria. 3. Ministerio de Industria y Energía).

INDICE

I. EL PROBLEMA DEL AGUA	5
II. LOS FACTORES NATURALES	7
III. EL AGUA Y EL HOMBRE	20
IV. LA POLITICA DEL AGUA	36
V. EL PROBLEMA ISLA A ISLA	37

I. EL PROBLEMA DEL AGUA

Si por algo no les cuadra a las Islas Canarias su tradicional epíteto de afortunadas, es por lo que abundan en ellas los caudales de agua dulce. A lo largo del último período de su historia, la escasez de recursos hidráulicos ha representado uno de los factores limitativos esenciales del desenvolvimiento del Archipiélago. Para aludir genéricamente a las causas y consecuencias de esta escasez es corriente referirse en las Islas al «problema del agua». La expresión es muy vieja, pese a lo cual no pierde su vigencia con el transcurso del tiempo; antes por el contrario, gana actualidad año tras año, ya que responde a fenómenos cada vez más tangibles y acuciantes.

Es importante para los canarios conocer el significado del problema del agua que sufre su tierra. En efecto, pocos factores habrán de influir tanto sobre el desarrollo económico y social de su región como éste de la escasez hidráulica. Sin embargo, la del agua no constituye una cuestión fácil de desentrañar. Obedece a evidentes causas naturales, pero no dejan de entremezclarse con ella factores económicos, circunstancias sociales y condicionantes técnicos que la hacen bastante compleja y oscura.

Una idea cuantitativa sobre el problema del agua canaria

En esto del agua, la escasez es un concepto relativo, sólo cabe establecerlo en términos de comparación. Veamos, pues, por qué puede hablarse de la escasez del agua en Canarias.

Suelen cuantificarse los recursos hidráulicos naturales de una región ponderando el volumen de agua que durante un determinado período de tiempo podría aprovecharse en ella a través de la captación de todos los caudales que fluyen superficial o subterráneamente. Está claro que esta cuantificación representa el techo de las disponibilidades de agua de dicha



Fuerteventura.

región, un techo en general inalcanzable, ya que supone el aprovechamiento exhaustivo de la totalidad de sus recursos de agua. Sin embargo, es útil para comparar la riqueza en agua de zonas diferentes.

Pues bien, en un año medio, los recursos hidráulicos naturales de Canarias son cifrables en 670 metros cúbicos por habitante. El mismo parámetro sube a 3.000 metros cúbicos por habitante en la península Ibérica y a unos 2.500 metros cúbicos por habitante en la Europa de los Diez.

Como se ve, por consiguiente, un residente en el Archipiélago tiene a su disposición en potencia y por término medio entre cuatro y cinco veces menos agua que un habitante de la Península o que un ciudadano de los países del Mercado Común.

La carestía del agua

Naturalmente que con las cifras recién presentadas no está todo dicho. Además de tener pocos recursos hidráulicos naturales, Canarias sufre el inconveniente de que resultan muy costosos de aprovechar. Acuíferos muy profundos, barrancos con aguas torrenciales y de difícil represamiento y otras circunstancias semejantes que se enumerarán más adelante, dificultan mucho la captación de caudales. Así pues, el agua es en Canarias y por encima de todo, costosa.

La descompensación hidráulica interinsular e intrainsular

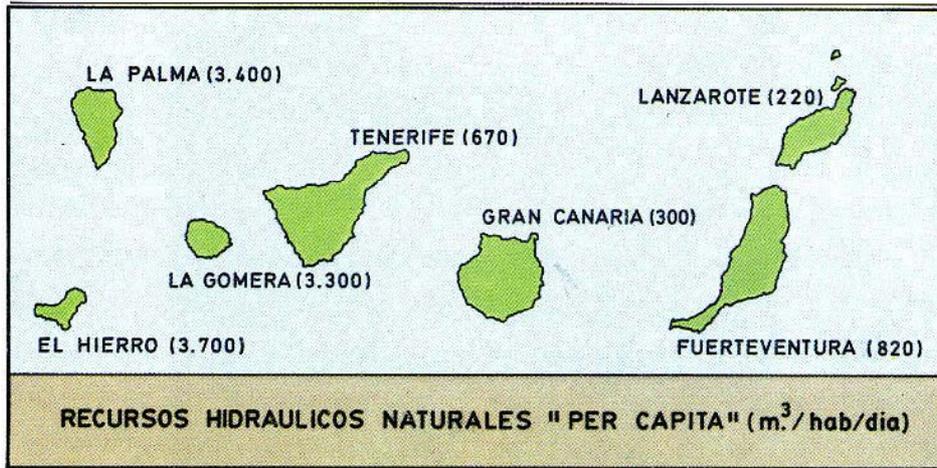
Pero hablar en términos generales del problema hidráulico de Canarias no deja de constituir una simplificación excesiva de la realidad. Deberíamos referirnos más bien a los siete problemas de aguas del Archipiélago: uno para cada isla y cada isla con uno particular y diferente.

El Hierro dispone de recursos hidráulicos naturales en cuantía de unos 3.700 metros cúbicos por habitante y año medio. Por lo que concierne a este aspecto particular, pues, nada tiene que envidiar a la Península o a la Europa Verde. Sin embargo, su situación con respecto al agua tampoco es lisonjera, porque contra ella, como contra sus vecinas, se concitan los factores de carestía hidráulica a que aludíamos arriba.

Lanzarote, por su parte, cuenta con recursos hidráulicos naturales cifrables apenas en 220 metros cúbicos por habitante y año, valor unas 17 veces inferior al de El Hierro y propio de un país desértico.

No hay más que atender a estas cifras para intuir la gran distancia que puede separar a los problemas hidráulicos de El Hierro y Lanzarote. Ambos no constituyen, por otro lado, más que extremos entre los que se produce una gama de situaciones bastante completa: la que corresponde a las restantes islas.

Pero no para ahí la cosa. Dentro de cada isla, y sobre todo en las montañosas, existen tanto zonas húmedas como secas, esto es, el problema de descompensación hidráulica entre islas se repite dentro de cada una de ellas. Puede comprenderse, sin embargo, que en este caso las soluciones técnicas están mucho más a la mano.



Las reservas de aguas subterráneas

Como explicaremos más adelante, en cada isla —y de modo principal en Tenerife, Gran Canaria y La Palma— existen importantes volúmenes de agua dulce acumulados en el subsuelo, constituyendo sus reservas de aguas subterráneas. Estas reservas se explotan. De hecho, los caudales captados actualmente en el subsuelo de las tres islas citadas provienen principalmente de ellas.

Explotar reservas supone captar volúmenes de agua que se van agotando. En consecuencia, su aprovechamiento equivale a depender de caudales que, en un plazo más o menos largo, desaparecerán. Que es lo que sucede en Canarias, donde la situación en cuanto a la disponibilidad de agua se está agravando paulatinamente.

Las cuatro caras del problema del agua

Luego, el problema canario del agua se puede contemplar por cualquiera de éstas sus cuatro caras:

- agua escasa en general,
- agua costosa de aprovechar,
- agua mal repartida en el territorio,
- agua cada vez más escasa de obtener a resultas del fenómeno de agotamiento de reservas.

II. LOS FACTORES NATURALES

Los problemas hidráulicos del Archipiélago tienen una evidente raíz natural: la sequedad general de su clima. En Canarias llueve poco por término medio, y en esta circunstancia infortunada reside la causa última de aquellos problemas.

Las aguas que discurren sobre o bajo la superficie de las islas no son más que una parte —minúscula si se quiere— del ciclo hidrológico



Manantial en La Palma.

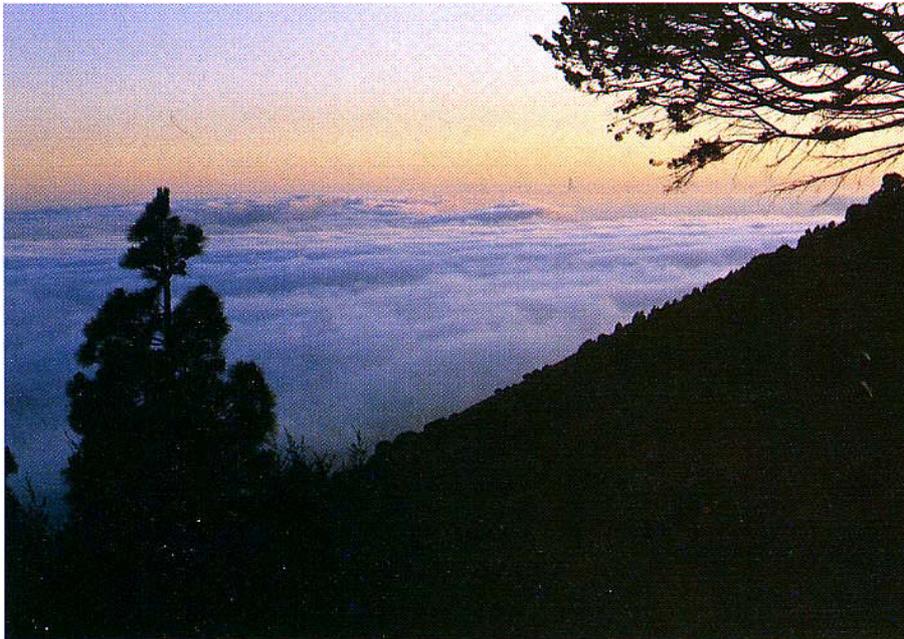
del planeta. No hay caudales con otro origen. Las aguas juveniles, es decir, las aportadas a la atmósfera desde las capas interiores del Globo a través de fenómenos volcánicos carecen de toda importancia práctica.

El ciclo hidrológico es el proceso natural a que se encuentran sometidas las aguas de la hidrosfera en virtud del cual se producen continuamente fenómenos muy complejos en forma de cambios de estado y movimientos del líquido elemento. En la superficie de océanos, mares, lagos y ríos, en las mismas capas superficiales del suelo, cuando tienen algún grado de humedad, se forma vapor de agua que asciende por la atmósfera para convertirse en nubes y precipitar luego como lluvia, nieve o gránizo. El agua precipitada se evapora otra vez o fluye por efecto de la gravedad como corriente superficial o subterránea hasta llegar al mar. Allí se evapora de nuevo, repitiéndose el fenómeno sin solución de continuidad. La radiación solar es la fuente de energía que mantiene a este sistema de cambios de estado y movimientos.

El ciclo hidrológico constituye un fenómeno sin el cual sería imposible la vida en el planeta. El hombre se beneficia de él aprovechando las aguas de las lluvias para cosechar los frutos de su agricultura o captando el agua que necesita en las fases de circulación superficial o subterránea. Estos son, pues, los aspectos del ciclo que en el orden práctico más le importan: las precipitaciones y la circulación de aguas superficiales y subterráneas.

Las precipitaciones

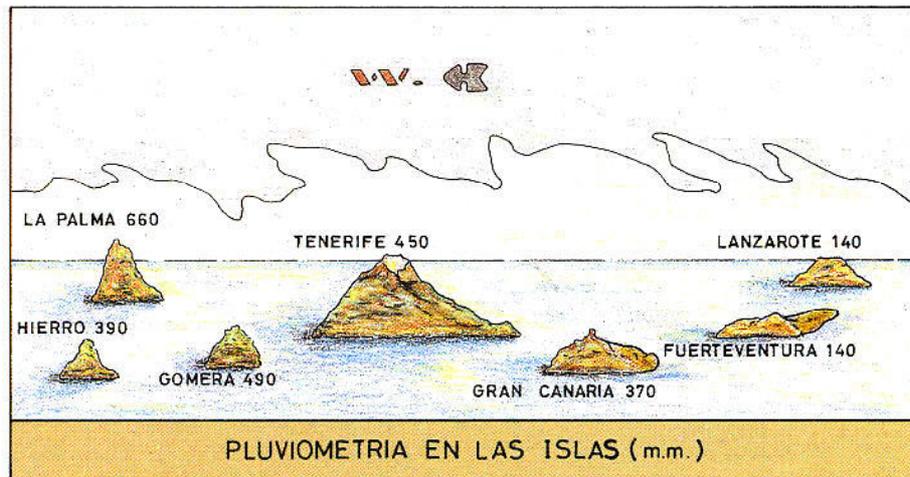
Por su latitud, a Canarias le corresponde un clima seco y cálido. Esta caracterización climática está, sin embargo, modificada por diversos factores, entre los cuales destaca la presencia de los vientos alisios. Tales vientos, que son los dominantes en el Archipiélago, tienen dos componentes principales; la inferior es una corriente de aire húmedo y templado que proviene por lo general del NE; la superior, cálida y seca, sopla desde el NO. En razón a la existencia de estas dos corrientes, entre los 1.000 y los 1.500 metros sobre el nivel del mar suele formarse una inversión térmica muy marcada, es decir, una situación que se caracteriza por el ascenso de la temperatura con la cota, hecho que da lugar al típico fenómeno del mar de nubes.



Mar de nubes visto desde El Hierro.

Así que el clima de las vertientes septentrionales de las islas, sobre todo las más altas, es húmedo y templado hasta cotas de unos 1.000 metros sobre el nivel del mar, alrededor de las cuales se forman las nubes. Por encima de esta altura, la humedad atmosférica suele ser baja debido a la existencia del alisio superior. Las vertientes meridionales, al socaire de los alisios, son comparativamente secas.

Son dos las situaciones atmosféricas típicas que producen precipitaciones en el Archipiélago. La primera está ocasionada por las invasiones por el norte de aire polar frío, que origina precipitaciones importantes en las islas más altas. En estas precipitaciones tiene una gran influencia el efecto orográfico: la lluvia se produce al verse obligadas las masas de nubes a ascender por efecto del relieve. La segunda situación está originada por la intrusión de aire húmedo y cálido del sur, aire que da lugar a precipitaciones orográficas que mojan preferentemente las vertientes meri-



dionales. Los temporales del sur pueden ser muy lluviosos, aunque se presentan con menos frecuencia que los del norte.

En consecuencia, el régimen pluviométrico de una isla cualquiera será el producto de dos factores: resultará tanto más lluviosa cuanto más separada se halle de África, es decir, cuanto más desplazada esté hacia occidente. En segundo lugar, será asimismo tanto más lluviosa cuanto mayor sea su altura.

Dentro de cada isla, la pluviosidad de una comarca depende de su orientación y altura. Son más húmedas las regiones abiertas al norte. Son más secas, por su lado, las zonas costeras que las de medianía o de cumbre.

En la figura superior se hacen patentes las diferencias pluviométricas entre unas islas y otras. La Palma, con sus 660 mm/año goza de un volumen medio de precipitación anual en todo semejante al de la península Ibérica; el de ésta es además equivalente al valor promedio de las precipitaciones en todas las tierras del Globo. Nada más propio, en consecuencia, que calificar a La Palma como de medianamente húmeda.

Lanzarote y Fuerteventura, por el contrario, son extremadamente secas, casi tanto como las regiones desérticas del interior sahariano.

El suelo y el subsuelo de las Islas

Las Islas Canarias se sitúan en una región del Planeta afectada por los movimientos de expansión del fondo oceánico que ocasionan el progresivo alejamiento de los continentes africano y americano. Estos movimientos se hallan asociados a profundas fracturas y grandes levantamientos de la corteza terrestre que a la postre determinaron la aparición del Archipiélago. Tales fracturas han favorecido los innumerables episodios volcánicos que han ido formando, en el plazo de muchos millones de años, los substratos geológicos insulares.

Los materiales que los forman, salieron a superficie emitidos bien en forma de coladas, esto es, como capas de materia rocosa fundida que deslizaron sobre el terreno hasta que su enfriamiento las petrificó, bien como productos piroclásticos, constituidos por materiales de tamaño vario —desde polvo hasta grandes bombas volcánicas— que arrojados al aire se apilaron sobre el terreno en depósitos más o menos gruesos y homogéneos.

Las coladas no surgieron siempre desde la chimenea de un volcán

típico, esto es, abriéndose desde un único punto de efusión, tal cual estamos acostumbrados a imaginarlo. Muy frecuentemente, a lo largo de la historia geológica de Canarias, emergieron a través de largas fisuras, a modo de grietas por donde se derramaban anchas lenguas de materia incandescente. Al paralizarse los procesos eruptivos las lavas en vías de emisión se solidificaron dentro de sus fisuras, formando una especie de tabiques verticales de roca inyectados entre los materiales preexistentes, los cuales reciben la denominación de diques.



Lavas cordadas en El Hierro.

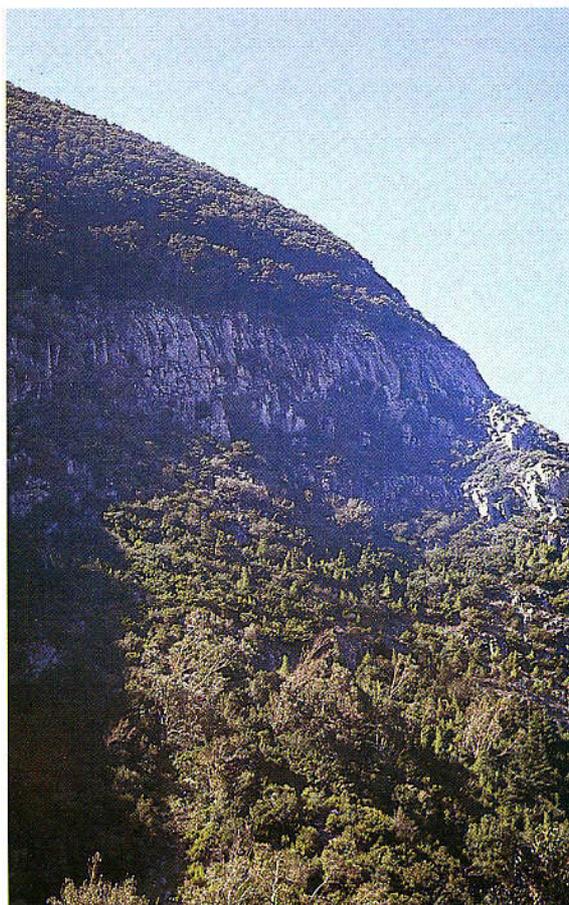
Las coladas, en sus diversos tamaños y clases, los depósitos piroclásticos y los diques sólo son los aspectos más evidentes de los complejos fenómenos que han intervenido en la formación de los subsuelos del Archipiélago. El substrato geológico canario es por lo general muy heterogéneo y variable de un punto para otro; la mezcla de numerosísimas coladas de naturaleza y características diferentes, las frecuentes intercalaciones de depósitos piroclásticos, asimismo de características cambiantes, la existencia de diques... Todo ello, más algunos factores adicionales, complican de tal modo las cualidades del subsuelo canario que resulta imposible suponerle un comportamiento local predeterminado frente a la circulación de las aguas.

Permeabilidad y porosidad

Dos propiedades fundamentales definen dicho comportamiento: la permeabilidad y la porosidad. La permeabilidad es aquella cualidad de los terrenos que expresa la facilidad con que dejan pasar el agua a su través. La porosidad cifra la capacidad de un material para almacenar agua en su interior.

La permeabilidad de coladas, diques y depósitos piroclásticos viene determinada, en principio, por sus cualidades originarias. Así, una colada

será tanto más permeable cuanto más se haya fisurado en el proceso de su enfriamiento. Si tiene un alto porcentaje de escorias, es decir, si se presenta con el aspecto de un malpaís típico, lo será en alto grado. Lo propio ocurrirá con los depósitos piroclásticos por lo que se refiere a su estado de fisuración; los hay, además, de apariencia masiva y compacta tanto como otros la tienen esponjosa y ligera.



Paquete de coladas basálticas masivas en La Gomera.

Pero, por otra parte, en la permeabilidad de todo tipo de formación influyen las transformaciones sufridas con posterioridad a su creación. Las coladas, una vez enfriadas, pueden haberse fisurado nuevamente como consecuencia de presiones y movimientos a que se hayan visto sometidas. Cabe que en su discurrir subterráneo el agua deposite sustancias que terminen por colmatar los huecos por donde circula, impermeabilizando la correspondiente formación geológica, etc. A veces estas alteraciones tienen tanta o más importancia que las cualidades originarias.

Para que una roca o un terreno puedan acumular agua en cantidades relativamente apreciables es necesario que sean porosos, que tengan huecos en su interior. Mas esta cualidad no es suficiente. Se hace preciso, además, que sus poros y huecos se hallen intercomunicados, de modo que el agua pueda circular entre ellos, penetrar en la roca, salir de ella. Hay, en efecto, materiales geológicos de aspecto poroso que almacenan agua sólo en muy escasa proporción, debido al aislamiento de sus poros y oquedades.

Los terrenos canarios son por lo general francamente permeables. Con frecuencia, las coladas, depósitos piroclásticos y diques se encuentran muy fisurados. Las coladas con altas proporciones de escorias, a través de las cuales circula el agua con gran facilidad, son abundantes. A pesar de todo ello, existen también —sobre todo en Gran Canaria y La Gomera— amplias zonas ocupadas por formaciones geológicas relativamente impermeables.



Basaltos de emisión submarina en La Palma.

Los subsuelos del Archipiélago suelen almacenar el agua con facilidad. Las proporciones de escorias en las coladas, la porosidad y fisuración de los depósitos piroclásticos y otras circunstancias semejantes facilitan la acumulación subterránea de agua.

La estructura geológica de las distintas islas responde al siguiente modelo general: en la base se disponen los denominados «complejos basales», formados por rocas de tipo plutónico recubiertas de sedimentos y productos volcánicos submarinos. Son visibles en las islas de Fuerteventura, La Gomera y La Palma; en las demás su existencia es sólo presumible. Encima de los complejos basales se han depositado enormes masas de productos volcánicos de emisión aérea y de naturaleza basáltica, constituyendo lo que se conoce como «basaltos antiguos». Existen en todas las islas. Tras la formación de los basaltos antiguos, cada isla siguió su propia historia geológica, resultado de un gran número de episodios efusivos de naturaleza diversa. Sus productos alcanzan en general, poco espesor en comparación con el de los basaltos antiguos.

Los complejos basales son impermeables y, donde existen, constituyen el zócalo impermeable —concepto al que nos referiremos más adelante— de su isla. Los basaltos antiguos son relativamente permeables y en ellos se forman los principales acuíferos del Archipiélago, ya que debido a su gran espesor constituyen una gran parte del subsuelo de las islas. Las formaciones superiores son con mucha frecuencia permeables y porosas. Suelen dejar que el agua pase a su través para que se almacene en los basaltos antiguos. De todos modos, esta explicación debe tomarse sólo como un modelo muy simple que según qué islas, admite matizaciones muy importantes.

El balance hidrológico

En líneas generales, a las aguas caídas sobre un terreno les cabe esta triple posibilidad: primera, circular sobre el propio terreno, constituyendo lo que se conoce como escorrentía superficial, esto es, engrosando el caudal de las aguas que discurren a la vista por todo tipo de cauces naturales; segunda, infiltrarse hacia las capas interiores del terreno para dar lugar a la escorrentía subterránea; y, tercero, evaporarse nuevamente a la atmósfera desde el suelo que humedecen, evaporación inducida ya de modo directo desde este suelo por efecto de la energía solar ya a través de las plantas que toman con sus raíces la humedad del terreno y la liberan por sus hojas en forma de vapor, proceso éste al que se denomina transpiración. El fenómeno conjunto formado por la evaporación directa y la transpiración suele recibir el nombre de evapotranspiración.

La precipitación junto con la escorrentía superficial, la subterránea y la evapotranspiración constituyen los términos del balance hidrológico. En dicho balance, al volumen de las precipitaciones —que contabiliza las aportaciones de agua a la tierra— se oponen los tres términos restantes, mediante los cuales se computa el destino de tales aportaciones.

En Canarias, como en la mayor parte de las tierras emergidas del planeta, la fracción principal de las aguas caídas desde la atmósfera vuelve, antes o después, al aire por efecto de la evapotranspiración.

La permeabilidad general de los terrenos facilita la infiltración al subsuelo del líquido elemento, de modo que la escorrentía subterránea predomina sobre la superficial.

El balance hidrológico del Archipiélago podría ser caracterizado en pocas palabras así: pocas precipitaciones, y dentro de la escasez general de las aportaciones de agua, alta evapotranspiración, baja escorrentía superficial y relativamente alta escorrentía subterránea.

La escorrentía superficial

A poco observador que sea se habrá advertido que por los barrancos de las islas circula agua muy raras veces, sólo en ocasión de los temporales de lluvias más intensos. No todas las precipitaciones dan, en

efecto, lugar a escorrentía superficial. Para que ésta llegue a producirse es preciso, primero, que el agua sature las capas del suelo sobre el que cae, que llene sus oquedades y, segundo, que la intensidad de la lluvia sea superior a la de infiltración. Las lluvias débiles y de corta duración ni siquiera llegan a saturar aquellas capas, por lo que no originan escorrentía superficial ni subterránea; el agua se queda en el suelo y es devuelta a la atmósfera merced a los fenómenos de evapotranspiración.

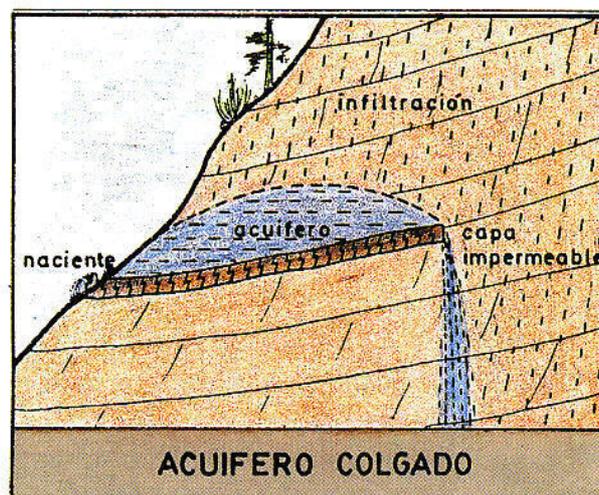
Lluvias algo más consistentes en duración e intensidad darán lugar a infiltración si aportan agua suficiente como para superar la capacidad de almacenamiento de la capa superficial.

En último extremo, cuando sobreviene un gran aguacero, el terreno no puede absorber por infiltración todo el agua que se precipita sobre él. Comienza, pues, a discurrir superficialmente y a concentrarse en los cauces, generando las avenidas que de tanto en cuanto se presentan en nuestros barrancos. Estas avenidas o torrentadas son tan poderosas como efímeras, pues las fuertes pendientes de las superficies insulares facilitan la aceleración del agua, que se precipita a gran velocidad por los cauces arrasando lo que encuentra a su paso. Al cabo de poco tiempo, sin embargo, y cesadas las lluvias que los alimentaban, los cauces se secan de nuevo.

Lo más importante es que el fenómeno de la escorrentía superficial es esporádico y de muy irregular presentación, tanto como los grandes temporales que lo engendran.

La escorrentía subterránea. Los acuíferos

El agua de infiltración desciende por el subsuelo atravesando las formaciones geológicas permeables que encuentra a su paso, hasta tropezar con una que lo es menos. Allí detiene su caída y se acumula. Una masa de agua así formada constituye un acuífero. Su acumulación no significa por lo común su definitivo estancamiento. Ahora fluye lentamente obliga-

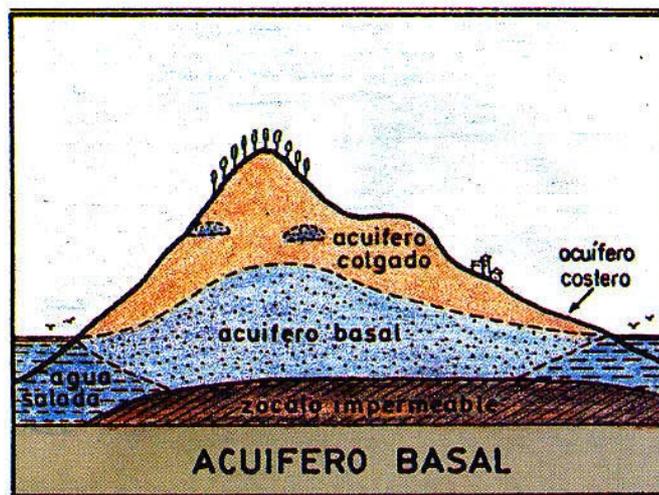


da por las presiones originadas en la masa de agua acumulada y a costa de vencer la resistencia que el terreno opone a su circulación.

Cuando, como en el caso de la figura, la capa impermeable conduce el agua otra vez a superficie, se produce una fuente natural, manantial o naciente. Sin embargo, este tipo de alumbramiento no es muy frecuente y sí que el agua rebosando por los bordes de aquella capa continúe su descenso.

Hay en cada isla un acuífero inferior, un acuífero que las aguas de infiltración no pueden sobrepasar; suele ser llamado acuífero basal. A los que se encuentran por encima de él, se les aplica el nombre de acuíferos colgados.

El sistema de aguas subterráneas de cada una de nuestras islas responde pues a una disposición de este tipo: un acuífero basal de gran magnitud, donde se acumula la mayor parte, con diferencia, de las aguas subterráneas de la isla, más algún que otro —incluso pueden llegar a ser numerosos— pequeño acuífero colgado que por casos ocasiona fuentes naturales de reducidas aportaciones.



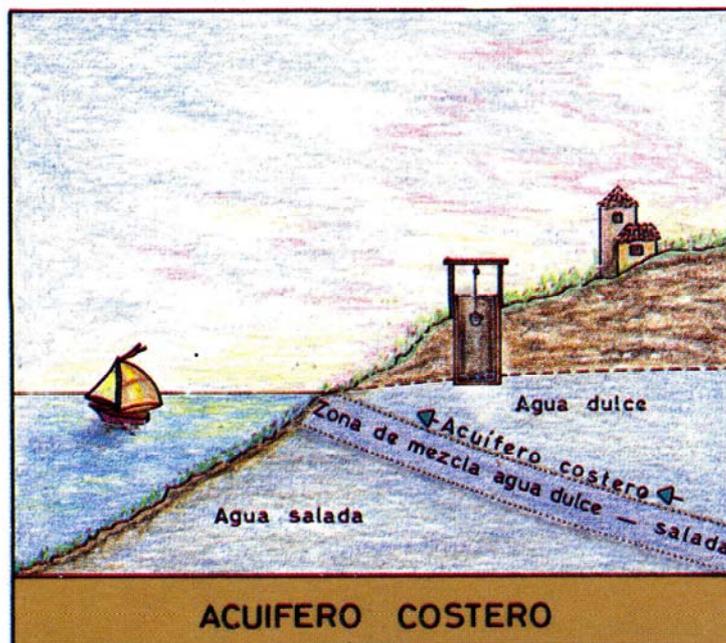
Los acuíferos costeros

Los acuíferos basales descansan a veces sobre formaciones geológicas impermeables suficientemente extensas para sostenerlos en parte importante. Cuando existen —o donde existen— constituyen el llamado zócalo impermeable de la isla.

Pero no existen siempre. Particularmente, suele ser lo común en las zonas costeras que el acuífero basal se mantenga sobrenadando sobre el agua marina infiltrada en el subsuelo. El agua dulce es, en efecto, menos densa, menos pesada, que la del mar. Puestas en contacto dos masas de ambas —dos masas hipotéticamente inmiscibles— la de aquélla flotará sobre la del agua salada, aunque merced a la pequeña diferencia existente entre las densidades de una y otra a costa de hundirse profundamente en ella.

El fenómeno no es muy diferente al de la flotación del hielo. Un iceberg, esto es, una masa de agua dulce congelada que flota en el mar, mantiene emergida sólo una pequeña parte de su volumen. En el caso de un acuífero costero, al ser la densidad del agua líquida mayor que la del hielo, la masa emergida será todavía menor. En este caso, la razón entre los volúmenes de agua dulce por encima y por debajo del nivel del mar se suele aproximar a uno sobre cuarenta.

La cuestión principal es, sin embargo, comprender cómo se mantienen separadas el agua dulce y el agua salada en los acuíferos costeros. Todos, conforme a la experiencia inmediata, intuimos lo vana que resulta la pretensión de evitar la mezcla de aguas diferentes —fría y caliente, por ejemplo— cuando se ponen en contacto.



En los acuíferos costeros se produce, desde luego, la mezcla del agua salada con la dulce. Sin embargo, el movimiento del agua es tan lento en el subsuelo, progresan tan despacio los fenómenos de la mezcla, que en el proceso de lavado resultante de la circulación del agua dulce hacia el mar puede mantenerse por lo general la calidad de los recursos del acuífero.

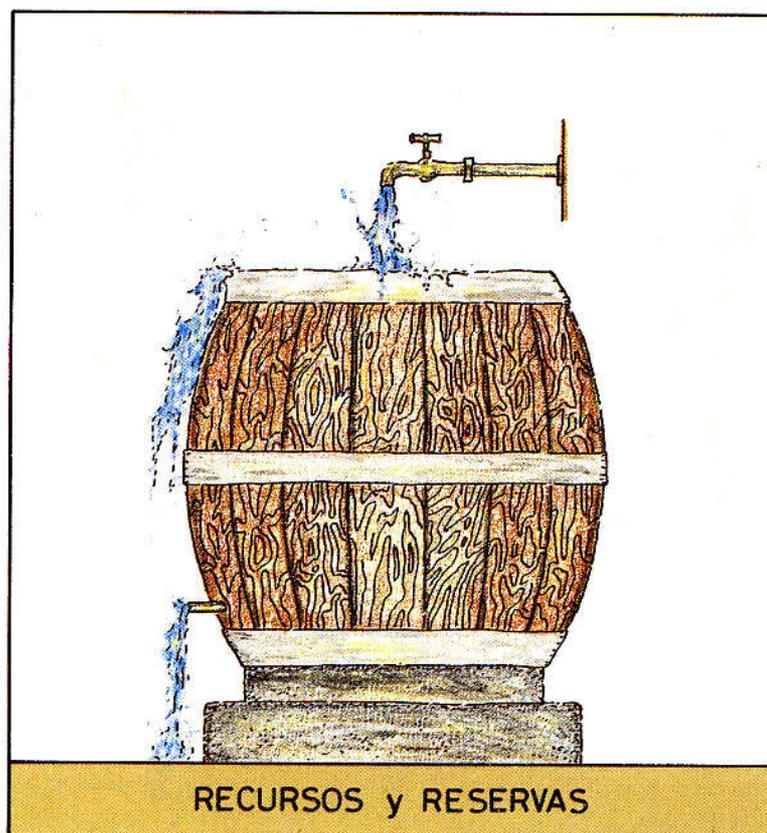
Debe considerarse, en todo caso, que estos acuíferos se mantienen a base de equilibrios muy delicados, de suerte que cualquier acción externa es capaz de inferir daños irreparables al sistema. Si se favorece la mezcla de los dos tipos de agua, la restauración de un nuevo equilibrio exige largos períodos de tiempo.

Los recursos y las reservas de aguas subterráneas

No es fácil presentar una descripción del comportamiento de los acuíferos; responde a leyes físicas de sencilla enunciación inicial —ley de la gravedad, ley de la conservación de la materia, etc.— pero cuyo análisis final requiere de un complejo aparato matemático.

Hay, no obstante, dos conceptos que es menester manejar con soltura por su importancia en relación con las aguas subterráneas de Canarias: los de recursos y reservas en los acuíferos. Dicho en pocas palabras, las reservas de agua de un acuífero están constituidas por las masas de aguas que en él se acumulan; sus recursos, por el caudal que lo alimenta a través de la infiltración.

Con un modelo muy elemental pueden ilustrarse algunos aspectos relevantes en relación con tales conceptos. Sea un recipiente —un cubo, por ejemplo— emplazado debajo de un grifo por el que sale un determinado caudal de agua. Supóngase que tal cubo está agujereado por su fondo. El recipiente en cuestión se irá llenando hasta que, pasados unos momentos, el nivel del agua quedará estabilizado a determinada altura. Puede imaginarse que el caudal del grifo representa el caudal aportado al acuífero a través de la infiltración —es decir, los recursos del acuífero— en tanto el volumen del agua acumulado en el recipiente da cuenta de las reservas del mismo. La permeabilidad del acuífero estaría representada por el número y tamaño de los orificios del fondo del cubo, es decir, por la facilidad con que éste deja salir el agua almacenada en su interior.



Veamos cómo se combinan esos factores:

Una isla de gran dimensión —recipiente grande— y alimentada por caudal de infiltración apreciable acumulará importantes reservas de aguas subterráneas. Sin embargo, si su permeabilidad es alta, puede suceder que el agua no rebose por encima del acuífero —del cubo—. Caso: Tenerife.

Una isla de menor dimensión y menores aportaciones por infiltración puede acumular también importantes reservas de agua subterránea si su permeabilidad es relativamente baja. Este es el caso de Gran Canaria. Cabe que se produzca, además, el rebosamiento del acuífero. En esta isla, por ejemplo, existía hace un siglo un gran número de manantiales naturales, muy superiores por su caudal a los de Tenerife, pese a ser esta última una isla más húmeda.

Una isla grande —Fuerteventura—, sea o no permeable, no llegará a acumular reservas importantes si sus aportaciones por infiltración son reducidas.

Una isla pequeña, sobre todo si es muy permeable, no contará con reservas importantes aunque sea relativamente húmeda. Este es el caso de El Hierro.

Adviértase, pues, como el juego de tan corto número de variables —permeabilidad, infiltración, dimensiones del acuífero— puede originar una gama muy amplia de situaciones diferentes entre las distintas islas.

III. EL AGUA Y EL HOMBRE

El canario se ha visto en la necesidad de suplir con su esfuerzo lo que le fue negado por la naturaleza en forma de recursos hidráulicos abundantes. Puestas manos a la obra realizó y aún realiza, a costa de mucho sudor y de alguna sangre, un trabajo de proporciones admirables, un trabajo que dice mucho de su imaginación, iniciativa y laboriosidad.

Las aguas canarias se aprovechan merced a un nutridísimo conjunto de obras de infraestructura hidráulica levantada con el trabajo de varias generaciones de isleños. En su conjunto, esta infraestructura es ingente y admite pocos parangones: Gran Canaria debe tener, muy probablemente, el «record» del mundo en número de presas por kilómetro cuadrado. En ningún lugar del planeta hay una densidad tal de galerías de captación de aguas subterráneas como en Tenerife. La agricultura de Lanzarote representará un ejemplo excelente de adaptación a un medio sumamente hostil por su sequedad.

Más no todos los aspectos de esta lucha del hombre a la procura del agua son tan halagüeños. Los acuíferos insulares constituyen sistemas naturales sumamente frágiles, sistemas en cuya conservación se juega la sociedad canaria muchas de sus posibilidades de desarrollo y supervivencia. Y, sin embargo, la explotación indiscriminada de las reservas

de aguas subterráneas, el derroche injustificado de recursos hidráulicos, la contaminación de acuíferos son, entre otros, problemas a la orden del día en nuestras islas.

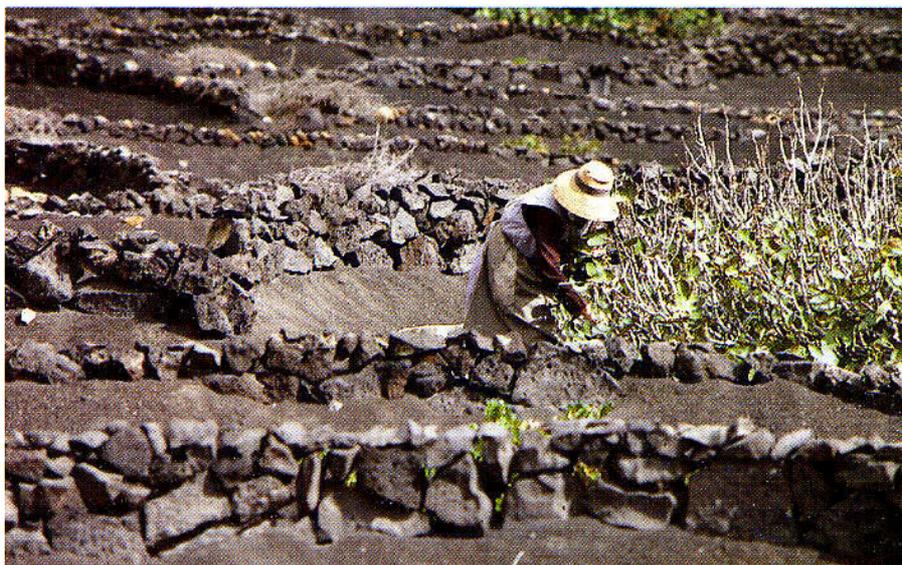
El aprovechamiento directo de las precipitaciones

Esperar pacientemente la lluvia que ha de regar los sembrados es la actitud menos evolucionada que cabe adoptar frente a la agricultura. La técnica del riego constituye un adelanto decisivo respecto a ella.

En amplias zonas de Canarias no hay, sin embargo, caudales suficientes para implantar el regadío de superficies significativas. Así que, mientras no hubo oportunidades en otras actividades económicas, la mayor parte de la población insular debió resignarse a vivir de la agricultura de secano. Se cultivaba, en consecuencia, toda parcela donde el suelo y unas escasas lluvias prometieran la más modesta cosecha.

Cuando no había fuentes naturales, para satisfacer las necesidades domésticas de líquido elemento se empleaban los aljibes, abundantes aún en algunas zonas. Con ellos se recoge y almacena directamente el agua de lluvia.

Pero en alguna isla, incluso las mismas precipitaciones alcanzan escasamente a proporcionar la humedad que demandan los cultivos habituales. El isleño tiene, pues, que ingeniárselas. Y ya que no le es posible aumentar las precipitaciones se aplica a disminuir la evapotranspiración. Los enarenados —naturales o artificiales— responden a ese propósito. Es una técnica consistente en cultivar los suelos cubriéndolos por capas de lapilli o picón —especie de arena volcánica gruesa—, con la que se protege la tierra contra la insolación, al tiempo que se rompe su capilaridad, contribuyendo a mantener la humedad del suelo. Son muy frecuentes en Lanzarote.



Cultivos enarenados en Lanzarote.

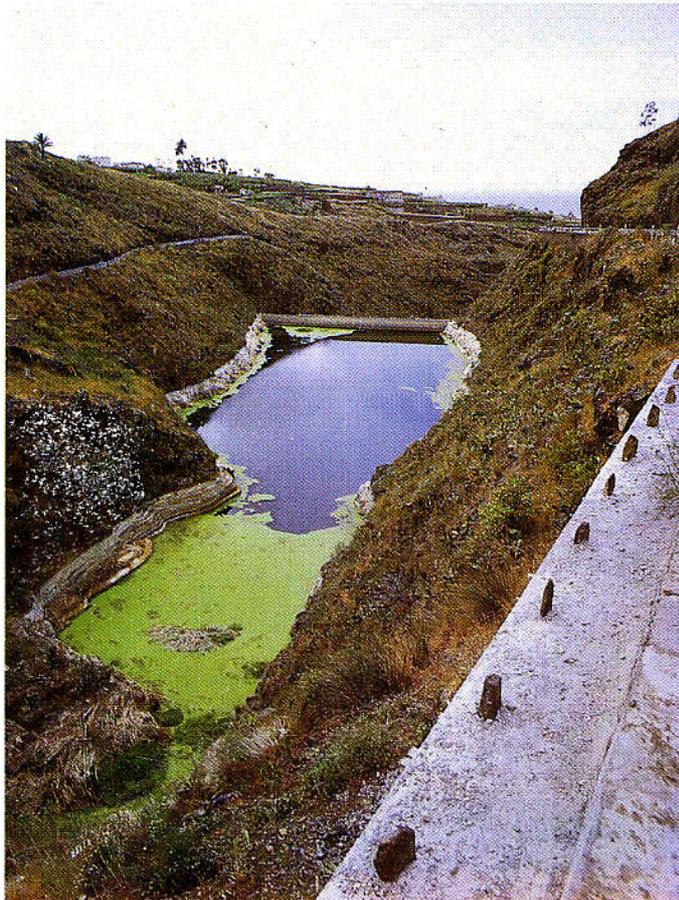
La captación de aguas superficiales

Aprovechar las aguas que discurren en superficie por los barrancos parece el procedimiento más a la mano, el más obvio y natural para aumentar nuestras disponibilidades hidráulicas. Sin embargo, ni es siempre el más fácil, ni, por supuesto, el más barato.

Como se refirió antes, las aguas superficiales suelen precipitarse por los cauces en forma de avenidas discontinuas, producto de aguaceros más intensos. Para llevar a cabo su captación es preciso construir presas, mediante las cuales se crean embalses destinados al almacenamiento de sus esporádicas aportaciones. Almacenada o embalsada, el agua se halla disponible para su utilización en forma de caudal continuo.

Diversas circunstancias se concitan en Canarias contra este tipo de aprovechamiento hidráulico:

—La misma irregularidad de las avenidas, que obliga a crear grandes embalses para regular pequeños caudales, pues un barranco, dependiendo de lo húmedos que sean los inviernos, lo mismo proporciona una gran aportación de agua que permanece completamente seco a lo largo de varios años. De modo que es preciso sacar muy poco a poco el agua del embalse, ya que de otro modo se corre el riesgo de vaciarlo totalmente antes de que un nuevo invierno lluvioso lo vuelva a llenar.



Pequeño embalse en un barranco de La Gomera.

—La modestia en general de los volúmenes de agua suministrados por los cauces. Ya se comentó que la escorrentía superficial de Canarias es relativamente baja, y por mucho que los barrancos puedan resultar impresionantes cuando bajan llenos de agua, lo cierto es que a la postre sus avenidas suelen ser de corta duración y reducidas aportaciones.

—La pequeñez de los embalses. Los barrancos son en Canarias muy pendientes y estrechos, de suerte que, por lo común, detrás de una presa importante se crea apenas un estanque o una laguna de muy modestas proporciones. En la Península o en cualquier otra latitud con presas de dimensiones semejantes a las canarias pueden llegar a formarse grandes lagos artificiales.

—La permeabilidad general de los suelos. La primera cualidad que debe adornar a un terreno apto para crear un embalse es que retenga el agua depositada en su interior, que no la infiltre hacia el subsuelo. Condición que, debido a la relativamente alta permeabilidad de las formaciones geológicas canarias, no es fácil que se cumpla.

—La gran cantidad de tierras y sedimentos que arrastran las aguas de los barrancos, sedimentos que se depositan en los embalses, originando su rápida colmatación.

No obstante, estos inconvenientes, y habida cuenta de la necesidad de agua en el Archipiélago, cuando hay terrenos impermeables donde ubicar embalses, las presas se construyen, y se construyen con gran profusión, como sucede en Gran Canaria y La Gomera. Pero incluso en estas islas proporcionan caudales reducidos frente a los que tienen origen subterráneo. En Gran Canaria, particularmente, suministran apenas el 10% de los caudales en ella aprovechados.

A falta de terrenos impermeables se opta en ocasiones por impermeabilizarlos artificialmente. Se efectúa tal operación a base de recubrir todo el embalse con un material a propósito. Puede ser el hormigón, aunque actualmente se aplican con mayor frecuencia láminas sintéticas de



Presas de Chejelipes en La Gomera.

tipo plástico. El recubrimiento debe aplicarse sobre superficies muy regulares, como no lo son por lo común las laderas de los barrancos, de manera que es más práctico excavar el embalse fuera de ellos, en un terreno blando que pueda trabajarse y moldearse con facilidad. Se habilita luego un canal para la conducción del agua de las avenidas desde el punto de captación en el barranco hasta el embalse.

Esta es la técnica de las balsas, muy populares en Tenerife de unos diez años a esta parte. Las balsas suelen ser de capacidad más bien pequeña y caras, por lo que de costosa tiene su impermeabilización artificial.



Balsa de Valle Molina en Tenerife.

En Tenerife, La Palma y El Hierro no hay prácticamente posibilidades de ejecutar embalses si no es mediante balsas.

El aprovechamiento de las aguas superficiales de Fuerteventura se verifica con las gavías. Se forman rodeando las parcelas con caballones para incorporarles el agua procedente de barrancos próximos, en los que se construye la derivación o «tomadero». El agua se infiltra y es extraída luego mediante pozos.

La captación de aguas subterráneas. Los manantiales, las galerías y los pozos.

En Canarias se aprovechan esencialmente aguas de origen subterráneas. Más del 90% de los recursos hidráulicos disponibles en la actualidad provienen del subsuelo.

Los nacientes, fuentes naturales o manantiales nunca fueron abundantes en las islas. Menudeaban hace más de un siglo en algunas —principalmente en Gran Canaria, Tenerife, La Palma y La Gomera precisamente por este orden—, pero con caudales globales más bien modestos.

Por escasas que fueran sus aportaciones, constituyeron la única fuente importante de recursos hidráulicos del Archipiélago hasta que, terciado el siglo XIX, comenzó la apertura primero de galerías y después de pozos. Estas obras, a la par que se constituían en una nueva fuente de recursos hidráulicos, fueron afectando los manantiales originales. Vieron éstos, pues, disminuir en gran manera sus caudales, llegando incluso a desaparecer en muchos casos. Hoy por hoy, en Gran Canaria y Tenerife apenas queda un resto sin importancia de sus antiguos nacientes; en La Palma los hay de cierta entidad, pero unos han disminuido su primitivo caudal y algunos han desaparecido por completo. Sólo en La Gomera la situación se ha mantenido sin variación apreciable a lo largo del tiempo, debido a la escasa importancia de las extracciones de aguas subterráneas en zonas de medianías y de cumbres.



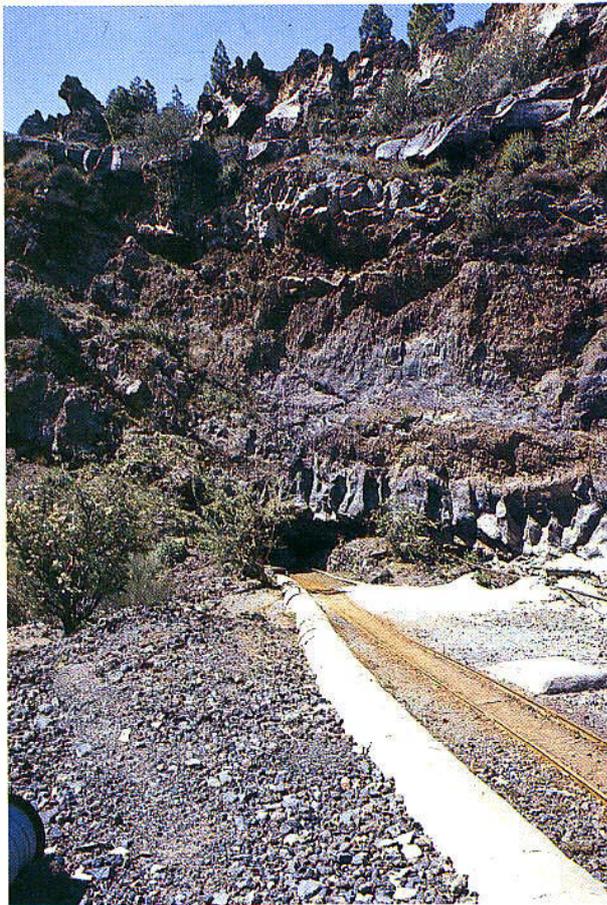
Galería en
Gran Canaria.

Las galerías son las obras de captación de aguas subterráneas con las que se inició la intensa labor de perforación que hoy distingue al Archipiélago. Una galería es un túnel de una sola boca y ligera pendiente con caída hacia ella, a favor de la cual sale el agua de sus alumbramientos. Su sección transversal es reducida, generalmente de menos de dos metros de altura por 1,80 metros de anchura.

Las construyen equipos de tres o cuatro hombres, de los cuales uno queda en bocamina al cuidado de los motores mientras los restantes pe-

netran al interior de la obra. En su extremo —en su frente— se practican unos barrenos cuya explosión permite el avance de la perforación. La maquinaria de bocamina proporciona el aire comprimido y la ventilación que demanda el trabajo.

La labor en el interior de una galería es por lo general peligrosa y extremadamente penosa. Los trabajadores se han de mover en un espacio muy reducido, respirando aire cargado con el polvo de la perforación, viciado por los gases que desprende la dinamita, alumbrados por la escasa luz que dan las lámparas de carburo; y todo ello para realizar un trabajo que exige esfuerzos físicos apreciables. Con todo, su situación aún puede empeorar si, por ejemplo, hay gases en la galería, gases que pueden llegar a hacer irrespirable la atmósfera del interior de la obra.



Boca de galería en Tenerife.

La ejecución de una galería persigue la obtención de alumbramientos. Cuando la perforación llega a una zona saturada, es decir, a un acuífero, el agua brota o cae al interior de la obra. Desde allí sale a superficie a través del canal o la tubería instalados a propósito.

Hay galerías en todas las islas. Sólo en Tenerife se supera el millar de ellas y los 1.500 kilómetros de perforación. Adviértase que esta isla tiene una superficie en poco superior a los 2.000 kilómetros cuadrados y que ni en la zona de Las Cañadas ni en la costera se abren este tipo de

obras, de modo que la de medianías está profusamente perforada, convertida en algunas comarcas en un verdadero acericico.

Su longitud es muy variable. Entre la más larga, (una de Tenerife ronda los 8 kilómetros) y los abundantes socavones de menos de un centenar de metros de longitud que se puede uno tropezar en cualquier barranco de esta misma Isla, hay toda la gama de longitudes intermedias posibles.

Su caudal oscila entre los 250 litros/segundo y el cero absoluto. Existen, desde luego, galerías secas y son infortunadamente muy numerosas. De ellas, algunas tuvieron caudales tiempo atrás, pero sus alumbramientos terminaron por agotarse.

Los pozos del Archipiélago responden a dos tipologías básicas. La primera y más abundantemente representada es la del pozo canario típico. Consiste éste en una perforación vertical de gran diámetro —entre 2 y 3 metros—, que se ejecuta con explosivos, profundizándose con técnica semejante a como se hace avanzar el frente de una galería. En su fondo se pueden abrir galerías horizontales, en ocasiones de longitud superior al kilómetro.

La segunda es la del pozo-sondeo, es decir, la del pozo de pequeño diámetro, inferior por lo general a los 600 milímetros, que se ejecuta mediante maquinaria que perfora el terreno al modo de un sondeo.

Hay pozos en todas las islas. Por su número y magnitud destacan los de Gran Canaria, donde se pueden contar más de 2.000. Sin embargo, el más profundo entre los de tipo canario se está perforando en Tenerife; tiene 560 metros y sigue descendiendo.

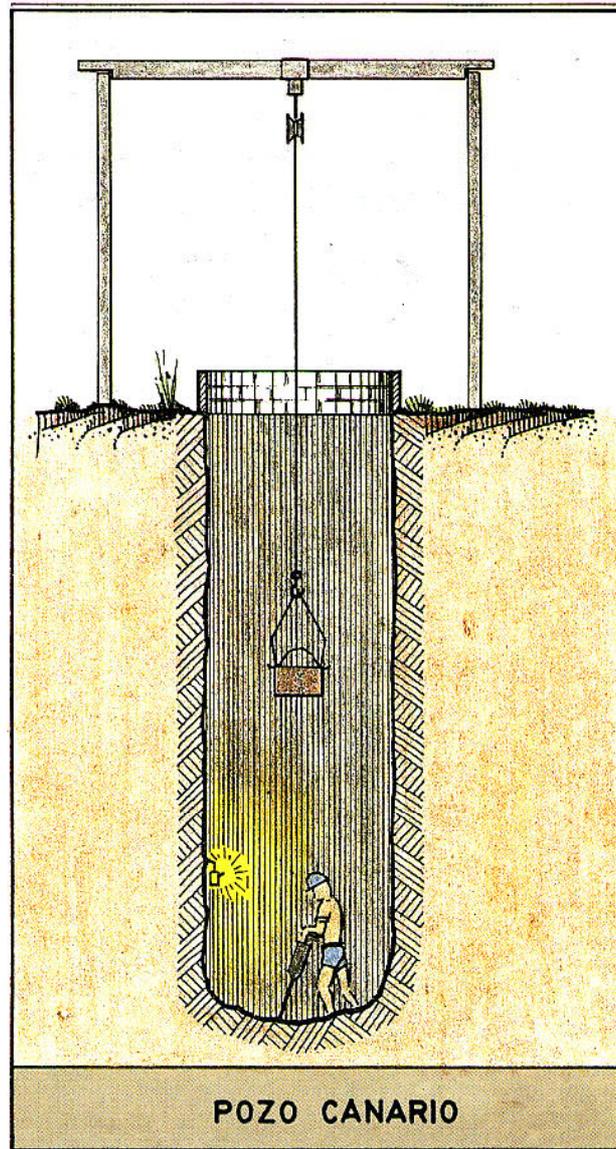
Absoluta o prácticamente secos existen muchos. Con caudales importantes, pocos. El más caudaloso, situado en La Palma, proporciona un caudal próximo a los 200 litros/segundo.

La captación de los recursos y reservas de aguas subterráneas

Volviendo sobre el modelo elemental que presentamos unas páginas atrás, el agua que cae dentro del recipiente representa los recursos del acuífero y la que está contenida dentro del mismo, sus reservas. Pasado un cierto espacio de tiempo desde que se inicia la operación de llenado del recipiente, tiempo necesario para estabilizar el régimen del sistema, el agua entrante es igual a la suma de la que sale por los agujeros del fondo más la que rebosa por su parte superior. Este caudal rebosante, como apuntamos, puede asimilarse al de las fuentes naturales.

Antes de que diera principio la perforación masiva de pozos y galerías, la situación de todas las islas era semejante a ésta del recipiente: los acuíferos se hallaban en equilibrio y el caudal que se infiltraba al interior del terreno equivalía al que salía de él, bien al mar por los acuíferos costeros, bien por los nacientes. Estos existían y daban tanto caudal como lo permitían en cada isla la combinación de las condiciones de permeabilidad, dimensiones insulares y recursos infiltrados.

Si en la pared de aquel recipiente practicamos un orificio —perforamos un pozo o una galería en la realidad—, saldrá agua por él. Es posible



que esta nueva salida sólo traiga como consecuencia la disminución del caudal de rebose. Tal ocurrió en efecto con los primeros pozos y galerías perforados, que originaron fundamentalmente una disminución de los caudales de los nacientes naturales.

Pero si el nuevo agujero es suficientemente grande, o son varios y en número adecuado, cesarán los reboses por encima del recipiente y comenzará a bajar el nivel del agua en su interior. El caudal que sale por estos nuevos orificios comienza siendo uno determinado pero desciende muy rápidamente y se estabiliza. Por un momento, el sistema no estaba en equilibrio y del recipiente salía más agua de la que entraba en él. El exceso de salidas sobre el caudal entrante, se nutría del volumen desalojado al descender el nivel de agua, es decir, de las reservas.

Estos fenómenos reproducen con bastante fidelidad lo que ocurre en un acuífero, sólo que aquí todo se desarrolla con mucha mayor lentitud. De modo que cuando perforamos más y más galerías y pozos, estamos



Nacientes de Marcos en La Palma.

sosteniendo largamente una situación de desequilibrio a costa de disminuir las reservas de aguas subterráneas. Podemos, así, mantener la ilusión de que disponemos de mayores caudales de agua de los que en realidad constituyen nuestros recursos. A la larga, sin embargo, el espejismo se revelará como tal: cuando hayamos esquilado definitivamente los volúmenes de agua almacenados en el subsuelo.

En esta situación de desequilibrio, de explotación de reservas, viven desde hace décadas varias islas: concretamente, en forma principal, Gran Canaria; en mucho, Tenerife; en bastante, La Palma. ¡Adviértase que estas tres islas sostienen más del 90% de la población del Archipiélago!

Es cierto que los hidrólogos no están en condiciones de precisar cuántas reservas se han utilizado y cuántas nos quedan, ni siquiera cuánto tiempo tardarán en agotarse las que nos quedan; pero sí, desde luego, que se están consumiendo a un ritmo preocupante y que al ritmo actual de extracciones el fenómeno se consumará en el plazo de décadas y, en algún caso, tal vez de no muchas.

El proceso de explotación de las reservas tiene su correlato práctico en el fenómeno de agotamiento de los alumbramientos de pozos y galerías. Estos suelen tener caudales muy estables a corto plazo, pues no se ven afectados por el régimen de las lluvias en razón a la gran profundidad de los acuíferos basales; pero a plazos medio y largo tienden irremediablemente al descenso. Los propietarios de pozos y galerías se ven, por tanto, en la precisión de reperfilar continuamente sus obras, para compensar con nuevos alumbramientos el agotamiento de los antiguos.

Todo lo dicho no implica la inexistencia de nacientes o alumbramientos de pozos y galerías con caudales permanentes y estables a largo plazo. Lógicamente, corresponden a acuíferos colgados, por lo que sus caudales suelen ser pequeños.

Ahora bien, se preguntará alguien por el procedimiento de extraer los recursos de nuestros acuíferos basales sin afectar a sus reservas. En el

ejemplo del recipiente, la solución de este problema es evidente: aprovechando los caudales que salen por los orificios inferiores, por los desagües naturales del sistema.

Luego, ¿cuáles son los desagües naturales de nuestros acuíferos basales? Naturalmente, los acuíferos costeros. En éstos, los caudales extraídos lo son a cargo fundamentalmente de los recursos. Sin embargo, la explotación de un acuífero costero no es sencilla. Requiere una operación cuidadosa ya que de otra manera se puede destruir el equilibrio agua dulce-agua salada, cosa que entraña la ruina del acuífero.

Otros procesos para aumentar las disponibilidades de agua

El aprovechamiento directo de la lluvia, la captación de las aguas superficiales y la extracción de las subterráneas constituyen las formas tradicionales conforme a las cuales el hombre se ha beneficiado del líquido elemento.

Empero, el problema de escasez de agua que se cierne sobre amplias regiones del planeta ha valido de acicate a un reciente y masivo desarrollo de otras técnicas de aprovechamiento hidráulico. Unas tienen relación con el ciclo hidrológico; otras, no. En cuanto a las primeras citaremos la reutilización, la recarga artificial y la lluvia artificial; entre las segundas, el transporte de agua y la desalación.

Nos desembarazamos de la mayor parte del agua que utilizamos en nuestros hogares dejándola ir por los desagües de las instalaciones sanitarias (pilas, fregaderos, baños, etc). Desde estos desagües va a parar por lo general a las redes de saneamiento de los pueblos y ciudades, a través de los cuales es conducida fuera de los centros urbanos. Es agua usada y contaminada. Pero existen procedimientos técnicos para depurarla, procedimientos que la despojan de prácticamente todas las sustancias patógenas que haya podido adquirir en nuestras casas; de modo que cabe su utilización en la agricultura, en la limpieza de calles o en el riego de jardines.

Es ésta, en fin, una técnica que permite un doble aprovechamiento de las aguas del ciclo hidrológico: primero, en el abastecimiento urbano y, luego, en el riego. En Canarias se aplica, por el momento, a pequeña escala; en breve plazo, sin embargo, irá ganando importancia, a medida que entren en servicio diversas instalaciones de este tipo, por ahora en fase de proyecto o de construcción.

La recarga artificial prevé la introducción en el subsuelo de aguas de circulación superficial. Se pretende, pues, favorecer la infiltración. Es un procedimiento con razón de ser donde hay abundantes recursos superficiales, —recursos de difícil almacenamiento en embalses clásicos de superficie— y acuíferos donde retenerlos para su posterior captación. La gavia majorera es una especie de recarga artificial de tipo artesanal. A falta de abundantes aguas superficiales, no parece que pueda aplicarse masivamente en el Archipiélago, aunque se halla en fase de estudio su empleo localizado.

La lluvia artificial constituye un ambicioso intento dirigido a modificar

el régimen natural del ciclo hidrológico. Se trata de estimular las lluvias a voluntad del hombre, por medio de la siembra en las nubes de determinados productos químicos. Siembra realizada desde aviones. Innesario es destacar su utilidad en nuestra región, pues podría, por ejemplo, inducirse la caída sobre tierra de las precipitaciones que ahora van directamente al mar. Es una técnica por ahora en fase de investigación de cuya utilidad práctica futura es difícil hacerse una idea.

El transporte del agua consiste precisamente en transportar en buques-tanques o en petroleros adaptados a este objeto grandes volúmenes de agua, recogidos en zonas donde la hay en abundancia. En Canarias se propuso, se ha estudiado o se considera ahora mismo la implantación de diversas «líneas regulares» de transporte de agua con destino a Las Palmas o a algún otro punto de las islas orientales. Los orígenes imaginados son varios: Galicia, Madeira, La Costa de Africa Tropical o La Palma. El procedimiento no tiene ninguna dificultad de tipo técnico pero sí de carácter económico: el agua transportada sale muy cara.



Planta desaladora en Gran Canaria.

La desalación es un procedimiento que consiste en tomar agua del mar para depurarla y quitarle las sustancias salinas que porta. Tal se realiza en instalaciones industriales de costosa construcción y que consumen gran cantidad de energía, de suerte que el agua que suministran es muy cara. Por lo demás, y a salvo de las averías mecánicas, este sistema funciona perfectamente desde hace años en nuestras islas orientales, donde tiene una gran importancia estratégica por depender de él una parte importante de su abastecimiento urbano.

La conducción de aguas

Los nacientes, galerías, embalses, estaciones de desalación... todos ellos en número conjunto de centenares, o de miles en algún caso, proporcionan los recursos hidráulicos utilizados en cada isla. A su vez, el agua se aplica al abastecimiento de gran cantidad de núcleos de población, al riego de innumerables fincas agrícolas y en algunas actividades industriales.

Los puntos de origen del agua y los de su utilización se hallan conectados por redes de conducción de agua, muy desarrolladas y complejas en razón al gran número de unos y otros. Suelen estar constituidas a base de tuberías prefabricadas en las islas orientales y de canales en las occidentales.

Puede suponerse la trascendencia que para el normal desenvolvimiento de la vida de toda y cada una de las islas tiene esta infraestructura de conducción de aguas. Sin miedo a exagerar cabe decir que con la red de carreteras, la de transporte de energía eléctrica y la red telefónica constituye uno de los circuitos arteriales básicos de las mismas. Tal vez, el de mayor importancia estratégica, pues si es imaginable que una comarca permanezca transitoriamente sin servicio telefónico, lo es mucho menos que deje de recibir, aún por espacio de pocos días, su habitual suministro de agua.

Ello no obstante, y muy al contrario que las carreteras, las redes eléctricas o telefónicas, que han sido construidas por órganos o empresas públicas de conformidad con planes que responden a su racionalidad y eficiencia, las de conducción de agua nacieron por obra de la iniciativa de los particulares, que en gran número, descoordinadamente, actuando a su pleno albedrío y sin plan alguno que los rigiera las han ido construyendo en su práctica totalidad.

De suerte que lo sorprendente de tales redes es que funcionen con la relativa eficacia con que lo hacen. Y no se interprete esta afirmación como crítica contra las personas bajo cuya iniciativa se realizaron, que en todo caso cumplieron una misión encomiable, sino como manifestación de un hecho objetivamente no recomendable.

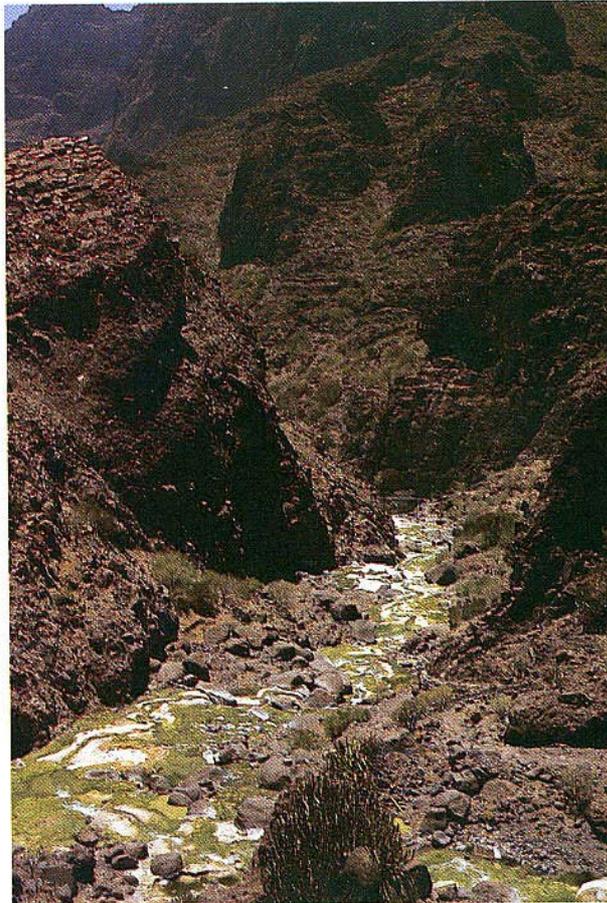
La contaminación de las aguas

En nuestros acuíferos basales —en unos más y en otros menos— se acumulan importantes volúmenes de agua, agua que fluye y se renueva con gran lentitud. Cualquier sustancia infiltrada en el terreno puede acabar contaminándola, hecho tanto menos deseable en cuanto que producida esa contaminación no cabe ya otra solución contra ella que aguardar a la renovación de las masas de agua afectadas, lo cual puede requerir incluso siglos.

Las aguas de precipitación que se infiltran hacia nuestros subsuelos son en general de gran pureza, habida cuenta del escaso nivel de contaminación de la atmósfera canaria. Apenas, sin embargo, tocan tierra co-

mienzan a sufrir un conjunto de transformaciones químicas que alteran profundamente sus cualidades originarias.

Disuelven o incorporan, en primer lugar, sustancias tanto de las capas vegetales como de las formaciones rocosas que atraviesan en su discurrir subterráneo. Incorporan, en segundo lugar, los elementos químicos que les suministra el vulcanismo latente en el Archipiélago.



Depósitos de bicarbonatos producidos por aguas de galería.

Sólo por estos procesos pueden tornarse ya perjudicial para el hombre y aún para los animales y plantas que las ingieran o absorban, es decir, pueden resultar inutilizables en el abastecimiento o la agricultura. Así, hay aguas fuertemente bicarbonatadas como las hay cloruradas o afectadas por elementos químicos poco frecuentes; tal el flúor, que perjudica importantes caudales del norte de Tenerife. Pero tales fenómenos son naturales y caen fuera de nuestra capacidad de actuación y en gran manera de nuestro conocimiento, que en verdad está muy lejos de comprenderlos en la debida precisión.

Por más, sin embargo, que se perjudiquen nuestras aguas a raíz de tales fenómenos naturales, fenómenos que llegan a convertir en inservibles las de algunas zonas, todavía y en su mayor parte conservan cualidades excelentes o aceptables cuando no han sufrido procesos de contaminación humana.

Tiene ésta origen en las zonas de medianías y de costa, donde se encuentra, por lo regular, la población y su actividad económica. La agricultura constituye la primera fuente de contaminación por efecto de las sustancias de todo tipo (abonos y plaguicidas, especialmente) que necesita incorporar al suelo, desde el cual pasan al subsuelo disueltas en las aguas de lluvia o de riego que se infiltran.

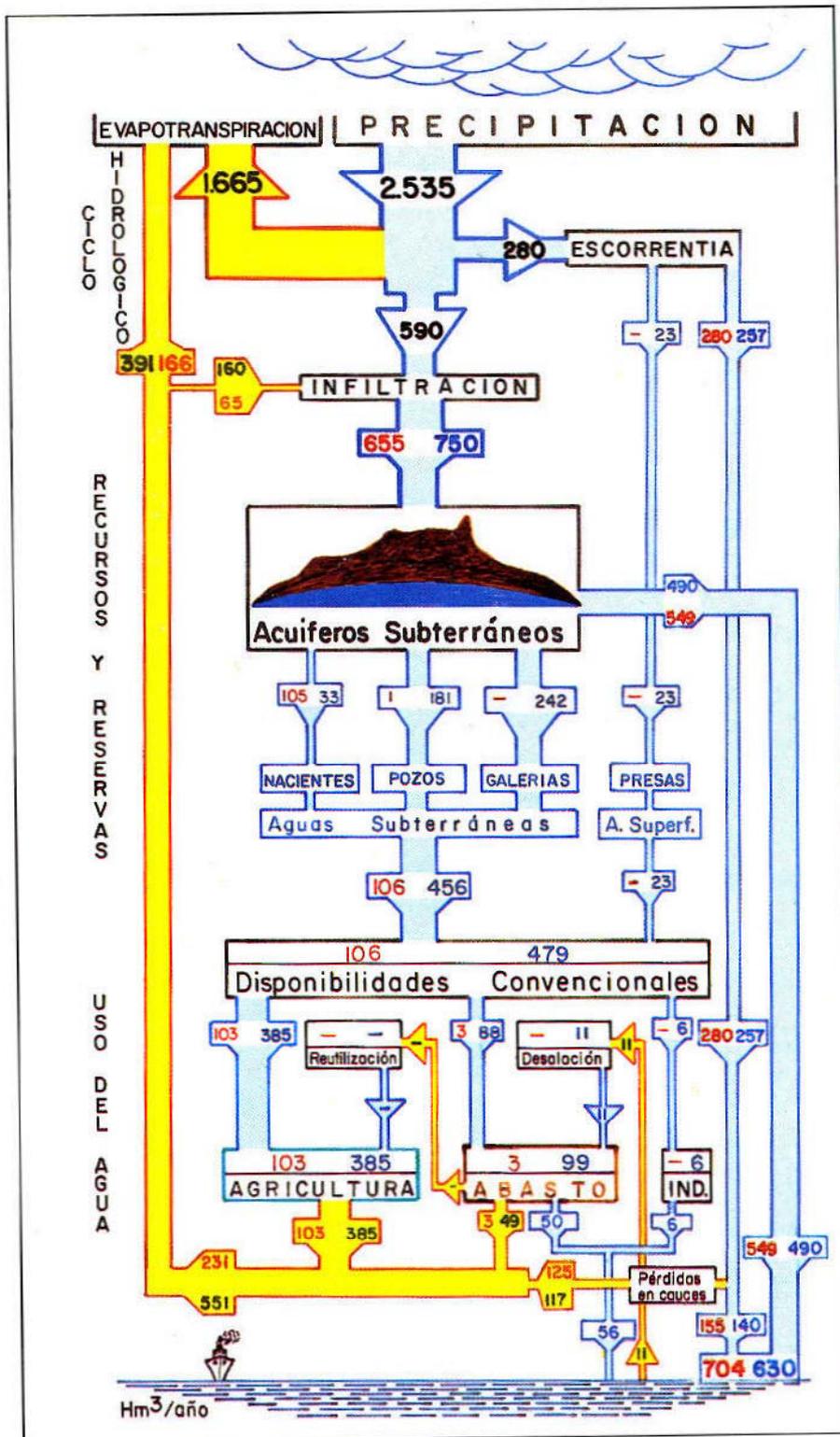
La segunda está constituida por los residuos humanos de las ciudades y en especial por las aguas negras —sobre todo si no existen redes de saneamiento—, a las que cabe sumar principalmente los vertederos de basuras. Aunque la contaminación urbana introduce globalmente menos carga contaminante que la agricultura, sus efectos pueden ser más dañinos ya que en general se concentra más en el espacio.

Hay, en fin, una última fuente de contaminación: la de origen marino inducida por la explotación incorrecta de los acuíferos costeros.

Sobre el mapa de una isla, pues, la situación típica de los fenómenos de contaminación responden a este modelo general: se presenta un anillo exterior en cuyas aguas subterráneas está concentrada la carga contaminante debida a todos los posibles focos presentes en la Isla, pero en el cual resalta especialmente la contaminación marina. Un segundo anillo, interior a este primero exhibe los signos de la contaminación urbana agrícola. Por último, un núcleo, bajo al zona central de la isla, es de aguas naturales, sin contaminación humana.

Es evidente, pues, que en virtud del régimen de circulación de las aguas subterráneas —desde el centro de cada isla hacia su costa— una fuente de contaminación será potencialmente tanto más peligrosa cuanto más al centro de la isla se sitúe.

Desde este punto de vista tenemos suerte, pues la actividad humana tiende en nuestro Archipiélago a desplazarse cada vez con más fuerza hacia las regiones costeras.



LA CIRCULACION DE LAS AGUAS CANARIAS

El esquema adjunto pretende reflejar en forma sintética los distintos flujos a que se ven sometidas las aguas del Archipiélago. Se observará que dentro del gráfico hay dos familias de cifras (todas las cuales expresan caudales medidos en $\text{Hm}^3/\text{año}$): unas en rojo que se refieren a los caudales en 1830 y otras en negro, alusivas a los de 1980. Con ellas se pretende dar idea de la profunda alteración que ha sufrido el régimen natural de nuestras aguas —al cual respondían prácticamente las de aquel lejano año en 1830— por efecto de la explotación a que se han ido viendo sometidas en el transcurso del último siglo y medio de historia canaria.

El gráfico se inicia por su parte superior donde están representados los términos del ciclo hidrológico: la lluvia que se transforma en escorrentía superficial, infiltración o evapotranspiración.

Las aguas infiltradas se acumulan en los acuíferos subterráneos; desde ellos pueden ir a parar al mar circulando bajo tierra o bien salir de nuevo a superficie manando por cualquiera de los manantiales, pozos o galerías que tanto abundan en la región. Obsérvese, no obstante, que el agua entra en los acuíferos es en la actualidad inferior a la que sale, desequilibrio expresivo de la explotación de reservas subterráneas que sufren nuestros acuíferos.

Las disponibilidades convencionales de agua suman los caudales provenientes de las aguas subterráneas y de las superficiales. Las disponibilidades no convencionales tienen su origen en la desalación y en la reutilización; de este último tipo no existe todavía ninguna instalación en servicio dentro del Archipiélago, aunque sí en construcción.

Las disponibilidades de agua se destinan principalmente a la agricultura, y en menor proporción al abastecimiento urbano y a la industria. Parte de las aguas aplicadas a estos usos vuelven a los acuíferos al infiltrarse en pozos negros o al emplearse en el regadío. Asimismo, en los cauces se produce también la infiltración de las aguas que circulan por ellos.

Naturalmente, las aguas aplicadas a tales usos sufren también el fenómeno de la evapotranspiración, sumándose a las que vuelven a la atmósfera tras su precipitación.

IV. LA POLÍTICA DE AGUAS

El del agua es un problema que oscurece ciertamente el panorama económico del Archipiélago. Pero no tiene por qué constituir un lastre definitivo de sus posibilidades de desarrollo. Hay regiones —en España, la cuenca costero catalana, por ejemplo— cuya población dispone de menos recursos hidráulicos «per cápita» que la canaria, lo cual no obsta para que sostengan sociedades más ricas y adelantadas que la nuestra.

Se trata, pues, de adaptar la economía del Archipiélago a sus recursos hidráulicos, de utilizar éstos con moderación y eficacia, de evitar el despilfarro de agua.

Cada canario tiene algo que hacer respecto a estos objetivos.

Pero está claro que las acciones más importantes escapan a las posibilidades de la actuación individual; corresponden a problemas colectivos y colectivamente deben resolverse. El problema del agua es, por lo tanto, un problema político.

La eficacia en la utilización del agua y la equidad de su distribución

A la política de aguas corresponde un objetivo de primer orden: conseguir el uso más eficaz posible de nuestros escasos recursos hidráulicos.

La agricultura es el sector económico que más agua consume: casi el 75% de las disponibilidades hidráulicas del Archipiélago se emplean en el regadío. La reforma y modernización de las estructuras de riego constituye, por tanto, el medio más importante en orden a adaptar nuestra economía a sus disponibilidades de agua. La mejora de las redes urbanas de distribución de agua, donde en algún caso se producen importantes pérdidas de caudales, es el instrumento complementario más significativo.

Pero una política de aguas canaria no debe agotarse en objetivos de eficacia. El agua, por su escasez y carestía en las islas, representa un importante factor de riqueza. Lograr una equitativa distribución del mismo, de sus frutos y beneficios, es un objetivo a considerar, cualquiera que sea la posición ideológica desde la que se contemplan nuestros problemas de aguas.

Hablar de la equitativa distribución de nuestros recursos hidrológicos supone hacer referencia global a tres problemas diferentes:

—La equidad de la distribución entre las personas, pues el agua debe beneficiar a todos los ciudadanos.

—La equidad de la distribución entre las islas, en tanto lo permitan las muy diferentes condiciones naturales de cada una.

—La equidad de la distribución entre generaciones, dado que la explotación de reservas comporta el aprovechamiento de aguas que detraemos de las riquezas naturales a disposición de nuestros descendientes.

La Ley de Aguas

Del aprovechamiento de nuestras aguas nacen derechos y deberes; se derivan obligaciones del Gobierno de Canarias y de los ciudadanos, derechos de éstos con respecto a aquél; facultades o competencias del mismo Gobierno en relación con la administración de nuestros caudales.

El marco donde se regulan tales materias es la Ley de Aguas. La Ley de Aguas es además el principal instrumento de la política de aguas, en tanto facilita los medios legales de acción que precisa el gobierno para actuar consecuentemente con los objetivos recién aludidos.

Las materias de aguas corresponden a la plena competencia de la Comunidad Autónoma. Las disposiciones legales que puedan dictarse en el futuro en asunto de aguas canarias deberán ser aprobadas, pues, por el Parlamento de Canarias.

La planificación hidráulica

Los problemas hidráulicos del Archipiélago afectan a diversos órganos y entes administrativos; al Gobierno de Canarias en varias de sus Consejerías, a los Cabildos y Ayuntamientos, etc. Dichos problemas deben considerarse, además, en su relación con los distintos sectores de la actividad económica. Influyen, por último, sobre los intereses de innumerables ciudadanos.

De modo que al diseñarse una política de agua ha de considerarse un cúmulo enorme de circunstancias, intereses, aspectos y visiones del problema. Combinar todos ellos constituye el objeto de la planificación hidráulica.

Un plan hidráulico es, pues, el medio de que se vale la Administración para poner en pie una determinada política de aguas, de suerte que contenga los debidos elementos de coordinación y previsión en relación con la actuación de todos los que de una manera u otra influyen o se ven influidos por dicha política.

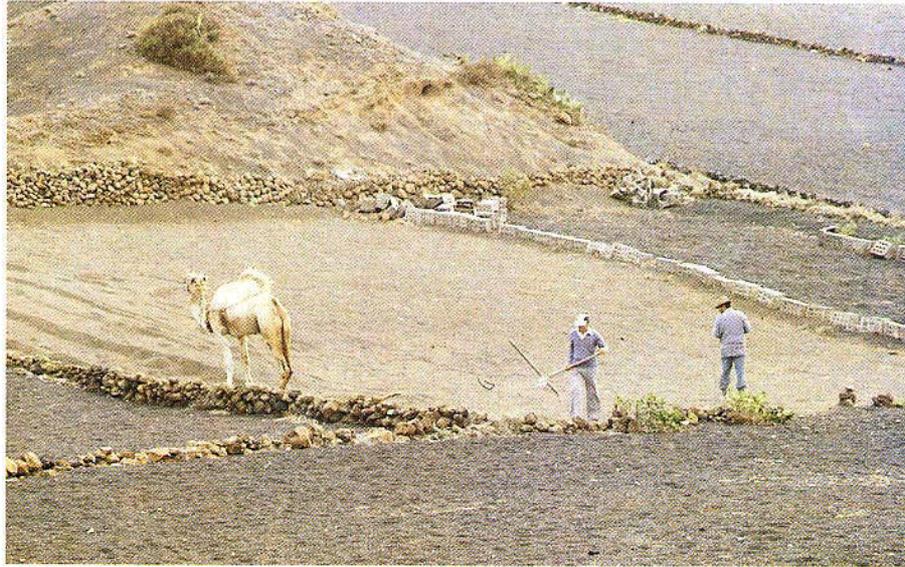
V. EL PROBLEMA ISLA A ISLA

Quedó dicho que hay menos un problema de aguas en Canarias que siete problemas hidráulicos diferentes, cada uno hijo de su isla, de sus particulares circunstancias y condiciones.

Lo cual no significa que a la pobreza en aguas de unas islas quepa oponer la riqueza de otras. El agua escasea en todas o es, a lo menos, costosa de obtener.

Pero, eso sí, los matices de cada situación divergen grandemente. Por precipitaciones, geología, técnicas de aprovechamiento y demás peculiaridades, cada isla es un caso.

Poco se ha referido, en consecuencia, de las aguas canarias cuando no se presentan los problemas uno a uno. Veámoslos.



LANZAROTE

Superficie y población

Tiene una extensión superficial de 796 kilómetros cuadrados. Con el grupo de pequeñas islas de sus proximidades, que le están adscritas administrativamente (Graciosa y Alegranza, de modo principal), su superficie se amplía a 836 kilómetros cuadrados.

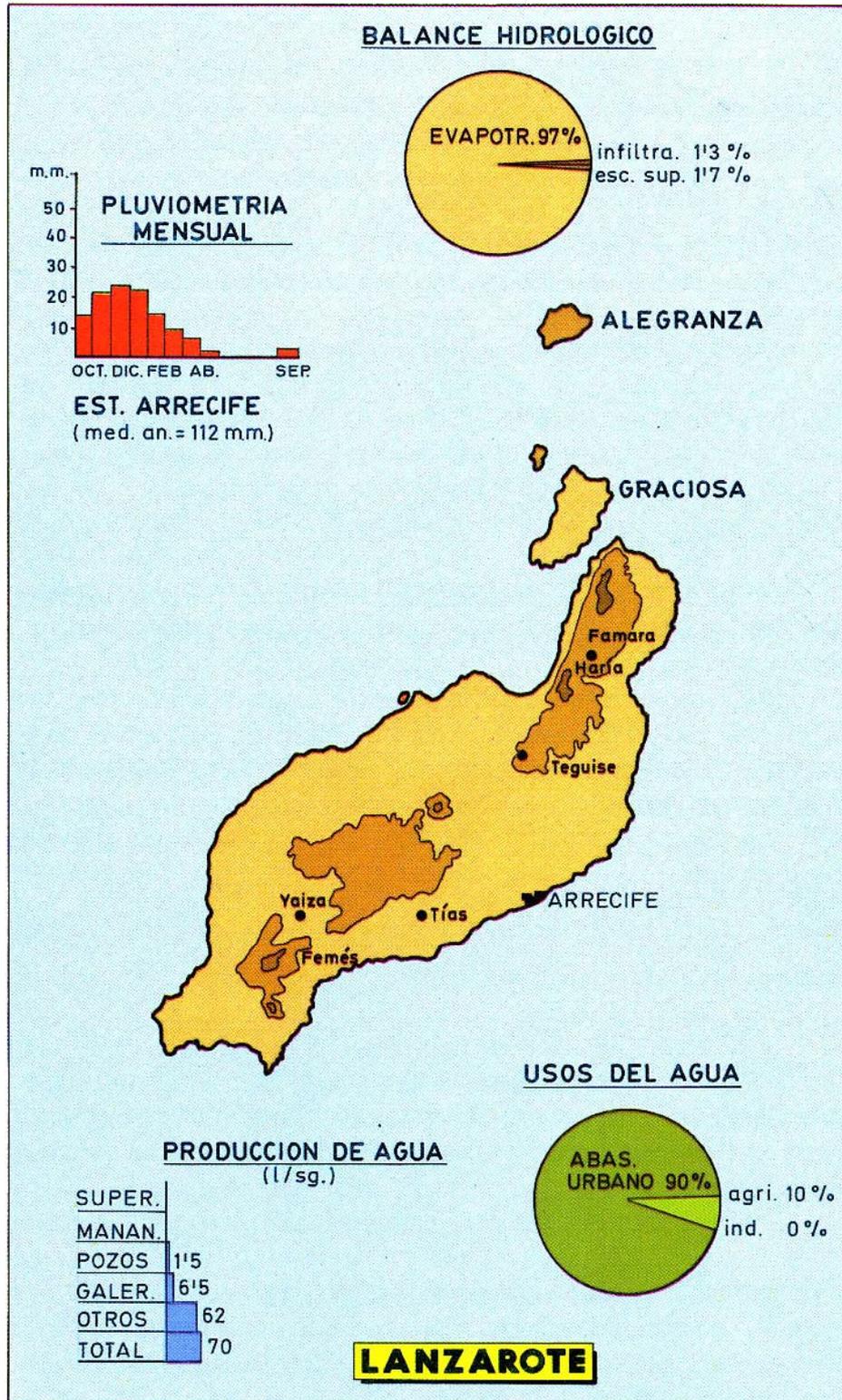
Es la isla de relieve más plano del Archipiélago. Su mayor altura no supera los 680 metros sobre el nivel del mar. Para lo que suele ser común en la región, dominan en ella las llanuras de cota baja.

En 1981 acogía una población de 53.716 habitantes, de los cuales más de la mitad residían en su capital, Arrecife. La población crece rápidamente al calor de las oportunidades económicas que ofrece el turismo, que ha conocido un espectacular crecimiento desde comienzo de la década de los 70. La pesca es el segundo sector económico en importancia, aunque ha sufrido diversas alternativas conectadas con la situación política del banco Canario-Sahariano.

La agricultura es en su totalidad de secano, y practicada con la ayuda de la técnica de los enarenados. Se cultiva viña, cebolla y tabaco, principalmente.

Suelo y subsuelo

La geología de Lanzarote está caracterizada por la presencia de varias formaciones (Series I, II, III y IV) en las que dominan las coladas de basaltos. No son escasos, sin embargo, los depósitos piroclásticos y los diques. En superficie, abundan los malpaíses.



Suelo y subsuelo son en general relativamente permeables, y tanto más cuanto más reciente es la formación geológica que se considere, es decir, la permeabilidad crece a medida que aumenta el ordinal de la respectiva serie. De todas formas, el fenómeno de la permeabilidad está muy afectado por la presencia de diques y diversas otras circunstancias.

Su vegetación es la propia de una región desértica. Prescindiendo de las palmeras de la zona de Haría y de algunas higueras de poca altura, no hay árboles.

Precipitaciones y balance

El módulo anual de la precipitación media insular es de 140 milímetros. Las lluvias se producen esencialmente durante los meses de Noviembre a Enero, por lo general en forma de aguaceros torrenciales. Son más abundantes en torno a los macizos montañosos de Famara y Femés.

De los 140 milímetros precipitados, 2,5 milímetros constituyen la esorrentía superficial y 2 la subterránea. El resto vuelve a la atmósfera por efecto de la evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

La red de barrancos está muy poco desarrollada. Salvo casos aislados, sólo en Famara y Femés hay cauces excavados hasta su desembocadura en el mar.

Las aguas esporádicas de algunos pequeños barrancos se conducen a depósitos especiales (maretas) donde se almacenan. Este tipo de aprovechamiento produce escasos recursos, apenas 40.000 ó 50.000 metros cúbicos en un año normal. Hay algunas gavías de pequeña magnitud.

Sólo existe un embalse, el de Mala, siendo prácticamente imposible construir otros.

Acuíferos

Hay un acuífero basal de poca importancia que se extiende bajo toda la isla. Por lo general, apenas supera el nivel del mar, pero en Famara y Femés, las comarcas más lluviosas y con mayor infiltración, se eleva hasta los 150 metros sobre el nivel del mar, en el primer caso, y hasta los 75, en el segundo.

Los volúmenes de agua almacenados son, por consiguiente, escasos. Además, el agua suele ser salobre en razón a la aridez del clima y a que el largo espacio de tiempo que permanece en el acuífero en contacto con el terreno le hace disolver buena cantidad de sustancias minerales.

No hay acuíferos colgados, salvo los que producen algunos rezumes muy escasos en el macizo de Famara.

El agua se extrae con un centenar de pozos repartidos por toda la isla, aunque se concentran mayormente en las estribaciones orientales del macizo de Famara y zonas próximas. Uno a uno, proporcionan caudales ínfimos y en conjunto un valor estimado en los 2 litros/segundo.

Se han perforado cuatro galerías en el macizo de Famara con las cuales se explotan las reservas subterráneas acumuladas bajo él. Dan un caudal de 15 litros/segundo de agua bastante salina.

Otros recursos hidráulicos

La desalación es actualmente la fuente más importante de agua potable urbana. Por el momento se producen unos 70 litros/segundo.

El problema del agua en Lanzarote

Lanzarote es la isla más seca del Archipiélago. Sus recursos de agua son muy escasos y apenas explotables. Por el momento, no existe otro procedimiento para aumentar los caudales disponibles en la isla que no sea la desalación. La construcción de nuevas plantas y la reforma de las actuales, más la reutilización de las aguas desalinizadas tras su paso por los abastecimientos urbanos, constituye la única perspectiva cierta.



FUERTEVENTURA

Superficie y población

La isla de Fuerteventura es la segunda en extensión del Archipiélago (1.725 Km²) y la más cercana al Continente Africano. Su relieve es relativamente llano para lo que es frecuente en la orografía canaria. Culmina en el pico de la Zarza (807 m.). El censo de 1981 le adjudica una población de 30.452 habitantes de hecho.

La principal actividad económica de la isla es la industria turística, que está conociendo un gran desarrollo merced a la atracción que suponen sus playas, las mejores y más extensas de la región.

Su agricultura es principalmente de secano, aunque hay del orden de 600 has. bajo riego. Se cultiva principalmente tomate y alfalfa en el regadío y cereales en el secano.

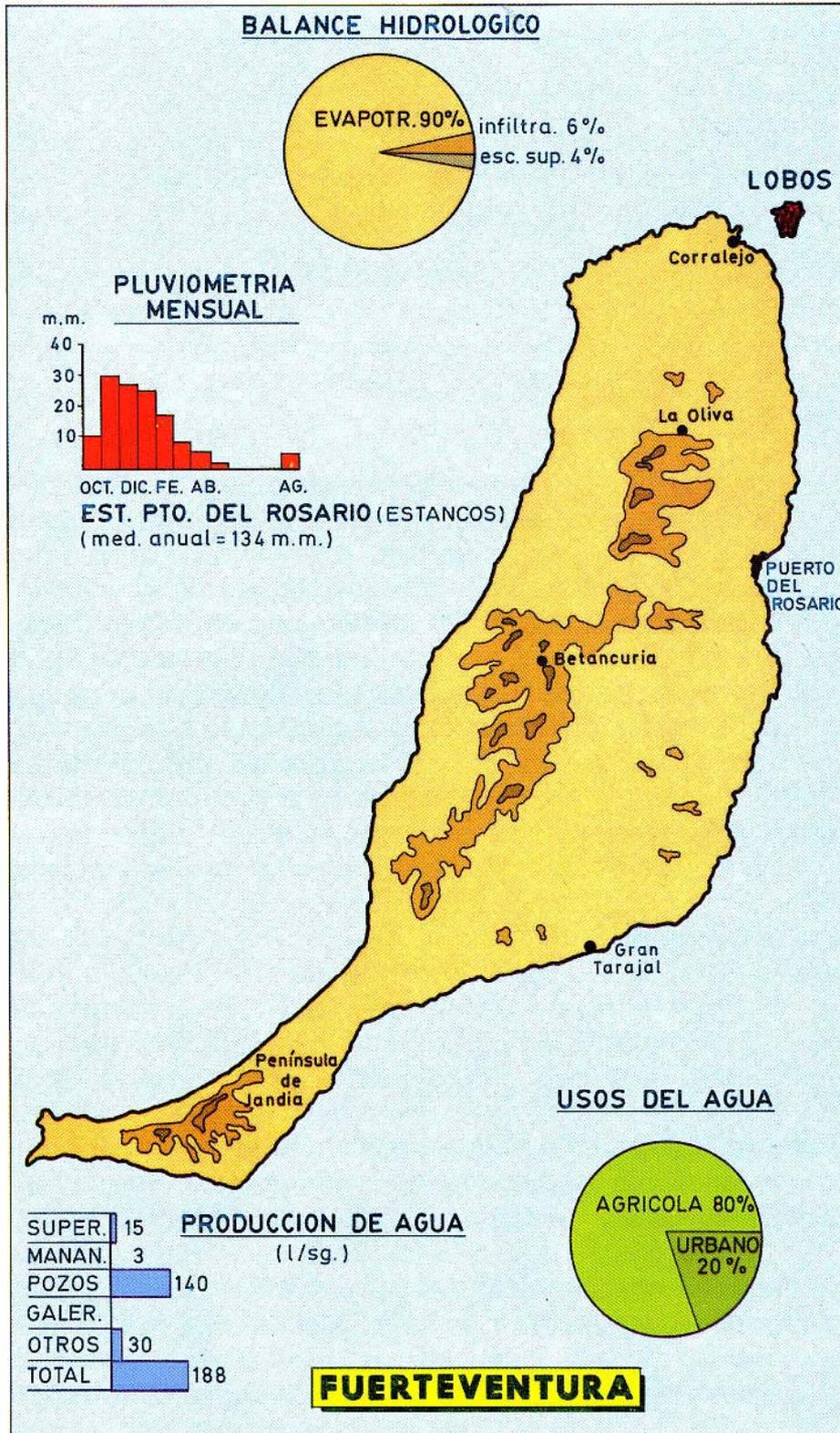
Suelo y Subsuelo

El núcleo geológico de la isla lo constituye el complejo basal, probablemente la formación más antigua de Canarias; aflora en el macizo de Betancuria. Encima de él se disponen sucesivas capas de las series basálticas I, II, III y IV. El complejo basal y la serie I están profusamente inyectados de diques.

La mayor parte de la superficie insular está cubierta por una costra calcárea denominada caliche, cuyo espesor oscila entre 20 y 50 centímetros. Esta capa impermeabiliza el suelo, de modo que la infiltración se produce fundamentalmente en los cauces de los barrancos principales donde la erosión la ha eliminado.

Precipitación y balance

La precipitación media insular asciende a unos 105 milímetro/año. La zona más lluviosa es el macizo de Betancuria (200 mm/año). Las precipitaciones suelen ser de carácter torrencial y muy variables de un año para otro.



De los 105 milímetros precipitados anualmente, 4 milímetros constituyen la escorrentía superficial y 6 la escorrentía subterránea. El resto vuelve a la atmósfera por efecto de la evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

Durante el invierno, los barrancos suelen llevar agua al mar. De cara al aprovechamiento de estas aportaciones, el problema es la gran cantidad de sedimentos que arrastran las aguas de escorrentía, aguas que acaban colmatando en pocos años los embalses donde se depositan. Ello sucedió con el de Las Peñitas, uno de los más importantes de la isla.

Las gavías son muy numerosas y constituyen una alternativa al aprovechamiento de aguas superficiales mediante embalses. En conjunto, sin embargo, entre gavías y embalses no se suele aprovechar más allá de 1 hm³/año.

Acuíferos

Los acuíferos se forman principalmente en los basaltos de la serie I y en los depósitos acumulados en los cauces de los barrancos. El flujo del agua en el interior del terreno tiene lugar preferentemente en las capas superiores de dichos basaltos. En profundidad, el agua circula tan lentamente que se acaba mineralizando debido a su largo contacto con las rocas.

Las fuentes naturales resultan muy poco frecuentes y de escasos caudales. Los pozos, por el contrario, son numerosísimos, pues los hay en una cantidad superior a los dos mil, pero son siempre de muy escasas aportaciones. Existen algunas pequeñas galerías prácticamente secas, salvo una en Jandía que proporciona un corto caudal.

Otros recursos hidráulicos

En Puerto del Rosario, Gran Tarajal y Morro Jable, el suministro de agua potable se garantiza mediante plantas de desalación de aguas del mar. Diversas instalaciones turísticas cuentan con pequeñas plantas de este tipo para su aprovisionamiento de caudales.

El problema del agua en Fuerteventura

Aunque es posible mejorar el actual aprovechamiento de los recursos superficiales y subterráneos de la isla, no cabe duda de que en Fuerteventura sólo es posible pensar en un incremento significativo de los caudales de agua disponible mediante la construcción de nuevas plantas de desalación.



GRAN CANARIA

Superficie y población

Gran Canaria tiene una extensión superficial de 1.558 km² y forma apreciablemente cónica que culmina en el Pozo de Las Nieves, a 1.949 metros sobre el nivel del mar.

Es la isla más poblada del Archipiélago. Según el censo de 1981 acoge a 672.716 habitantes, que se concentran principalmente en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, donde reside más del 60% de la población.

La actividad económica de la isla está centrada en el sector terciario, especialmente en el turismo y en el comercio. La agricultura de regadío, que conoció tiempos mejores, atraviesa múltiples dificultades en razón a la escasez de agua. Se cultiva el tomate, el plátano, la papa y los frutos de invernadero. En total, en 1980 había unas 12.000 has. bajo riego.

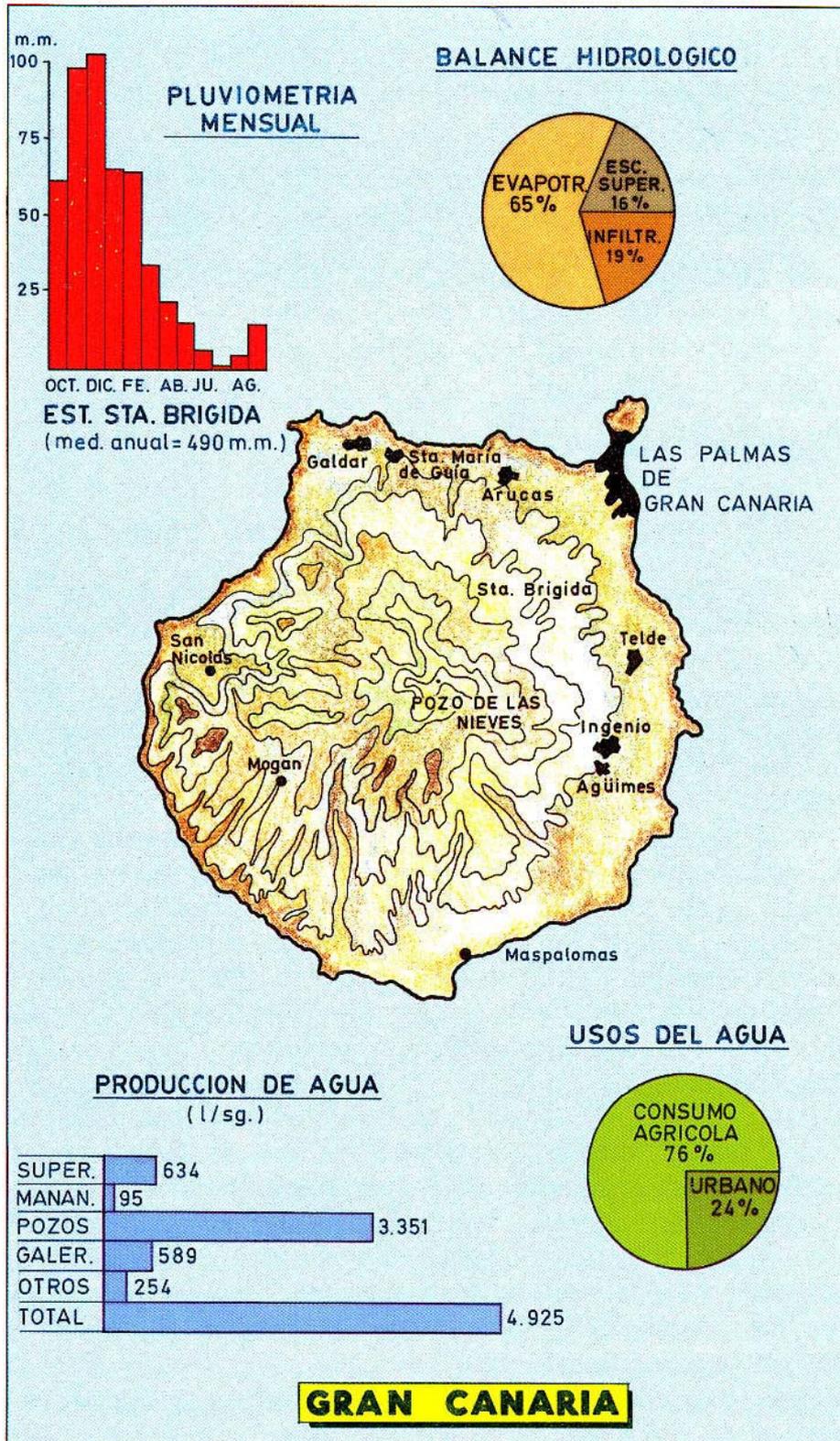
Suelo y Subsuelo

El substrato geológico grancanario es el resultado de cuatro ciclos eruptivos sucesivos, separados entre sí por intensos períodos de erosión. El primero dio lugar a un gran apilamiento de más de 1.000 metros de espesor de coladas basálticas delgadas entremezcladas con depósitos piroclásticos. Encima de él se han dispuesto dos ciclos alcalinos que incluyen depósitos traquítico-sieníticos, fonolíticos, basálticos, etc. El último fue otra vez de naturaleza basáltica.

En la mitad SO de la isla afloran los materiales geológicos más antiguos: los basaltos del primer ciclo eruptivo y las series traquíticas y fono-

líticas del segundo, la mitad NE está cubierta por los productos volcánicos más modernos.

Los mejores suelos se han desarrollado en la vertiente norte, en razón a la mayor humedad reinante. En la zona sur, los suelos son apenas incipientes. La corona comprendida entre los 1.500 y los 800 metros



sobre el nivel del mar, y algo más abajo en la vertiente sur, sustenta bosques de pinos, especialmente de pino canario. A mayores altitudes sólo subsiste vegetación de alta montaña, como retamas, codesos, escobones, etc.

De los 300 mm/año precipitados, 48 constituyen la escorrentía superficial, 57 la infiltrada y el resto se pierde por efecto de la evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

Gran Canaria es posiblemente la isla del Archipiélago con condiciones más favorables para el aprovechamiento de sus aguas superficiales merced a la relativa impermeabilidad de sus suelos. Se realiza a partir de tomas directas de los barrancos o bien mediante presas. El número de éstas construidas en la isla es muy elevado; actualmente debe rondar la cifra de 65, con una capacidad de almacenamiento conjunto próximo a los 80 hm³. Sin embargo, los volúmenes de aguas aprovechadas son pequeños, pues no deben superarse los 10 hm³/año.

Acuíferos

Por regla general, las formaciones geológicas de Gran Canaria resultan tanto más permeables cuanto más modernas son. A efectos de considerar el comportamiento de las aguas subterráneas, la isla puede suponerse dividida en dos mitades: en la del SO afloran los materiales más antiguos y es relativamente impermeable; en la del NE ocurre todo lo contrario.

El agua infiltrada se deposita en un gran acuífero basal cuya superficie superior tiene forma semejante a una campana. Sus puntos altos, situados bajo el centro de la isla, podían alcanzar hace 10 ó 15 años los 1.400 metros sobre el nivel del mar. A consecuencia de la intensa explotación de las reservas de aguas acumuladas en el subsuelo, estos niveles descienden apreciablemente de año en año.

Antaño hubo gran cantidad de manantiales que fueron desapareciendo a consecuencia del descenso de niveles provocado por pozos y galerías. Antes de que comenzaran los trabajos de perforación, podían proporcionar del orden de 50 hm³/año. Hoy en día quedan pocos y de pequeño caudal, los cuales aportan menos de 3 hm³/año.

Las galerías existentes en la isla son unas 340 con una longitud perforada de cerca de 180 km. y suministran del orden de 20 hm³/año.

El aprovechamiento fundamental de las aguas subterráneas se lleva a cabo mediante pozos, de los cuales existen más de 2.000. Cerca de la mitad son improductivos. En conjunto proporcionan alrededor de 105 hm³/año. En la mayoría de los casos se han construido al modo de los pozos canarios típicos.

La explotación de las aguas subterráneas grancanarias es muy intensa; de hecho, se extrae un volumen de agua superior al que se infiltra. Ello implica que una buena parte de las extracciones se producen a costa de disminuir los volúmenes de aguas almacenadas en el subsuelo, provocando un continuo descenso de los niveles freáticos. De modo que la mayoría de los pozos productivos deben reperforarse continuamente si se quiere que mantengan sus caudales.

En los acuíferos costeros del sureste, las excesivas extracciones han originado intensos procesos de intrusión marina, a resultas de los cuales las aguas que se aprovechan suelen estar muy salinizadas.

Otros recursos hidráulicos

El suministro de agua potable a Las Palmas de Gran Canaria no puede garantizarse si no es mediante el recurso de las plantas de desalación. Hay en la actualidad dos en servicio que aportan del orden de 8 hm³/año. En funcionamiento hay también una en el sur de la isla que se suministra con caudales de pozos salinizados.

El problema del agua en Gran Canaria

Quizás sea Gran Canaria la isla del Archipiélago de situación más comprometida por lo que se refiere al futuro de sus recursos hidráulicos. Es, en efecto, la isla donde en mayor medida se explotan reservas subterráneas y donde éstas se agotan más rápidamente. La clave de su problema no es que disponga hoy de más o menos agua sino que sus caudales de origen subterráneo soportan una clara tendencia a la disminución en virtud del agotamiento de aquellas reservas. La cuestión es, pues, promover cualquier procedimiento no convencional (reutilización, desalación, recarga, etc.) de producción de agua en cuanto resulte mínimamente viable desde el punto de vista técnico o económico. Paralelamente, será preciso mejorar mucho las técnicas de captación de las aguas subterráneas al tiempo que se procura emplear los recursos disponibles con cuidado y eficacia exquisitos, por ver de ahorrar unos caudales que son cada vez más costosos de producir.



TENERIFE

Superficie y población

Tenerife, con sus 2.058 kilómetros cuadrados de superficie, es la isla más extensa del Archipiélago. Su mayor altura es el Pico del Teide que culmina a los 3.718 metros sobre el nivel del mar. En el centro de la isla y hacia los 2.000 metros sobre el nivel del mar se abre una amplia depresión semicircular —Las Cañadas— de 20 kilómetros de diámetro, flanqueada al sur por fuertes escarpes, donde hunde sus raíces el volcán del Teide.

Tiene una población de 590.963 habitantes, algo más de la mitad de los cuales reside en la conurbación Santa Cruz-La Laguna, distribuyéndose el resto principalmente en el norte de la isla. Últimamente ha surgido un polo de atracción poblacional en el vértice sur, al socaire de su extraordinario desarrollo turístico.

La economía de la isla está dominada por el sector terciario, especialmente por las actividades relacionadas con el turismo. La agricultura representa todavía, sin embargo, un sector productivo importante. En 1980 había 24.000 has. bajo riego.

Suelo y subsuelo

La geología de Tenerife es el resultado de una actividad volcánica que ha funcionado con interrupciones más o menos largas desde el Mioceno hasta nuestros días. Las apilaciones de lavas, piroclastos y otros productos volcánicos fueron formando un relieve muy duro, un relieve que en épocas de inactividad volcánica era parcialmente desmontado por la erosión.

Los materiales emitidos desde el subsuelo se suelen ordenar en di-

La serie basáltica I es la más impermeable. Aflora sólo en los macizos de Anaga y Teno, formados íntegramente por coladas y piroclastos de esta formación. La superficie correspondiente al núcleo central de la isla está formada por afloramiento de materiales de la serie basáltica II y de series más modernas. Es francamente permeable.

Precipitación y balance

La precipitación media insular es de 450 mm/año. Es más húmeda la vertiente norte donde se alcanzan los máximos de la pluviometría insular, con medias anuales superiores a los 1.000 mm. en las cumbres de Santa Ursula y La Victoria de Acentejo. La costa sur es muy seca; en pocos sitios los módulos pluviométricos anuales sobrepasan los 200 mm/año.

De los 450 mm/año precipitados, 22 mm/año escurren superficialmente. 135 se infiltran y el resto vuelve a la atmósfera por efecto de la evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

Debido a la alta permeabilidad de sus suelos, y salvando las zonas de Anaga y Teno, Tenerife ofrece condiciones muy poco favorables para la construcción de embalses. En realidad, los pocos que hay ejecutados o en ejecución o se han proyectado previendo la impermeabilización total de su superficie o ésta deberá ejecutarse a pesar de no haberse previsto inicialmente.

Para almacenar las aguas que sobran de las galerías en épocas invernales, cuando no es menester el riego, la iniciativa privada ha construido gran cantidad de estanques, algunos de grandes dimensiones. La iniciativa pública, por su parte, lleva a cabo el Plan de Balsas del Norte de Tenerife, de acuerdo con el cual se están ejecutando un buen número de balsas de tamaño medio (entre 800.000 y 100.000 m³ de capacidad) con las cuales se aprovecharán prácticamente los excedentes invernales de toda la vertiente norte.

Acuíferos

Las aguas subterráneas de Tenerife se disponen principalmente en un gran acuífero basal que culmina bajo el centro de la isla en cotas próximas a los 2.000 metros sobre el nivel del mar.

El agua de este acuífero se capta mediante galerías emplazadas en zonas de medianía y de cumbre. El número de las ejecutadas en la isla supera el millar, con más de 1.500 kilómetros perforados y caudales de cerca de 180 hm³/año. Al construirse estas galerías se secaron parte de los antiguos manantiales de la isla, que realmente nunca fueron caudalosos, pues en su origen aportarían poco más de 20 hm³/año.

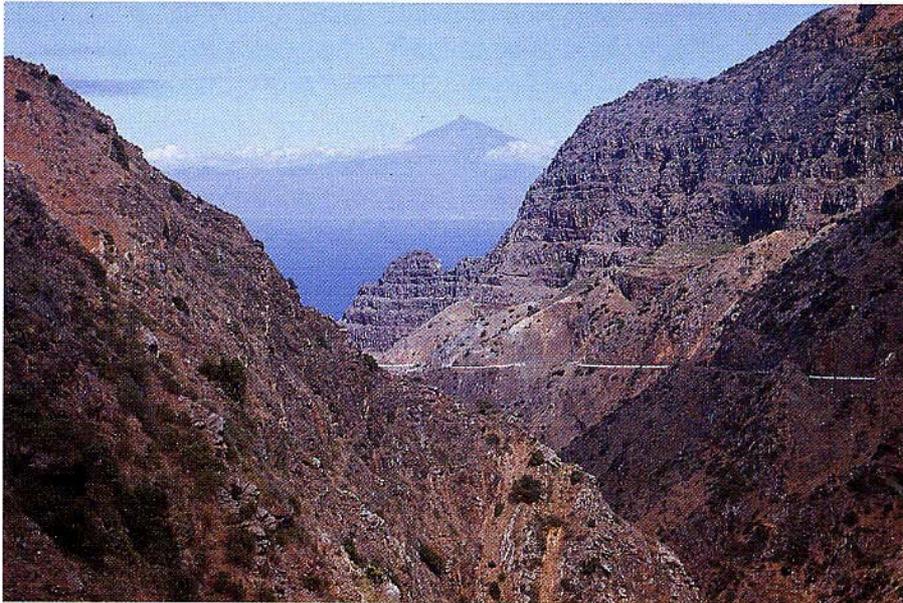
Las galerías explotan principalmente reservas de aguas subterráneas, de modo que sus aportaciones tienden al agotamiento, por lo que deben reperforarse continuamente para mantener el caudal de sus alumbramientos. Hace cosa de 25 años comenzó lo que pronto sería una intensa explotación de los acuíferos costeros mediante pozos. En realidad, las disponibilidades de aguas de la isla se han mantenido estables durante este período gracias a que el aumento de extracciones en acuíferos costeros ha permitido compensar el descenso de los caudales de las galerías. En 1980 estaban en servicio unos 300 pozos costeros que proporcionaban alrededor de 42 hm³/año.

Otros recursos hidráulicos

Están en fase de construcción las obras correspondientes a la reutilización de las aguas depuradas de Santa Cruz y La Laguna. La parte principal de este proyecto consiste en conducir, previa su depuración, las aguas residuales de Santa Cruz y La Laguna hasta la zona Sur de la isla, donde podrán ser utilizadas en la agricultura.

El problema del agua en Tenerife

Tenerife está sufriendo un proceso de agotamiento de reservas paralelo al de Gran Canaria, aunque naturalmente muy mitigado en sus circunstancias y efectos en virtud de la mayor humedad y superficie. El problema es, pues, ir encontrando nuevos recursos hidráulicos que sustituyan los caudales provenientes de la explotación de sus reservas subterráneas. El aprovechamiento de los acuíferos costeros ha permitido ir saliendo del paso hasta el presente, pero es éste un procedimiento que puede estar ya cerca del límite de su capacidad para proporcionar nuevos caudales. Es necesario, por otro lado, que el tinerfeño se convenza de lo importante que resulta utilizar el agua en un claro sentido del ahorro.



LA GOMERA

Superficie y población

La Gomera tiene una extensión superficial de 378 Km² y forma casi circular o ligeramente ovalada. Su relieve es extremadamente violento. Culmina en el pico de Garajonay a los 1.487 metros sobre el nivel del mar. Toda la zona central de la isla, por encima de los 800 metros de cota, está cubierta de un bosque muy denso, bien de laurisilva, de fayal-brezal o de pinos, producto éstos últimos de recientes reforestaciones.

La población de la isla era en 1981 de 18.237 habitantes, los cuales se distribuyen especialmente entre la vertiente norte y la capital, San Sebastián de La Gomera, donde reside como una cuarta parte de la población insular.

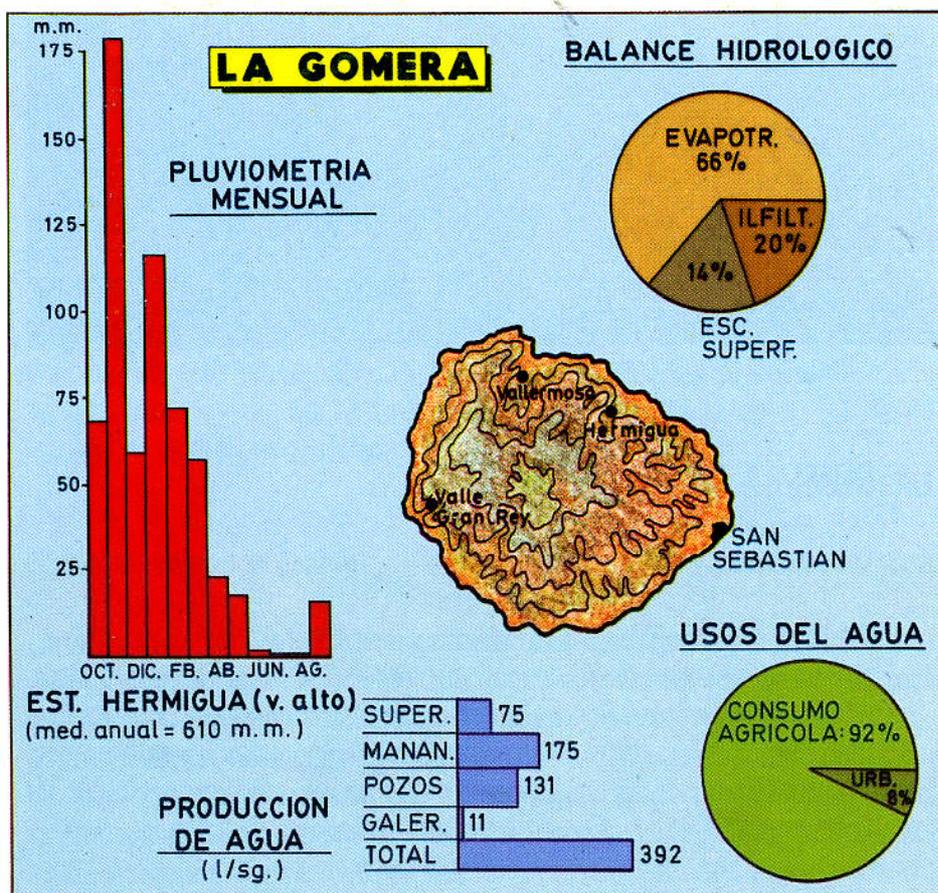
La Gomera constituye una comarca fundamentalmente agrícola. El cultivo de regadío alcanza a unas 1.350 has. El turismo conoce un desarrollo por el momento incipiente. La falta de oportunidades económicas ha forzado durante las últimas décadas movimientos emigratorios muy importantes.

Suelo y subsuelo

El substrato geológico de la isla está apoyado sobre el complejo basal, cuya naturaleza es plutónica. Cubriéndolo se hallan los basaltos antiguos, serie volcánica de gran espesor que forma la mayor parte del edificio geológico de la isla. Por encima de los basaltos antiguos hay diversas formaciones de carácter basáltico, traquítico o fonolítico, entre las cuales

destacan por su volumen los basaltos horizontales que afloran especialmente en todo el sector central de la isla.

El complejo basal es netamente impermeable. Los basaltos antiguos lo son en buena medida. Los productos volcánicos situados por encima son por el contrario, relativamente permeables.



Precipitación y balance

La precipitación media insular alcanza los 490 mm/año. La distribución espacial de la pluviometría sigue la pauta general del Archipiélago de ser mayor en el norte que en el sur y tanto más elevada cuanto mayor resulte la cota del punto en consideración. En La Gomera, los máximos pluviométricos se alcanzan alrededor del Garajonay, donde la media de la precipitación anual llega a los 900 mm/año.

De los 490 mm/año precipitados, 70 constituyen la escorrentía superficial; 100, la infiltración y el resto se pierde por evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

La Gomera es, con Gran Canaria y Fuerteventura, una de las tres islas donde resulta posible construir embalses sin necesidad de impermea-

bilizarlos artificialmente. Esta posibilidad es más clara en zonas donde afloran los basaltos antiguos o el complejo basal. Merced a tal circunstancia en la isla se han ejecutado un buen número de presas. Sin embargo, las reducidas superficies de las cuencas de sus barrancos no permiten aprovechar grandes volúmenes de aguas superficiales. En la actualidad, tal aprovechamiento no subirá de 2 hm³/año.

Acuíferos

La Gomera es la única isla del Archipiélago donde sus manantiales originales no se han visto afectados por la ejecución de pozos y galerías. Hoy por hoy, subsisten sensiblemente tal cual estaban hace siglos. Por lo general estos manantiales surgen en zonas altas, donde aparece en superficie la línea de contacto entre los basaltos antiguos y los basaltos horizontales. En el seno de éstos, y apoyado sobre aquéllos, se ha constituido el acuífero que de momento proporciona mayores caudales. Sin embargo, dentro de los basaltos antiguos se halla el acuífero basal, que es el que dispone de mayores recursos, aunque permanecen sin explotar.

En conjunto, los manantiales proporcionan del orden de 8 hm³/año. Hay un corto número de galerías que suministran un caudal muy escaso y un conjunto de pozos costeros que dan poco más de 4 hm³/año.

Otros recursos hidráulicos

En La Gomera no se ha puesto en vigor procedimiento alguno no convencional dirigido a proporcionar mayores volúmenes de agua dulce.

El problema del agua en La Gomera

Quizás sea esta la isla que, dentro de todo el Archipiélago ofrece posibilidades previsiblemente más ciertas de incrementar la explotación de sus aguas subterráneas. Racionalizando la captación de recursos de su subsuelo, La Gomera no tiene por qué ver oscurecido su futuro a medio plazo por efecto de la falta de agua.



LA PALMA

Superficie y población

La Palma tiene una superficie de 728 km² y forma aproximada de un triángulo isósceles cuya mayor altura apuntara hacia el sur. Su orografía, muy dura, está caracterizada por la existencia de La Caldera de Taburiente, vasta depresión erosiva cuya salida por el barranco de Las Angustias se abre al O. Las mayores alturas de la isla se encuentran en la cadena de cumbres que circundan a la Caldera. El punto más alto es el Roque de Los Muchachos, que culmina a los 2.426 metros sobre el nivel de mar.

La población de la isla era en 1981 de 72.665 habitantes, de los cuales más del 80% se repartían entre la capital, Santa Cruz de La Palma, y el Valle de Aridane.

La actividad económica fundamental de La Palma es la agricultura. En 1980 había algo más de 5.500 has. bajo riego.

Suelo y Subsuelo

El substrato geológico de la isla está constituido por el complejo basal, que aflora en La Caldera de Taburiente y en el fondo de algún barranco del N y NE. Forma un gran domo que culmina hacia los 1.600 metros sobre el nivel del mar.

Recubriendo a los basaltos antiguos hay una capa de unos 100 metros de espesor de aglomerados, y encima de éstos un potente apilamiento de centenares de coladas basálticas que en conjunto alcanzan los

1.000 metros de espesor. Constituyen los basaltos antiguos que afloran en toda la mitad norte de la isla. En la mitad sur, estos basaltos están cubiertos por coladas basálticas y tefríticas emitidas a lo largo de la línea de volcanes que forma la dorsal de la isla.

El complejo basal se halla profusamente inyectado de diques y es claramente impermeable. Los basaltos antiguos lo son en alguna medida, sobre todo si se comparan con la elevada permeabilidad de los materiales más modernos.

Precipitación y balance

La Palma es la isla más húmeda del Archipiélago. Su precipitación media es de 660 mm/año. La pluviometría es más alta en el norte que en el sur y alcanza sus máximos en la zona de las cumbres que bordean a la Caldera de Taburiente donde se pueden registrar medias anuales de 1.200 mm/año

De los 660 mm/año precipitados, 125 mm/año constituyen la escorrentía superficial; 210 mm/año, la infiltración y el resto se lo lleva la evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

En La Palma, el aprovechamiento de las aguas de escorrentía superficial tropieza con la dificultad tan común en el Archipiélago de que los terrenos resultan en general demasiado permeables para construir embalses. Hay, sin embargo, una zona que escapa a este inconveniente: La Caldera de Taburiente y su desagüe natural del barranco de Las Angustias.

En buena parte de aquélla y éste los terrenos que afloran en superficie pertenecen al Complejo Basal, es decir, son impermeables. Tal circunstancia, unida al hecho de que dicha Caldera constituye la cuenca hidrográfica más extensa del Archipiélago, cuenca que está además, emplazada precisamente en uno de sus parajes más húmedos, haría razonable esperar encontrar allí un buen sistema de aprovechamiento de aguas superficiales. Y aunque éste existe efectivamente gracias a algunos tomaderos situados en el cauce de Las Angustias, lo cierto es que no ha sido posible construir ningún embalse porque la gran cantidad de sedimentos que arrastran las aguas lo hubiese colmatado con rapidez. Lo cual implica que los caudales de las grandes avenidas invernales se pierdan en el mar sin provecho para nadie.

En el resto de la isla sólo hay un embalse de importancia: el de La Laguna de Barlovento, que está fuera de servicio por la permeabilidad de los terrenos donde se asienta. En breve comenzarán las obras de su impermeabilización.

Acuíferos

Las aguas subterráneas de La Palma se disponen a modo de un gran «lentejón» de agua dulce apoyado sobre los materiales del Complejo Basal. Donde el contacto de esta formación con los materiales suprayacentes aflora en superficie, suelen aparecer manantiales. Son muy frecuentes en el interior de la Caldera de Taburiente, aunque los hay también de importancia fuera de ella. En conjunto, los manantiales de la isla proporcionan del orden de 20 hm³/año.

Las galerías son bastante numerosas. En 1980 había cerca de 170 con una longitud total perforada de 217 Kms. y un caudal conjunto de 44 hm³/año.

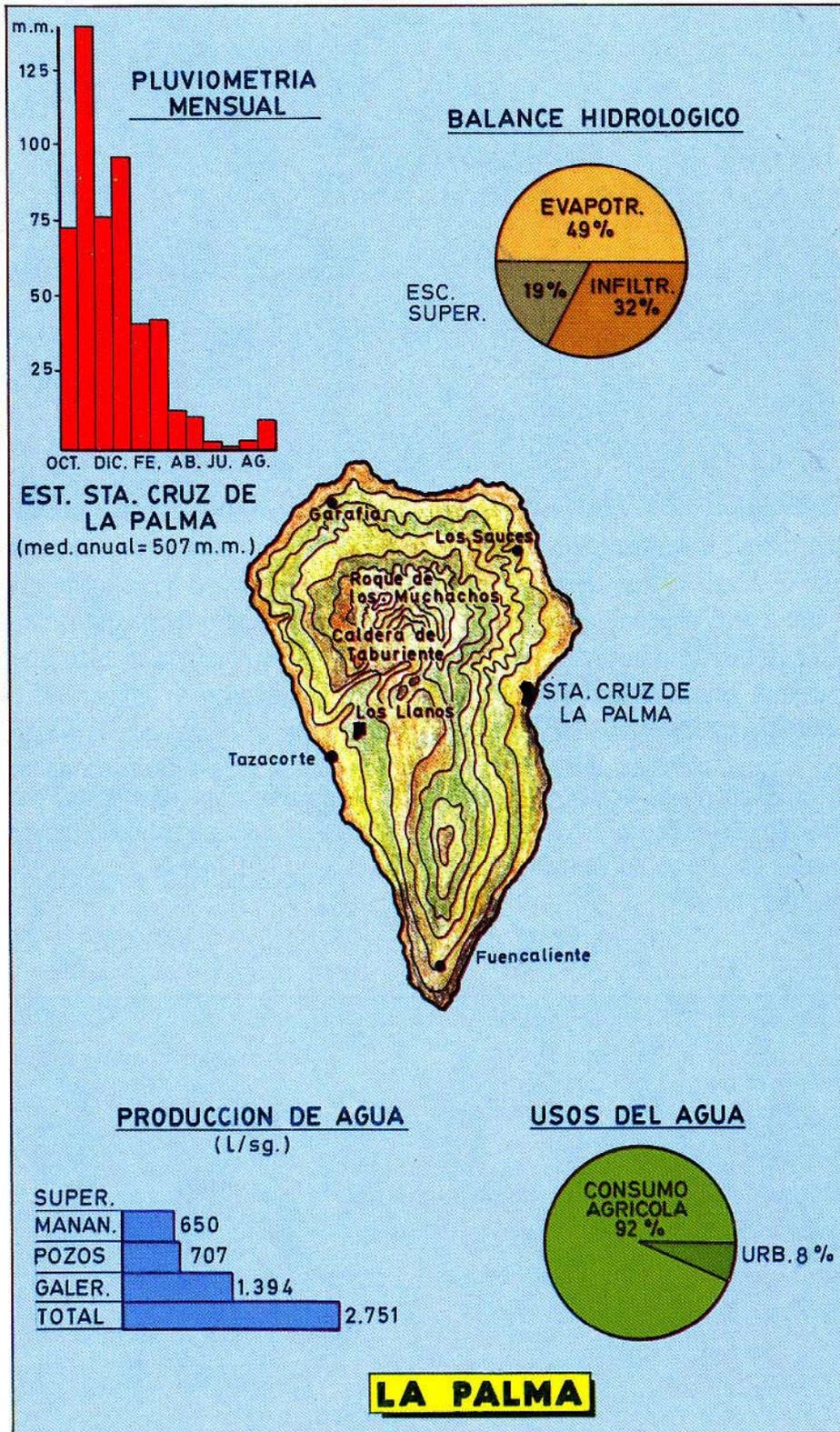
Los pozos existían por el mismo año en un número de 70 con un caudal de 22 hm³/año. Explotan estos pozos en todos los casos acuíferos costeros, en algunos de los cuales son muy apreciables los síntomas de la contaminación marina. En la zona de la boca del barranco de Las Angustias concretamente, este tipo de contaminación ha progresado de forma altamente preocupante.

Otros recursos hidráulicos

En La Palma no hay previsto procedimiento alguno de tipo convencional para aumentar su disponibilidad de recursos hidráulicos.

El problema del agua en La Palma

La Palma es la isla más húmeda del Archipiélago, la que dispone de mayor cantidad de recursos hidráulicos por km² de superficie. Sin embargo no es la que goza de una situación más halagüeña frente al problema del agua. La intensa agricultura de regadío que se practica en la isla demanda importantes caudales, la captación de los cuales ha inducido un claro proceso de agotamiento de reservas junto a los de contaminación de acuíferos costeros. Lo cierto es, no obstante, que racionalizando la explotación de sus recursos subterráneos se podrían corregir tales problemas sin perjuicio para la agricultura insular. Lo cual no significa que ésta no deba mejorar la eficiencia con que utiliza el agua.

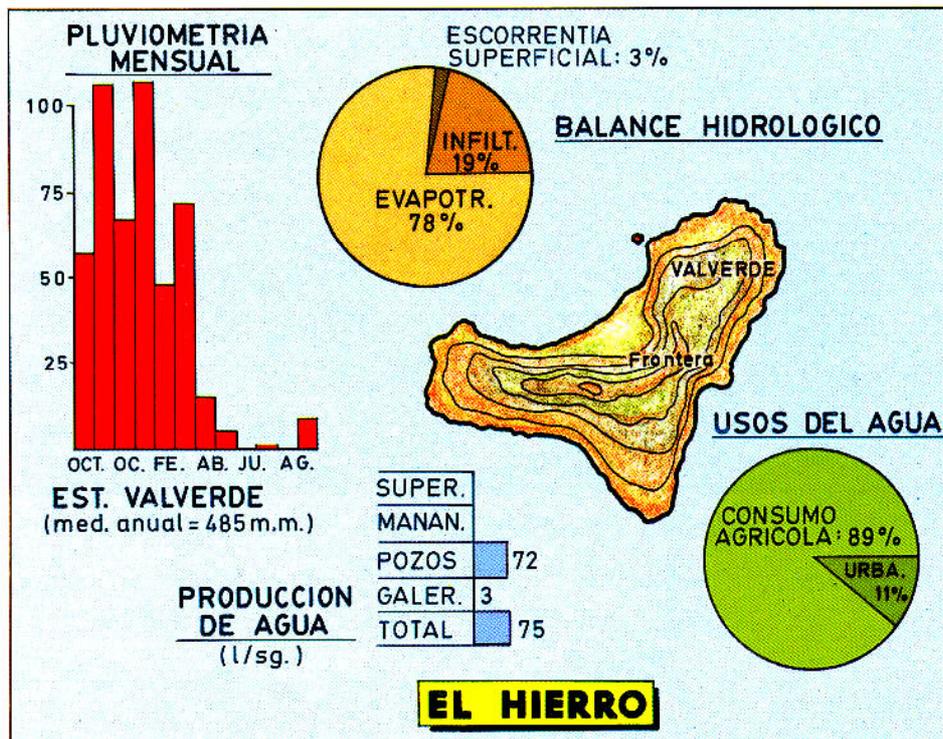




EL HIERRO

Superficie y población

El Hierro es la isla más pequeña del Archipiélago en superficie y población. Se extiende sobre 278 km² de un terreno muy abrupto. Su mayor altura es el pico de Malpaso que culmina a los 1.501 metros sobre el nivel del mar.



En 1981, su población era de 6.048 habitantes. Este número crece ahora lentamente después del profundo bache en que se sumió entre 1950 y 70 a consecuencia de fuertes movimientos emigratorios.

La mayor parte de la población depende de la agricultura y especialmente de la de secano. El riego alcanzaba en 1980 a unas 200 has. localizadas preferentemente en la zona de El Golfo. El principal cultivo de regadío es la piña tropical, que ha venido a sustituir en buena medida al plátano originalmente plantado.

Suelo y Subsuelo

El Hierro constituye un edificio volcánico relativamente moderno compuesto por piroclastos basálticos, coladas basálticas por lo general bastante escoriáceas y por raras coladas basálticas masivas o fonolíticas. No aflora ni se ha observado subterráneamente el Complejo Basal. El basamento geológico lo constituyen, pues, los basaltos antiguos, que forman una potente sucesión de coladas con diversas intercalaciones de más de 1.000 metros de espesor. Está profusamente inyectada de diques. A pesar de su nombre estos basaltos antiguos son más modernos que sus homónimos de otras islas y son bastante más permeables que ellos. Encima de los basaltos antiguos se disponen las series basálticas III y IV, recubriéndolos en grandes extensiones. El espesor de estas series es sin embargo muy inferior al de aquéllos.

Precipitación y balance

La pluviometría media de la isla es de 390 mm/año. Como en todas sus vecinas, las lluvias son en promedio más copiosas en las cumbres orientadas al norte, donde se pueden alcanzar algo más de 600 mm/año.

De los 390 mm/año precipitados, unos 10 mm/año se van en escorrentía superficial, unos 75 mm/año en infiltración y el resto se pierde por efecto de la evapotranspiración.

Recursos hidráulicos superficiales

En El Hierro, la permeabilidad general de los terrenos no permite la existencia de una escorrentía superficial aprovechable. Incluso, los propios barrancos tienen un desarrollo sólo incipiente. A pesar de ello se han construido algunos pequeños embalses que precisan de su completa impermeabilización. El agua que proporciona es, sin embargo, escasísima.

Acuíferos

El único acuífero digno de tal nombre existente en El Hierro es el basal que, hasta donde se lo conoce, está formado principalmente dentro de los basaltos antiguos y flotando sobre el agua del mar. Debido a la elevada permeabilidad de los terrenos, debe culminar a poca altura, por lo que no almacena reservas de aguas subterráneas importantes. Además, la permeabilidad del subsuelo insular favorece los fenómenos de intrusión marina, de modo que su explotación debe efectuarse con mucho cuidado.

En la isla no hay manantiales importantes. Las pocas galerías existentes están secas. Los pozos explotan acuíferos costeros de donde se extraían en 1980 poco menos de 2,5 hm³/año.

En las poblaciones altas hay construidos gran número de aljibes para asegurar el suministro de agua potable.

Otros recursos hidráulicos

En El Hierro no hay previsto procedimiento alguno de tipo no convencional destinado a aumentar sus disponibilidades de recursos hidráulicos.

El problema del agua en El Hierro

Realmente, en esta isla se está sacando sólo una pequeña fracción (que no llega al 15%) de sus recursos hidráulicos naturales. El hecho es que estos recursos se encuentran en acuíferos costeros, cosa que entraña dos tipos de problemas. El primero, que explotar estos acuíferos, sobre todo cuando son tan permeables como en El Hierro, exige una técnica relativamente compleja, y muchas veces ni aún así es posible. El segundo, que el agua se capta a nivel del mar. Y estando situada una buena parte de la población de la isla en cotas altas, es preciso efectuar grandes bombeos para atender a su suministro, lo que encarece el precio de los caudales.