

## **RECURSOS Y USOS DEL AGUA EN TENERIFE Y GRAN CANARIA**

POR

**RAFAEL D. GONZÁLEZ PÉREZ**

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO**

Las Islas Canarias forman un archipiélago de origen volcánico compuesto por siete islas mayores situadas al noroeste del continente africano, a la altura del desierto del Sahara; la distancia de la isla más próxima (Fuerteventura) a África es de unos 100 kilómetros y la de la más alejada (Hierro), de 500 kilómetros. La extensión total de las islas (incluyendo las «isletas» e «islotes») es de unos 7.560 Km<sup>2</sup>. Administrativamente, se reparten en dos provincias: Las Palmas (Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote) y Tenerife (Tenerife, La Palma, Hierro y Gomera).

La topografía de las islas es variada. En cuanto a su altitud, pueden diferenciarse tres tipos de islas: bajas, que no llegan a 900 m. (Lanzarote y Fuerteventura); medias, que no superan los 1.500 m. (Hierro y Gomera) y altas, que alcanzan hasta 3.718 m. (Tenerife). Las islas medias y altas tienen cumbres centrales dominantes. Todas presentan como rasgo común un gran número de conos y calderas volcánicas (como Las Cañadas, Tenerife), típicas del paisaje canario. Las únicas corrientes de agua perma-

Rafael D. González Pérez. Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares.

Estudios Geográficos  
Tomo LIV, n.º 213, octubre-diciembre 1993

nentes son el Barranco de Las Angustias en La Palma, y el Barranco de El Cedro en La Gomera.

El clima de Canarias debe sus rasgos fundamentales a su localización en la zona de las altas presiones subtropicales, bajo la acción de los vientos alisios procedentes del Anticiclón de las Azores. La estructura vertical de estos vientos, con una capa inferior fresca y cargada en humedad marina, de componente NE, y otra superior, seca y cálida, de componente NW, origina una zona de inversión térmica a los 950 m. y hasta los 1.500 m. de altitud media; en este nivel, se produce un banco de estratocúmulos, que es conocido en Canarias como «mar de nubes». Esta zona intermedia, dominada por las nieblas, produce precipitación horizontal si las condiciones de relieve y vegetación son favorables.

Otros factores importantes que inciden en el clima son la situación oceánica y la presencia de la Corriente Fría de Canarias, que bordea la costa occidental africana. Esta corriente preserva a las islas de las invasiones de aire sahariano y suaviza las temperaturas. La temperatura media a nivel del mar oscila entre los 17 °C en invierno y los 24 °C en verano. Las precipitaciones son irregulares y escasas, con valores que van desde los 50 a los 500 mm. en zonas de costa, 300 a 600 mm. en las vertientes norte de medianías y 550 a 850 mm. en zonas de cumbre.

Geológicamente, el Archipiélago está formado por la yuxtaposición de edificios volcánicos extruidos en varios ciclos independientes, separados por épocas de erosión que forman paleorrelieves y pequeñas intercalaciones sedimentarias. Los sedimentos son escasos y provienen de la meteorización de rocas volcánicas y, muy ocasionalmente, de sedimentación en las costas.

Los materiales más antiguos («Complejos Basales» premiocenos que afloran en Fuerteventura, Gomera y La Palma) están formados por rocas plutónicas básicas y ultrabásicas recubiertas por sedimentos silíceos y lavas almohadilladas submarinas (pillow-lavas). A principios del Mioceno, tuvieron lugar erupciones fisurales subaéreas que apilaron materiales basálticos con una potencia de más de 1.000 m.; se les denomina Basaltos Antiguos. Posteriormente, y separados por períodos de erosión, tuvo lugar la efusión de los Basaltos Modernos que alternan con erupciones de rocas alcalinas. En las islas periféricas predominan los basaltos, mientras que en las centrales se suceden los episodios básicos y ácidos. La actividad volcánica llega a épocas históricas en que han tenido lugar erupciones famosas muy recientes, en casi todas las islas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede dividirse el medio rocoso en unidades de acumulación formadas por rocas piroclásticas, aluviones y aglomerados; tienen porosidad primaria y gran capacidad de retención del agua. Los materiales que poseen porosidad primaria y secundaria y carecen de capacidad de retención del agua, son considerados como elementos drenantes. La permeabilidad es alta en los basaltos recientes y baja en los antiguos. Los materiales ácidos son menos permeables que los básicos. Los diques, sills y pitones, si no están alterados, se comportan como barreras frente a la circulación del agua subterránea, llegando, por su estructura, a formar compartimentos en los acuíferos, independizándolos. La recarga se produce por la infiltración del agua de lluvia y la descarga se realiza directamente al mar. Cada isla constituye un sistema hidrogeológico instalado en su mayor parte en rocas volcánicas y, en menor proporción, en sedimentos provenientes de la denudación de las mismas.

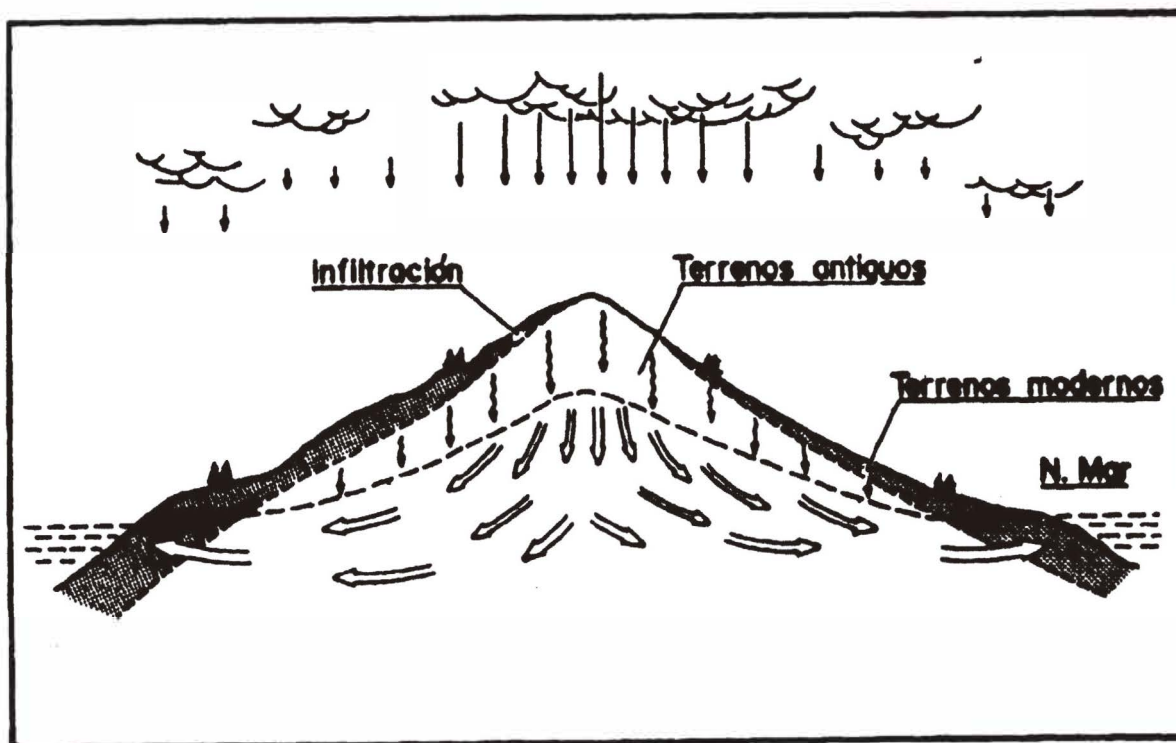


FIGURA 1.—Esquema de la circulación de agua insular (Intecsa, 1980)

Antes de que comenzase su explotación a finales del siglo pasado, los acuíferos insulares se encontraban en situación de equilibrio dinámico, y las aguas de precipitación infiltradas sustituían a las que surgían por manantiales naturales y por derrame subterráneo al mar en la franja costera. El inicio de las extracciones introdujo un factor que rompió el equilibrio: las infiltraciones dejaron de compensar las salidas, por lo que la superficie freática ha ido descendiendo paulatinamente en las zonas explotadas. Este problema es más o menos acuciante según las islas: en Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria la situación es más desfavorable, por lo que en ellas se ha recurrido a la desalinización de agua marina para el abastecimiento urbano; Tenerife está afectada en menor grado; La Palma y La Gomera apenas muestran síntomas de este desequilibrio, salvo en sectores muy localizados, y El Hierro no presenta problemas de cantidad de agua, aunque la calidad está afectada en algunas zonas por elevados contenidos de CO<sub>2</sub> de origen volcánico. Los recursos subterráneos del Archipiélago son del orden de 600 Hm<sup>3</sup>/año. Queda por precisar el volumen total de las reservas.

La población total de las islas se aproxima a 1.500.000 habitantes, repartida en forma muy desigual. La isla más poblada es Gran Canaria, con una densidad media de 500 hab/Km<sup>2</sup>, mientras que la menos poblada es Fuerteventura, con 18 hab/Km<sup>2</sup>.

Las actividades económicas principales se centran en los sectores agrario y de servicios. El primero se encuentra en franco desarrollo, con 180.000 has. cultivadas (42.000 en regadío): plátano, tomate, patatas, maíz y tabaco son los cultivos principales. En el sector servicios destacan el turismo y el comercio. La actividad industrial está representada por la refinería de petróleo instalada en Tenerife y por los ramos de la construcción, conservas y tabaco. Para el abastecimiento urbano, se utilizan en el Archipiélago 108 Hm<sup>3</sup>/año de agua subterránea; para las actividades agrícolas, se destinan 267 Hm<sup>3</sup>/año de la misma procedencia.

### *Hidrología*

Los estudios de investigación sobre la hidrogeología del Archipiélago Canario empezaron en 1970, con el «Estudio Científico de los Recursos de Agua en las Islas Canarias» (Proyecto SPA-15), promovido por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y la UNESCO. Los resultados se

editarono en un informe en 1975. Este ratificaba el problema del agua en el Archipiélago, en cuanto a la limitación del recurso en sí y al deterioro que sufre como tal. Se destaca también el hecho diferencial de que el sistema de explotación establecido da lugar a que gran parte de los recursos —más del 50%— se pierden al mar, y que las captaciones existentes —galerías sobre todo— aprovechen principalmente reservas no renovables. El abastecimiento constituye una de las restricciones principales para el desarrollo, especialmente de las islas orientales y Tenerife.

Hay que dejar bien sentado como premisa que «el agua es un recurso natural renovable», por lo cual en las zonas donde hay una explotación excesiva se desarrollan difíciles problemas sobre los derechos del agua subterránea. La administración y control de ésta en zonas sobreexplotadas ofrece gran complejidad en el orden técnico-legal. Y éste es el caso de Canarias.

En condiciones de sobreexplotación, los niveles piezométricos descienden paulatinamente. Además, al descender los niveles y afectarse zonas menos porosas, el ritmo de descenso aumenta más deprisa que el de incremento de las extracciones, al mismo tiempo que disminuye el caudal de los pozos. No obstante, en islas, sobreexplotación no quiere decir necesariamente extracciones mayores que las entradas, ya que, si las extracciones se realizan en zonas de elevado nivel freático, como las salidas al mar apenas se modifican, el descenso de nivel es un fenómeno transitorio hacia un nuevo equilibrio con gradientes piezométricos mucho más tendidos; ello no sucede si la explotación es periférica, aunque aquí existen con frecuencia problemas de contaminación marina (Custodio, 1978). El problema de sobreexplotación en islas volcánicas está ligado en gran parte a cultivos que demandan mucha agua, como el plátano en Canarias (1 ha. de plátano consume el agua que necesitan durante un año 500 habitantes locales) (Custodio, 1978).

### *Panorámica general hidráulica*

Los recursos hidráulicos subterráneos teóricamente explotables en el Archipiélago se evalúan en 600 Hm<sup>3</sup>/año. En la actualidad, de esta fuente de recursos se utilizan unos 450 Hm<sup>3</sup>/año. Las pérdidas directas al mar suponen, teóricamente, más del 50% de los recursos, es decir, unos 320 Hm<sup>3</sup>/año. Esto significa que más de 130 Hm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas

utilizados proceden de reservas no renovables. Estos datos reflejan el balance global, por tanto, no representan el verdadero estado del proceso físico en cada isla, sobre todo en las orientales (SPA-15 y MAC-21).

— De los 450 Hm<sup>3</sup>/año a que ascienden los recursos hidráulicos, se aprovechan unos 40 Hm<sup>3</sup>/año, con una capacidad de embalse superior a los 120 Hm<sup>3</sup> conseguida con más de 100 embalses, lo que denota la dificultad y coste de regulación de las aguas superficiales en Canarias.

— Las disponibilidades totales actuales no alcanzan los 350 m<sup>3</sup>/hab/año, con una población próxima a 1'5 millones de habitantes. La limitación de los recursos hidráulicos hace necesario un cambio en la estructura de consumo ante el crecimiento demográfico.

— El sector agrícola absorbe actualmente algo menos del 75% del agua disponible. Sin embargo, el V.A.B. por cada metro cúbico de agua puede ser —con inversiones adecuadas— unas 40 veces superior en la industria que en la agricultura y unas 80 veces superior en los servicios. En lo que al empleo se refiere, el número de personas empleadas por cada metro cúbico de agua puede ser unas 20 veces superior en la industria que en la agricultura y unas 35 veces superior en el sector servicios.

— Dentro del sector agrícola, la platanera consume el 55% del total asignado a sector, dando un 30% al V.A.B. y absorbiendo un 20% del empleo en el sector.

— El precio actual del agua en abastecimientos urbanos es de unas 75 ptas/m<sup>3</sup>, alcanzando las 290 ptas/m<sup>3</sup> en Lanzarote y Fuerteventura. El precio de venta en el mercado, principalmente para usos agrícolas, varía de 25-30 ptas/m<sup>3</sup> en La Palma, a las 90 ptas/m<sup>3</sup> en Gran Canaria.

— El coste es muy variable, siendo en pozo de 30-70 ptas/m<sup>3</sup>, en función de la profundidad y del caudal; de 20-40 ptas/m<sup>3</sup> en galerías y de 200-350 ptas/m<sup>3</sup> en potabilizadoras.

— Los descensos del nivel piezométrico son variables, contabilizándose los 10-15 m/año en el centro de Gran Canaria y de 4-5 m/año en Tenerife y La Palma. En algunos lugares la sobreexplotación costera está produciendo importantes fenómenos de intrusión marina.

De todo lo anterior, cabe destacar, a base de los estudios disponibles (SPA-15 y MAC-21), el gran porcentaje que suponen las aguas subterráneas respecto a las exclusivamente superficiales. En el Archipiélago Cana-

**RECURSOS Y USOS DEL AGUA EN TENERIFE...**

rio, la proporción entre ellas es de 85-15, frente a 20-80 como media en la Península. Así pues, destacamos la escasez relativa de recursos hidráulicos subterráneos respecto a la superficie (unos 800 m<sup>3</sup>/ha. y año) del Archipiélago Canario, y que los recursos provenientes de desalación son superiores a los aprovechados de aguas superficiales en un año medio.

En el cuadro I se resumen los principales datos de cada isla.

CUADRO I

Isla	Recursos (Hm <sup>3</sup> /año)				Consumos (Hm <sup>3</sup> /año)				
	Subter.	Superf.	Otros	Total	Urbano	Turíst.	Indust.	Agrario	Total
Gran Canaria	107.0	11.0	12.0	130.0	38.0	15.0	2.0	75.0	130.0
Fuerteventura	2.5	1.2	2.5	6.2	1.6	1.1	—	3.5	6.2
Lanzarote	0.4	0.2	4.4	5.0	3.4	1.5	0.1	—	5.0
Tenerife	213.0	1.0	10.0	224.0	60.0	17.0	5.0	114.0	196.0
La Palma	65.9	4.5	—	70.4	3.6	—	—	62.6	66.2
Gomera	8.5	3.0	—	11.5	1.1	—	—	10.4	11.5
Hierro	1.5	—	—	1.5	0.2	—	—	1.3	1.5
<b>Total Archip.</b>	<b>398.8</b>	<b>20.9</b>	<b>28.9</b>	<b>448.6</b>	<b>107.9</b>	<b>34.6</b>	<b>7.1</b>	<b>266.8</b>	<b>416.4</b>

Para la evaluación de los recursos no renovables, conviene proscribir los métodos de cálculo exclusivamente geométricos y estáticos, basados en volúmenes acuíferos, hipótesis de almacenamiento teórico único y alturas de depresión uniformes, con frecuencia aplicados en el pasado en Canarias, pero excesivamente simplistas. Todos los balances ofrecen cifras diferentes respecto a «pérdidas al mar». Cuadro II:

CUADRO II

	<u>Pérdidas al mar</u>	<u>Volumen total de reservas</u>
<i>SPA-15 (1975)</i>		
Tenerife	250 Hm <sup>3</sup> /año	32.500 Hm <sup>3</sup>
Gran Canaria	40 Hm <sup>3</sup> /año	2.125 Hm <sup>3</sup>
<i>Soler y Lozano (1985)</i>		
Tenerife	220 Hm <sup>3</sup> /año	Idem.
Gran Canaria	65 Hm <sup>3</sup> /año	Idem.
<i>Custodio y otros (1989)</i>		
Tenerife	210 Hm <sup>3</sup> /año	(?)
Gran Canaria	92 Hm <sup>3</sup> /año	(?)

Para el autor de esta publicación (González Pérez, 1991), la estimación que obtiene para Tenerife y su volumen total de reservas es: más de 30.000 Hm<sup>3</sup> y menos de 50.000 Hm<sup>3</sup>, y para Gran Canaria, más de 3.000 Hm<sup>3</sup> y menos de 5.000 Hm<sup>3</sup> en la actualidad.

Esto es así debido a que los balances se han hecho por estimación, con criterios muy conservadores, y a la baja, en cuanto al valor medio de la porosidad eficaz (5% para Tenerife, y 2% para Gran Canaria, SPA-15). En materiales volcánicos, las formulaciones de la hidráulica de pozos, incluyendo la fórmula de Theis, han de ser empleadas con cuidado. Los coeficientes de almacenamiento que se obtienen no son representativos. Según Enslin y Breckenkamp (1963), el valor del coeficiente de almacenamiento en acuíferos libres (caso de Canarias) puede ser muy superior al de la porosidad efectiva equivalente y puede llegar a subvalorar las reservas existentes como lo hace el estudio SPA-15.

La sobreexplotación relativa no influye demasiado en el tiempo de agotamiento, por lo que vale la pena sobreexplotar aún más los acuíferos con vistas al abastecimiento público. No parece ni necesario ni oportuno equiparar «explotación de reservas» con «sobreexplotación». Está claro que estos dos términos corresponden a conceptos diferentes.

Otra cuestión es la de la intrusión marina. El archipiélago es, después de Galicia, la segunda región española en longitud de costa (1.545 kilóme-



tros). La intrusión marina es uno de los grandes problemas que se plantean en la explotación de los acuíferos costeros de Canarias. Las zonas costeras se sitúan, por lo general, en terrenos volcánicos recientes, donde los productos masivos se presentan muy fisurados y las escorias y piroclastos tienen un elevado índice de huecos. Debido a ello, la permeabilidad es muy elevada y el gradiente hidráulico no supera el 1%. A todo ello se suma el hecho de que los regímenes de explotación provocan la extracción de un caudal de agua superior al flujo de recarga que transmite el acuífero, por lo que se llega a que la mayoría de los pozos presenten los efectos de la intrusión marina (Soler Licerias, 1988).

Así, éste es el problema más grave en los acuíferos costeros, intensivamente ligado al régimen de explotación. Existen dos islas, Tenerife y Gran Canaria, donde la cuestión ya es grave e, incluso, alarmante. Por ello, hay que mantener la red de vigilancia de la calidad de las aguas subterráneas en las islas que ya disponen de ella, Tenerife, Gran Canaria y La Gomera, y extenderla a las demás, e intensificar la frecuencia de muestreo y análisis, sobre todo, en las zonas contaminadas.

### *La agricultura canaria y la sobreexplotación*

La agricultura es un tipo de explotación muy singular que, aunque debe regirse por las leyes del mercado, comparte el deseo de permanencia. Cambiará de propietario, cambiará de producto, pero las zonas regables durante siglos, prácticamente, sólo desaparecen cuando se urbaniza o industrializa su suelo, lo que suele amortizar con creces todas sus infraestructuras y, a veces, hasta los sinsabores acumulados. La agricultura bajo riego no está en condiciones de competir por el uso del agua, frente a los restantes usuarios.

Ya dijimos en su momento (González Pérez, 1988) que, en determinadas áreas de Canarias, por sus condiciones y calidad de suelo, si cuentan con agua son altamente rentables para la economía, especialmente en la provincia occidental, más rica en recursos hidráulicos.

No se debe autorizar la explotación de aguas subterráneas que sean inferiores o iguales a los recursos en ciertas zonas o islas. Ello conduce a una infrutilización de nuestros recursos hidráulicos (en La Palma; en ciertas zonas de Tenerife).

En Canarias, la sobreexplotación «libre» no ha sido tan mala (sobre todo, en la provincia de Santa Cruz de Tenerife). Se ha ejecutado una infraestructura hidráulica y agrícola, asumiendo riesgos de inversión privada; se ha creado una experiencia de regantes y de técnicas de riego (goteo, aspersión, etc.); se han abierto canales de comercialización, a veces de productos de gran valor, sobre todo para la exportación. El papel del Estado estará, pues, en ordenar, limitar y reconducir la sobreexplotación, para evitar catástrofes, pero no para impedir aquélla.

La reutilización de las aguas residuales de las poblaciones, la sustitución de recursos subterráneos desde otras zonas menos explotadas, así como transferencias de recursos hidráulicos entre el norte y sur de las islas, deben destinarse a compensar los volúmenes sobreexplotados. El espíritu del legislador en la Ley de Aguas no es evitar la sobreexplotación, sino sus nefastas consecuencias: la desaparición de los aprovechamientos hidráulicos. En Canarias, la disponibilidad de agua, en cantidad, calidad y coste, es una de las restricciones clave para las posibilidades de desarrollo de la región.

#### LA ISLA DE TENERIFE

Con sus 2.034 Km<sup>2</sup>, es la isla más extensa del archipiélago, dentro del cual ocupa una posición central. Tiene forma triangular, aunque su extremo noreste se estrecha de manera notable, conformando la denominada península de Anaga. El relieve está constituido, en términos generales, por una cadena montañosa que atraviesa la isla de noreste a suroeste, con alturas gradualmente crecientes hacia el centro, donde se localiza el circo de Las Cañadas y el Pico Teide, que con sus 3.718 m. es el punto culminante del archipiélago. La continuidad morfológica está truncada por tres importantes accidentes fisiográficos: la depresión de Las Cañadas y los valles de La Orotava y Güímar. Nos encontramos, pues, en una isla elevada, cuya forma se asemeja a un tetraedro truncado cuyas caras son empinadas laderas, surcadas en la mayoría de los casos por profundos barrancos. Como consecuencia de ello, la isla presenta numerosas variedades climáticas, lo que se traduce en una notable riqueza florística, distribuida en diferentes pisos de vegetación que se reparten altitudinalmente por todo el territorio insular. Sus costas son, en general, recortadas y abruptas, con escasez de playas y refugios naturales, formando, en muchos casos, acantilados.

Tenerife es la isla que posee la mayor superficie agraria útil de la región y, tradicionalmente, ha sido la más poblada, conservando esta primacía hasta los años setenta de este siglo, cuando sus efectivos demográficos se vieron superados por los de Gran Canaria.

La precipitación media sobre la isla es de 430 mm. equivalentes, repartiéndose desigualmente entre las vertientes norte y sur e influyendo sobremanera el factor altitud. La procedencia de los temporales condiciona, por otro lado, la intensidad de las precipitaciones, resultando máxima en aquellos que tienen componente sur y suroeste. La escorrentía superficial que alcanza el mar se evalúa en 15 mm. y la infiltración media sobre la isla supone 120 mm. Asimismo, se ha estimado 60 mm. de recarga al subsuelo procedente del riego. Todos estos valores se entienden como medias insulares, con dispersiones significativas según los lugares.

### *Población y actividad económica*

La población de la isla de Tenerife ha crecido ininterrumpidamente durante la última década, contabilizándose en 1991 una población de derecho de 623.823 habitantes y una población de hecho de 685.583 habitantes. Los municipios de mayor población son Santa Cruz de Tenerife (capital insular y provincial) y La Laguna, albergando entre ambos aproximadamente a un 54% de la población insular. El 52% de los habitantes de la isla se sitúa por debajo de la cota 300.

La agricultura en Tenerife ha estado sectorizada en tres zonas: 1) La Norte, con tres áreas principales, Valle de La Orotava, Isla Baja y comarca de Icod. En esta zona el cultivo principal es la platanera. 2) La zona Sur, principalmente en Güimar, Adeje y Granadilla, donde se cultiva el tomate. 3) Una tercera zona de medianías, donde los cultivos principales están dedicados al consumo insular, equivalente en la vertiente de barlovento, utilizándose la vertiente de sotavento para la ganadería.

Esta agricultura netamente exportadora producía grandes beneficios por la benignidad del clima, el agua y una mano de obra barata. Es a partir de los años 60 cuando la irrupción de la actividad turística modifica ostensiblemente las directrices de este sector. El turismo introduce unos cambios importantes. En primer lugar, surge una gran oferta de trabajo en el sector de la construcción y, de igual manera, en el sector de servicios, con trabajos más cómodos y mejor pagados que las labores del campo, lo que,

junto con el encarecimiento paulatino del agua, produce un abandono de las tierras de medianías. Este cambio afecta de igual manera a los cultivos de exportación. El encarecimiento del agua y la subida de los salarios ha originado la necesidad de aumentar los rendimientos y disminuir las labores. El hecho fundamental que rige la agricultura en Tenerife y en el resto de las islas es el producir antes de tiempo, lo cual se consigue con temperaturas elevadas durante todo el año y gran luminosidad. Estas características determinan un movimiento hacia el Sur de la isla, con grandes crecimientos de la superficie cultivada, dedicada principalmente a productos hortícolas, flores y plantas ornamentales.

En cuanto al turismo, se pueden diferenciar dos zonas. Por un lado, el Puerto de La Cruz, en donde la oferta turística es elevada y donde, por la categoría de los establecimientos, se alberga a un turismo de más calidad; y, por otro lado, el sur de la isla, que surge como alternativa al tocar techo la expansión turística en el Puerto de La Cruz. Los terrenos del sur ofrecen mejores características topográficas y, además, el clima más cálido y soleado durante todo el año ofrece un mayor aliciente al turista. En cuanto al sector industrial, es de destacar la refinería de petróleo, que tiene un elevado peso en el conjunto industrial. También es notable la producción de tabaco elaborado para exportaciones.

### *Recursos y usos del agua*

Los recursos actualmente disponibles a escala insular ascienden a 224 Hm<sup>3</sup>/año, distribuidos según sus fuentes como indica el cuadro III:

CUADRO III

	<u>Hm<sup>3</sup>/año</u>	<u>%</u>
<b>Superficiales</b>		
Presas y tomaderos	1	0'4
<b>Subterráneos</b>		
Galerías	152	67'9
Pozos	53	23'7
Manantiales	8	3'6
<b>No convencionales</b>		
Reutilización	10	4'5
<b>TOTALES</b>	<b>224</b>	<b>100'00</b>

En las cifras de ese cuadro se ha supuesto que en breve se concluyan y entren en servicio las obras que posibiliten la reutilización de las aguas depuradas de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna. El volumen coincide cuantitativamente con las disponibilidades totales de la isla en 1979 (según las determinaciones del Proyecto MAC-21), a pesar del esfuerzo que se ha realizado desde entonces en la reutilización y en la mejora de la regulación (Plan de Balsas del Norte en Tenerife).

A nivel insular, la distribución y evolución más reciente de los usos del agua se reflejan en el cuadro IV:

CUADRO IV

Consumos	1985	Inc. 1985	1989	
	Hm <sup>3</sup> /año	%	Hm <sup>3</sup> /año	%
Recursos no utilizados	5'0	—	5	2'3
Pérdidas en el transporte	12'4	—	12	5'6
Uso agrícola	126'5	-9'9	114	53'5
Uso urbano	55'3	+8'0	60	28'2
Uso turístico	12'7	+33'9	17	8'0
Uso industrial	4'2	—	5	2'3
<b>TOTAL</b>	<b>216'0</b>	<b>-1'4</b>	<b>213</b>	<b>100'0</b>

La coincidencia de un suave descenso de la oferta total de agua disponible y el incremento positivo de algunas demandas sectoriales está generando una elevación de los precios del agua. Algunas de sus causas son de tipo estructural y no se corregirán sólo con la dinámica del mercado.

### *Hidrogeología*

La peculiar morfología insular obedece a unas pautas bien definidas: de un modo genérico, es consecuencia de un lento proceso volcánico de carácter constructivo donde los materiales procedentes de las nuevas emisiones han ido acumulándose sobre los materiales precedentes.

De un modo específico, esta configuración en pirámide es resultado del

particular sistema de alimentación magmática que opera en la isla: tres estrechas bandas, denominadas ejes estructurales, que han canalizado preferentemente el ascenso del magma. La mayor parte de las erupciones se han verificado en su ámbito y, en consecuencia, el relieve ha ido creciendo en torno a ellas. Esta triple espina dorsal está constituida en su subsuelo por una densa malla de diques a la que va asociada una fisuración secundaria intensa (Navarro, 1974).

Más concretamente, el crecimiento del relieve no ha sido siempre homogéneo, y ello ha motivado que, en determinadas zonas, se produjese un excesivo desarrollo en la dimensión vertical, frente a la horizontal. La inestabilidad generada por tal evolución ha dado origen al desencadenamiento de colosales deslizamientos en masa, que han roto la continuidad del bloque insular, generando grandes depresiones.

Los materiales que conforman la isla presentan un comportamiento hidrogeológico extremadamente variable que depende de su composición, edad y grado de fracturación que los afecta. A este respecto, hay que destacar:

1.º Los parámetros primarios son inicialmente muy heterogéneos. Mientras que algunos elementos son extraordinariamente permeables (lavas basálticas y piroclastos), otros tienen una baja conductividad hidráulica.

2.º Desde el momento de su depósito, los materiales comienzan a experimentar procesos secundarios (alteración y compactación), que van modificando sus características primarias, tendiendo a disminuir su permeabilidad.

3.º La existencia de fracturas secundarias abiertas (relacionadas con fenómenos volcanotectónicos) incrementa notablemente la capacidad de almacenar y de circulación del agua a través de los materiales.

Todo ello da como resultado que, a pequeña escala, el bloque insular presente una marcada heterogeneidad y anisotropía. Si ampliamos la escala de observación, no resulta difícil comprobar que la heterogeneidad y anisotropía persisten, aunque por otras causas. Veamos:

a) La presencia de distintas series volcánicas que difieren en edad, composición y grado de alteración y que se comportan de modo diverso en lo que respecta a su capacidad de almacenamiento y flujo del agua. Ello da

lugar, en una primera aproximación, a un modelo en capas de permeabilidad decreciente hacia abajo.

b) La existencia de los ejes estructurales modifica, e incluso invierte, el comportamiento hidrogeológico del modelo en capas anterior, con la aparición de unas bandas caracterizadas por una elevada permeabilidad y anisotropía (fruto de la intensa fracturación inducida por los diques).

c) En las áreas en las cuales se localizan los grandes deslizamientos en masa se produce un fuerte contraste de permeabilidad entre el fondo de la depresión, ocupado por un «mortalón» impermeable, y el relleno de lavas jóvenes de alta permeabilidad.

Excepto algunos acuíferos que están en relación con niveles impermeables locales, la masa de reservas hídricas de la isla se encuentra en la zona saturada general, la cual funciona como un acuífero libre. Sus límites son dos superficies irregulares:

La superficie freática, o límite superior, cuya morfología, aunque tiende a reproducir la superficie topográfica, presenta notables irregularidades impuestas por la estructura geológica (diques y depresiones). Es posible establecer con bastante aproximación cuál es la posición de la superficie freática en este momento, e incluso cuál ha sido su evolución a lo largo del tiempo.

El zócalo impermeable, o límite inferior del sistema, por debajo del cual no hay reservas hídricas significativas, está también fuertemente controlado por las características geológicas. A grandes rasgos, lo forman la Serie I y, a veces, la parte inferior de la Serie II, aunque hay dos excepciones: a) en los ejes estructurales, la elevada densidad de diques y fracturas modifica el comportamiento hidráulico de estas unidades; b) en los valles de deslizamiento, la base es una formación denominada «mortalón».

### *Aprovechamiento de las aguas subterráneas*

Básicamente, existen tres métodos de aprovechamiento de aguas subterráneas: galerías, pozos y nacientes naturales

*Galerías.*—Son perforaciones con una sola boca, sensiblemente horizontales y con ligera pendiente de bocamina a frente. En Tenerife se han ejecutado más de 1.000 galerías, sumando actualmente un total de 1.620 Km. perforados. Se distinguen cuatro tipos:

1) **Galerías-naciente:** Representa la modalidad más primitiva de captación, pues la mayor parte fueron realizadas en la segunda mitad del siglo pasado. Con la excavación, se buscaba mejorar el aprovechamiento de nacientes naturales. Generalmente, drenan acuíferos colgados.

2) **Galerías convencionales:** Son perforaciones con longitud superior a 500 m., cuyo objetivo es conectar con la zona saturada. Como la recarga del sistema no suele compensar el agua drenada, la superficie freática tiende a retroceder gradualmente, haciéndose necesario seguir perforando si se quiere mantener el caudal a extraer. Algunas superan los 5 Km. de longitud. El final de la vida útil de una galería puede llegar por dos razones: que la captación quede colgada por encima de la zona saturada debido al descenso gradual de la superficie freática, o que la perforación atraviese todo el espesor saturado, alcanzando el zócalo impermeable.

3) **Socavones:** Generalmente, son galerías de corta longitud, abandonadas por causas económicas o administrativas y que nunca alumbraron agua.

4) **Galerías-pozo:** Galerías en las que el agua debe extraerse por bombeo. Suelen emboquillarse a cotas cercanas al nivel del mar, con pendiente descendente desde la bocamina; en otras ocasiones se trata de galerías convencionales desde las que, en uno o varios puntos, se perfora un pozo.

CUADRO V  
TIPOS DE GALERÍAS EXISTENTES EN TENERIFE

Tipo	Número	Longitud (Km)	Q (l/s) Extr.	(Hm <sup>3</sup> /año)
Galería-naciente	336	78	220	7
Galería-convencional	494	1.490	4.900	155
Socavones	208	47	—	—
Galería-pozo	9	6	40	1
<b>TOTAL</b>	<b>1.047</b>	<b>1.621</b>	<b>5.160</b>	<b>163</b>

FUENTE: SHT, 1991



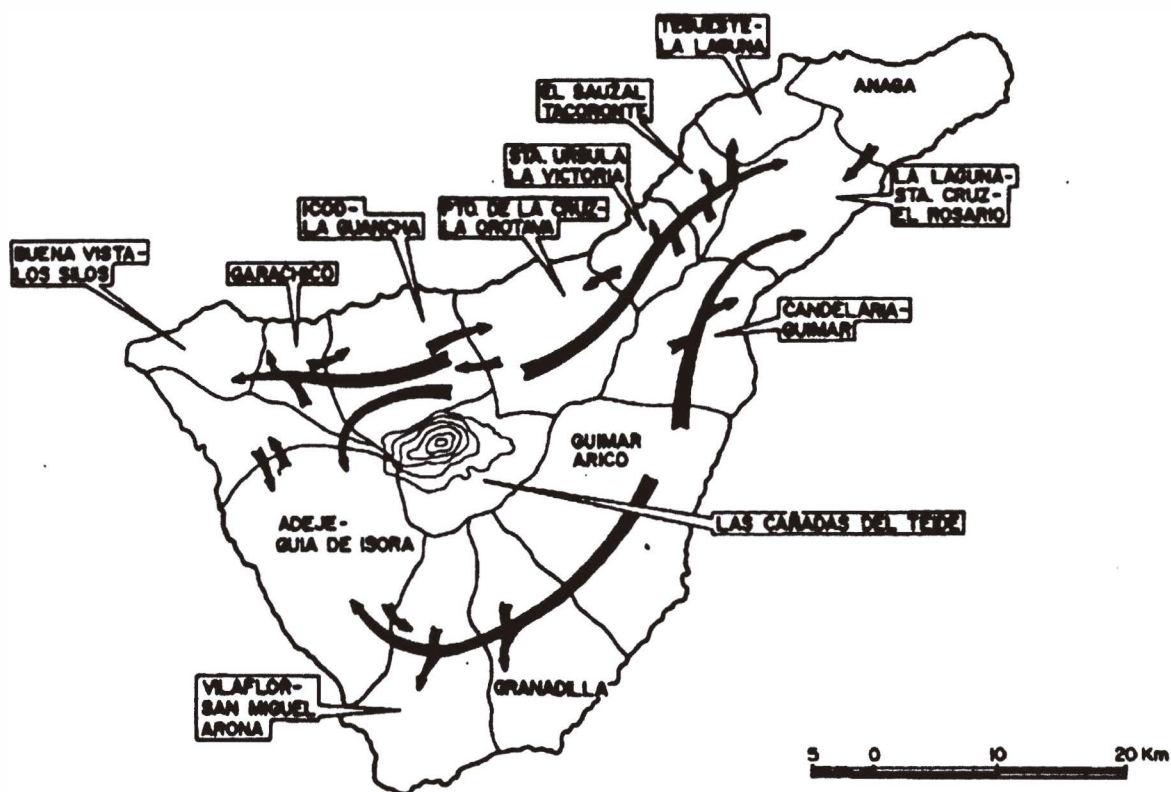


FIGURA 2.—Distribución de áreas suministradoras y receptoras de agua  
(Fuente: Soler y Lozano, 1985)

CUADRO VI  
TIPOS DE POZOS EXISTENTES EN TENERIFE

Tipo	Número	Prof. (Km)	Q (l/s)	Extr. (Hm <sup>3</sup> /año)
Pozos ordinarios	120	1'7	10	0
Pozos «canarios»	286	40'5	1.200	38
Pozos-sondeo	31	9'5	350	11
<b>TOTAL</b>	<b>437</b>	<b>51'7</b>	<b>1.560</b>	<b>49</b>

FUENTE: SHT, 1991.

**Pozos.**—Aunque ya se perforan y explotan sus aguas en los tiempos inmediatamente posteriores a la conquista de la isla (*pozos ordinarios*), es a principios del siglo actual cuando se ejecutan obras de este tipo de relativa importancia, concibiéndose como alternativa a los manantiales e incluso a las galerías. El desarrollo acaece en la década de los sesenta, con aumento notable de las profundidades (en los momentos presentes ya se han sobrepasado los 650 m.) y de los caudales bombeados. Con ellos se aprovecha, preferentemente, la franja perimetral de la zona saturada general, antes de la descarga al mar y muy cerca del nivel de éste. Según el diámetro de la perforación, se clasifican en:

1) Pozos «canarios»: Con diámetro interior de unos 3 m., su profundidad media es de un centenar de metros. La amplitud de su sección permite la excavación de galerías horizontales de fondo que aumentan la superficie de drenaje.

2) Pozos-sondeo: Sondeos con diámetro entre 20 y 70 cm., generalmente entubados y cuya profundidad media es de 300 m. Las dimensiones de la sección imposibilitan abrir, después, galerías de fondo.

**Manantiales.**—Son surgencias naturales de agua. Según su ubicación y naturaleza, se clasifican en manantiales altos (de medianías o de cumbreres), fuentes costeras y fuentes de baja marea («bueyes de agua»).

### *Redes de distribución*

Tenerife cuenta con una red importante de conducciones que permiten llevar las aguas desde los puntos de producción (galerías, pozos y, en menor medida, nacientes o manantiales y embalses) a los de consumo.

Un esquema de la red consta de tres elementos: a) conductos que enlazan las captaciones con ...; b) los de trasvase intermunicipal o interzonal, y c) los que, partiendo de éstos, distribuyen los caudales a los diferentes puntos de destino. Los primeros, comúnmente llamados «bajantes», suelen consistir en canales de reducida a mediana capacidad, aunque, moderadamente, vienen sustituyéndose, con mucha lentitud, por tuberías. Entre los terceros, el empleo de canales y tuberías, generalmente de capacidad más pequeña que la de los «bajantes», está más equilibrado.

Las conclusiones de trasvase o principales son, mayoritariamente,

canales con capacidades que no sobrepasan un 1 m<sup>3</sup>/seg. Su **discurrir** es paralelo a la costa y, con el fin de permitir el riego por gravedad de las áreas agrícolas insulares, se localizan entre las costas 150-1.000 m. La ubicación de las zonas de demanda en los distintos momentos de construcción, a la vez que la existencia de obstáculos difíciles de salvar (generalmente barrancos), han dado lugar a que, en la mayor parte de las zonas existan conducciones de trasvase muy próximas en planta o alzado y con sentidos de la corriente contrarios. Es obvio aclarar que aguas de múltiples captaciones se consumen directamente en el entorno del punto donde se sitúa cada una, entendiendo por tal entorno una franja más o menos amplia que se prolonga de cumbre a mar, de modo que el agua no entra en los trasvases.

Una visión gráfica de la distribución de áreas suministradoras o receptoras es la de la figura 6. En esa distribución, se tienen en cuenta los puntos de captación de agua, las zonas de consumo y los volúmenes trasvasados (todo ello referido al año 1985).

#### LA ISLA DE GRAN CANARIA

La isla de Gran Canaria, con 1.532 Km<sup>2</sup>, es la tercera en superficie del archipiélago. Como el resto, su origen es volcánico, correspondiendo su morfología a la de un gran edificio volcánico de génesis compleja, con forma cónica relativamente retrabajada por los procesos erosivos. Presenta un relieve abrupto que alcanza los 1.949 m. en el Pico de las Nieves, en su zona central, a unos 20-25 Km. de la costa, de donde parten una serie de barrancos radiales profundamente encajados.

Los vientos alisios (del NE) y el relieve conforman su climatología. En la zona Norte, más lluviosa, se dan climas, según la altitud, que van desde templado seco (costa) a templado húmedo (700-1.300 m.) y continental (cumbres), variando la precipitación de 200 a 1.000 mm/año. La zona Sur es más seca, con precipitaciones que oscilan entre 850 a menos de 100 mm/año, presentando las cotas inferiores a los 600 m. un clima desértico.

Esta climatología ha condicionado la evolución de los suelos y la distribución florística y faunística autóctonas y, en buena medida, los asentamientos de población y cultivos tradicionales.

*Marco socioeconómico del agua*

Como en todo el archipiélago, la bondad del clima y la feracidad de los suelos, han hecho del agua una propiedad tan preciada como la tierra misma, por ser el elemento imprescindible para la producción agrícola. Su escasez, desde tiempos históricos, ha condicionado una peculiar cultura de su manejo y propiedad, cuyo arranque se produce en los repartos de tierras y aguas del siglo XVI y culmina en el presente, con la comercialización de más de 2.000 captaciones por iniciativa privada.

La definición, en 1985, de las aguas como de dominio público por el Estado, va acompañada del reconocimiento de la peculiaridad de los recursos del archipiélago, otorgándole a la Comunidad Autónoma Canaria la capacidad de dictar su propia legislación. En 1987, la Comunidad emite su primera Ley de Aguas, que sufre un importante rechazo político y social, volviendo a emitirse una nueva legislación en 1990, que está comenzando su andadura.

En los 1.532 Km<sup>2</sup> que tiene la isla, se asienta una población de unos 680.000 habitantes, a los que se añaden de 50.000 a 170.000 habitantes más, procedentes del turismo, pudiendo estimarse la población total, de hecho, en torno a los 800.000 habitantes (unos 535 hab/Km<sup>2</sup>). Ello significa que sobre el 20% de la superficie del archipiélago se asienta más del 45% de su población.

Como el resto del archipiélago, las principales fuentes de actividad de la población y del producto interior bruto corresponden al sector servicios, que incluye el turismo, ocupando más del 65% de la población activa y generando más del 68% del Producto Interior Bruto (PIB). Los sectores agrícola e industrial, que son los siguientes en entidad, representan cada uno de ellos, menos del 15% tanto en ocupación de población como en PIB.

La distribución espacial de la población y de su actividad está condicionada por la geomorfología y climatología, que se han impuesto como limitantes, junto con las disponibilidades de agua, en el uso del territorio para las actividades de los diferentes sectores.

Así pues, se han concentrado los asentamientos de población y superficies de cultivo en las zonas costeras, hasta cotas de unos 300 m., y en el fondo de los barrancos, por su menor pendiente. El puerto, turismo, aeropuerto y el abandono de una estructura social agrícola han polarizado, todavía más, estos asentamientos hacia el Noreste y costa del Sur. Por ello, la densidad de población varía desde los 3.700 hab/Km<sup>2</sup> del municipio de

Las Palmas de G.C. a los 23 hab/Km<sup>2</sup> de Artenara, que puede considerarse como representativo del oeste de la isla.

A estas limitaciones que la abrupta topografía impone (más del 50% de la superficie de la isla tiene pendientes superiores al 30%), se añade la práctica ausencia de recursos energéticos propios y la escasez de recursos hídricos convencionales, estimados. Según el Avance del Plan Hidrológico de Gran Canaria (en adelante PHGC), estos recursos se cifran en unos 108 Hm<sup>3</sup>/año entre captaciones de aguas superficiales y subterráneas (2'2 l/s/Km<sup>2</sup>/año o 370 l/hab/día). En cuanto a los recursos no convencionales, han ido adquiriendo mayor peso en los recursos totales aprovechados, con una producción anual de 12 Hm<sup>3</sup>/año (9%).

Según el PHGC, la población plantea un consumo bruto de 52'3 Hm<sup>3</sup>/año de los que 37'5 corresponden a la población estable y los restantes 14'8 al turismo; el consumo neto se estima, con unas pérdidas en la red en torno al 30%, en unos 36'6 Hm<sup>3</sup>/año. Las dotaciones de abastecimiento oscilan entre los 78 y los 268 l/hab/día, con medias de 157 y 192 l/hab/día para la población estable y la turística respectivamente.

La incorporación a principios del presente siglo del motor de explosión para la extracción de agua, supuso la mayor revolución en la agricultura, que se polarizó en su producción hacia la explotación del plátano y el tomate. Actualmente, la superficie en cultivo alcanza unas 13.000 has., de las cuales son de regadío unas 11.124 has., que originan un consumo de agua de unos 65 Hm<sup>3</sup>/año, que se distribuyen según el PHGC de la siguiente manera:

CUADRO VIII  
SUPERFICIES EN CULTIVO Y CONSUMOS DE AGUA

Cultivo	Superficie (has.)	Consumo (Hm <sup>3</sup> /año)	%
Cultivos de primor	3.067	27'12	41'7
Platanera	2.313	22'98	35'4
Patata	2.136	4'57	7'0
Frutales	1.272	3'92	6'1
Otros	2.230	6'36	9'8
<b>TOTAL</b>	<b>11.124</b>	<b>64'95</b>	<b>100</b>

FUENTE: SHCB, 1991

En el cuadro anterior, los consumos están calculados para un año de pluviometría media. Los cultivos de primor corresponden a las hortalizas (tomates, pepinos, pimientos, etc.) y flores, todos ellos de exportación, cultivados tanto en invernaderos como al aire libre. En la platanera, se incluyen, además de ésta, los frutos tropicales arbóreos (mangos, papaya, etc.). Los frutales engloban los aguacates, cítricos y frutales mediterráneos y, finalmente, la patata y otros corresponden a cultivos de consumo interno.

Comparando la situación actual con las existentes en otras épocas de estudio, SPA-15 (1973) y MAC-21 (1979), la demanda de agua ha pasado de los 126'8 Hm<sup>3</sup>/año en 1973 a los 105'4 Hm<sup>3</sup>/año en 1979 (15'4% menos), disminuyendo el 48'4% para situarse en los 65 Hm<sup>3</sup>/año actuales. Sin embargo, la superficie en regadío ha disminuido solamente un 20'1% de las 13.921 has. de 1973.

Las causas de esta variación en la demanda de agua se deben, fundamentalmente, a factores económicos como el coste del agua, y más cuando ésta debe ser de buena calidad, situaciones de mercado de los productos y, en cierta medida, la presión urbanística.

Ello ha implicado un cambio en los cultivos, con una pérdida de importancia de la platanera en cuanto a superficie (4.059 has. en 1972 y 2.312 en 1988) y entidad económica frente a los cultivos de primor. También, una disminución de las dotaciones de riego por el uso de técnicas más avanzadas y el empleo de invernaderos, a pesar de estar las primeras relacionada con la estructura de propiedad de la tierra. Asimismo, el abandono de algunas superficies en regadío y, en algunos casos, el cambio de uso de la tierra.

Para el futuro, la tendencia ya iniciada, que apuntaba hacia una disminución del cultivo de platanera, un aumento de los cultivos de primor, con predominio del tomate por precisar una menor calidad del agua, y una estabilización en las superficies ocupadas por el resto de los cultivos, se ha tornado incierta y, sobre todo, para los cultivos de exportación, ante las condiciones de mercado que se produzcan con la incorporación a la CEE. En general, las causas de la disminución de la demanda de agua para uso agrícola se deben a factores económicos como el coste del agua, y más cuando ésta debe ser de buena calidad, situaciones de mercado de los productos y, en cierta medida, al desarrollo turístico.

En cuanto a la distribución espacial y temporal de esta demanda,

conviene destacar, según el PHGC, que 5.862 has., el 52'7% de la superficie en regadío, con un consumo de 52'8 Hm<sup>3</sup>/año, el 81'3% del total, se encuentran a cota inferior a los 300 m. Asimismo, a lo largo del año, las mayores demandas se producen en las zonas Este y Sur, en los meses de diciembre a febrero, y las menores en los de mayo a julio. En la zona Norte, la demanda, más regular, tiene su máximo en agosto. El consumo industrial, según el PHGC, se ha evaluado en torno a los 2 Hm<sup>3</sup>/año, situándose en la zona Este donde se encuentran los núcleos más importantes de población y áreas industriales.

La explotación de los recursos hídricos se efectúa en su mayor parte por iniciativa privada, originando un mercado interno del agua que se estima sobrepasa los 7.000 millones de pesetas. Este mercado ha hecho factible, tanto por objetivos de bienestar social y calidad de vida, como por motivos económicos, la puesta en funcionamiento de plantas desaladoras y depuradoras de aguas residuales, cuya producción actual supera los 35 Hm<sup>3</sup>/año, existiendo programas para su incremento. En la actualidad, el mayor volumen de agua disponible procede de los pozos y plantas desaladoras y depuradoras, creando un binomio agua-energía limitante en el desarrollo socioeconómico de la isla. Este binomio es dependiente exteriormente del precio de los combustibles, no diversificados, así como las desaladoras de las tecnologías.

### *Hidrogeología*

Los procesos eruptivos que han formado Gran Canaria se iniciaron durante el Mioceno, hace más de 14 m.a., con una fase de volcanismo submarino, cuyas emisiones se estima alcanzan el 75% del volumen total de la isla, aunque no afloran los materiales a que dieron lugar.

Los procesos subaéreos, iniciados hace unos 14 m.a., se caracterizan por la existencia de tres grandes períodos, o ciclos magmáticos, durante los cuales tienen lugar procesos magmáticos de muy diferente duración, tipología y entidad, que presentan secuencias discontinuas dentro de cada ciclo. Estos grandes ciclos alternan con otros dos, también grandes, de ausencia de actividad volcánica, en los que los procesos son de erosión-sedimentación.

En la isla se presentan importantes variaciones de clima, en función de

la altura y orientación. Entrando en cifras globales, la precipitación media anual se ha calculado con datos de 37 años de unas 121 estaciones, en unos 300 mm/año (466 Hm<sup>3</sup>/año) (PHGC, 1990), existiendo una fuerte irregularidad interanual, correspondiendo los años secos y húmedos a valores del 64% y 144% de la precipitación media. Además de ello, y sobre todo en las vertientes sur, la irregularidad de intensidad de los aguaceros que originan las precipitaciones de cierta entidad es notable. Esta precipitación se distribuye, admitiendo los porcentajes que se estimaron en el SPA-15 a falta de nuevos datos procedentes de mediciones, de la siguiente manera:

65%	Evapotranspiración	303 Hm <sup>3</sup> /año
16%	Escorrentía	75 Hm <sup>3</sup> /año
19%	Infiltración	88 Hm <sup>3</sup> /año

Dada la irregularidad de las precipitaciones, de los 75 Hm<sup>3</sup>/año, que teóricamente supone la escorrentía media, se aprovechan únicamente unos 8-11 Hm<sup>3</sup>/año. Para ello, se utilizan 61 grandes presas, con una capacidad de almacenamiento de 78'6 Hm<sup>3</sup>/año, aprovechada interanualmente en menos del 15%, y más de 700 depósitos de utilización conjunta con aguas subterráneas, con una capacidad de almacenamiento de unos 14 Hm<sup>3</sup>. Conviene destacar que el régimen de concesiones, en buena medida ligado a la cultura del agua tradicional, y la inexistencia de regulaciones integrales de cuencas, dificultan considerablemente el aprovechamiento de estos recursos superficiales ya de por sí de difícil manejo.

Como se planteó el SPA-15 (1975), en un esquema que mantiene su validez, el funcionamiento hidrogeológico de la isla está caracterizado por la existencia de un acuífero insular con un flujo radial desde el centro de la isla a la costa. Este flujo está zonalmente condicionado por la estructura del edificio volcánico y sus materiales, el encajamiento de la red de drenaje y, actualmente, por las extracciones.

La estructura ha sido descrita a grandes rasgos en el apartado de geología. Los materiales son permeables por fisuración o porosidad (volcánicos). Las permeabilidades y restantes parámetros hidráulicos de los materiales volcánicos dependen de su proceso de emisión, composición petroquímica y de su historia geológica, que engloba desde litificaciones y alteraciones, a fracturaciones y compactaciones posteriores. Por ello, son muy amplios los límites de variación de estos parámetros. Sin embargo, de un modo general, presentan mejores características hidrodinámicas los



productos efusivos que los intrusivos, los básicos que los sálicos, los escoriáceos que los lávicos, y éstos que los aglomeráticos. La antigüedad incide negativamente, debido a las alteraciones, compactaciones, etc.

Los materiales sedimentarios presentan características hidrogeológicas similares a los existentes en dominios sedimentarios, aunque las altas energías y brevedad de los procesos influyen favorablemente en sus características hidrogeológicas. Por ello, en los diferentes estudios efectuados sobre la isla (ver bibliografía), se han llegado a estimar valores de estos parámetros dentro de la siguiente gama (cuadro IX):

CUADRO IX

<u>Formación</u>	<u>K (m/día)</u>	<u>T (m<sup>3</sup>/día)</u>	<u>S</u>
Basaltos antiguos	0'01-0'50	5-50	0'50-1'0
Traquibasaltos	<0'01-0'50	<1-10	<0'01-0'1
Fonolitas	0'10-0'50	1-25	0'01-0'50
Roque Nublo	0'10-1'00	10-20	0'50-5'0
Basaltos modernos	0'50-5'00	10-1.000	1'0-5'0
Fm. Detrítica L.P.	0'50-10'00	10-500	1'0-5'0
Aluviales	1'00-10'00	100-1.000	5'0-10'0

Según datos del PHGC, se estima que en la isla existen actualmente unas 1.300 captaciones en funcionamiento de las cerca de 2.000 construidas. Su distribución espacial está condicionada por la geología, que ha definido su mayor o menor éxito, y por su rentabilidad, que está en función de la calidad del agua, caudales y mercado. La topografía ha condicionado, como en el resto del archipiélago, su modalidad, existiendo unos 1.200 pozos y sondeos, con una longitud conjunta perforada que supera los 140 Km.; unas 80 galerías, con una longitud conjunta superior a los 125 Km. y unos 20 nacientes de cierta entidad. La producción se ha estimado (PHGC) en unos 100 Hm<sup>3</sup>/año, frente a los 125 Hm<sup>3</sup>/año de 1973.

Los pozos están contruidos excavando los materiales, mediante explosivos, con diámetros de unos 3 m., alcanzándose profundidades que superan en algunos casos los 500 m. Es frecuente la existencia de obras

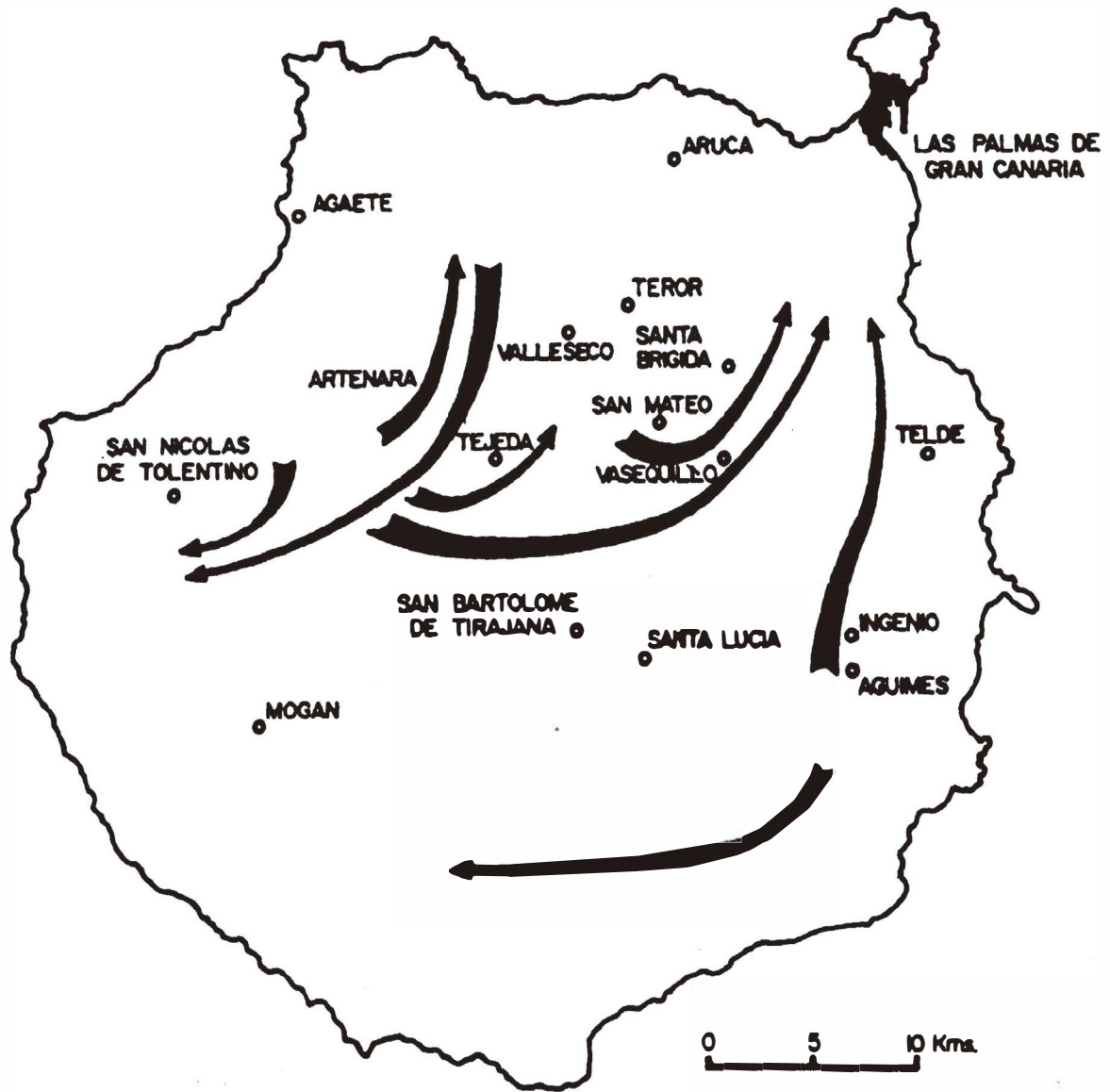


FIGURA 3.—Distribución de áreas suministradoras y receptoras de agua  
(Fuente: Soler y Lozano, 1985)

secundarias, de direcciones muy variables, en un intento de mantener los caudales de bombeo: galerías y sondeos de pequeño diámetro (catas). Los caudales específicos de estos pozos (SPA-15) varían de 0'1 a 3 l/s/m. Es muy probable, aunque no se dispone de datos recientes, que la profundidad media de estos pozos en funcionamiento, que en el SPA-15 ya se estimaba en 125-150 m., haya aumentado por abandono de los menos productivos y reprofundización de los que están en uso. En las zonas costeras (hasta los 300 m. de cota), los pozos penetran habitualmente por debajo del nivel del mar, sobrepasando éste en algunos casos más de un centenar de metros.

La piezometría de la isla obedece al esquema apuntado, alcanzando el acuífero en la zona central cotas superiores a los 1.300 m. y extendiéndose hasta la costa, dándose pendientes superiores al 5%. En el SE (Arinaga-Tirajana), existen áreas en que hay depresiones piezométricas debido a las extracciones permanentes, a costas muy inferiores al nivel del mar (hasta -50 m.).

Dado que los puntos de toma de datos en los diferentes estudios que se han realizado son escasamente coincidentes, además de las dificultades que presenta la toma de niveles estáticos, se ha intentado por diversos métodos (PHGC e ITGE) cuantificar los descensos ocurridos desde el SPA-15 a la actualidad. El resultado ha sido la aparición de descensos puntuales superiores a los 100 m. (15 m/año) y otros más extensos en zonas del NO, centro y de E a S, que superan los 50 m. (5 m/año), los cuales pueden explicar la necesidad de reprofundización de las captaciones.

En las áreas costeras, y en relación con los bombeos, existen fenómenos de intrusión marina de muy variable entidad, que se sitúan fundamentalmente desde el E al SE (Telde hasta el Barranco de Tirajana), donde la isolínea de 1.000 ppm. de cloruros se encuentra a distancias entre 2 a más de 5 Km. de la costa (Tirajana).

Como en el caso de la piezometría, la comparación de situaciones anteriores de esta intrusión con la actual no ha estado exenta de dificultades, pero lo que sí es constatable es que en la época del SPA-15, la isolínea estaba muy próxima a la costa en el E y se encontraba en la zona de Tirajana-Arinaga unos 2-3 Km. más próxima a la costa.

Finalmente, cabe destacar que, tanto los descensos de los niveles, como las mermas de calidad del agua por mineralización o intrusión, se traducen en un aumento del consumo de energía del que la isla y la región son deficitarias.

## CONCLUSIONES

1.º Se ha hecho una síntesis actualizada con los principales datos geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos de las Islas Canarias, poniendo especial énfasis en las islas principales: Tenerife y Gran Canaria.

2.º Se ha puesto en evidencia la gravedad del problema del agua y su coste, frente al aumento de la demanda por el turismo y el crecimiento demográfico.

3.º Se ha hecho una evaluación de las reservas subterráneas en Tenerife y Gran Canaria.

4.º Es necesario actualizar los datos hidrometeorológicos para establecer balances hidráulicos fiables y poder evaluar la infiltración (los coeficientes usuales han sido minimizados hasta ahora), amén de tener presente la precipitación horizontal (debida a nieblas) y la condensación del vapor de agua atmosférico.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANGUITA, F. y GARCÍA CACHO, L. (1989): «La caldera de explosión del estratovolcán Roque Nubio. Isla de Gran Canaria», *E.S.F. Meeting on Canarian Volcanism*. Lanzarote, Libro de abstracts, pp. 145.
- ARAÑA, V. y CARRACEDO, J. C. (1978): *Los volcanes de las Islas Canarias, III: Gran Canaria*, Ed. Rueda, 175 pp.
- (1978): *Los volcanes de las Islas Canarias, II: Lanzarote y Fuerteventura*, Ed. Rueda, 176 pp.
- BRAJOS, J. J. (1989): *Zonificación hidrogeológica de Tenerife: Evolución de la superficie freática*. Plan Hidrológico Insular, Cabildo de Tenerife.
- COELLO, J.; CUBAS, C. R.; HERNAN, F.; HERNÁNDEZ-PACHECO, A. y NUEZ, J. de la (1985): *Síntesis de la actividad volcánica de las Islas Canarias*, Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, 48 pp.
- CUSTODIO, E. (1978): *Geohidrología de terrenos e islas volcánicas*, Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid.
- CUSTODIO, E. y otros (1989): *Hidrology of the Canary Islands (Spain)*, tomo XIV, Hidrogeología y Recursos hidráulicos, A.E.H.S. (G.T.H.), Madrid.
- ENSLIN, J. F. y BREDEKAMP, D. P. (1963): *The value of pumping tests for the assessment of groundwater supplies in secondary aquifers in South-Africa*, Asociación Internacional de Hidrología Científica, Asamblea General de Berkeley, Pub. 64, 1964, pp. 213-224.
- FUSTER, J. M.; HERNÁNDEZ-PACHECO, A.; MUÑOZ, M.; RODRÍGUEZ BADIOLA, E. y GARCÍA CACHO, L. (1968): *Geología y volcanología de las Islas Canarias. Gran Canaria*, Instituto «Lucas Mallada», C.S.I.C., 243 pp.
- FUSTER, J. M.; FERNÁNDEZ SANTIN, S. y SAGREDO, J. (1968): *Geología y volcanología de las Islas Canarias*, Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C., 177 pp.

- GABALDÓN, V.; CABRERA, M. C. y CUETO, L. A. (1989): «Formación detrítica de Las Palmas. Sus facies y evolución sedimentológica», *E.S.F. Meeting on Canarian Volcanism*, Lanzarote, Libro de abstracts, pp. 210-215.
- GEOGRAFÍA DE CANARIAS (1988): *Geografía Comarcal*, Ed. Interinsular Canaria, vol. 5, Tenerife.
- GIL, A.; MORALES, A. y otros (1988): «Captación de aguas subterráneas para uso agrario en la isla de Gran Canaria», *Demanda y Economía del agua en España*, Instituto Universitario de Geografía, Alicante.
- GONZÁLEZ PÉREZ, R. D. (1988): «La Ley de Aguas y la explotación de acuíferos en Canarias», *Jornadas AIH (Grupo Español)*, Zaragoza, Comunicación, pp. 339-354.
- (1989): «Aspectos pendientes de la legislación de aguas en Canarias», *Jornadas jurídico-técnicas sobre las aguas subterráneas en la nueva legislación de aguas*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.
- (1991): «Las reservas de aguas subterráneas en Canarias», *XXIII Congreso A.I.H. «Sobreexplotación de acuíferos»*, Puerto de la Cruz (Tenerife).
- HANSEN, A. (1987): *Los volcanes recientes de Gran Canaria*, Ed. Cabildo Insular de Gran Canaria, 151 pp.
- HERNÁNDEZ, B. (1990): «Lanzarote, la isla pionera en el campo de la desalación», *Dinámica*, pp. 44-47.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1989): *Las aguas subterráneas en España*, Estudio de síntesis, Madrid.
- (1990): *Mapa Geológico de España, escala 1:25.000*. Hojas 1.100-I-II a 1.114-III (Gran Canaria).
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1984): *Control piezométrico y de calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros de la isla de Gran Canaria. Análisis del período 1979-1983*, Col. Inf.
- (1979-1990): *Control piezométrico y de calidad de las aguas subterráneas*. Un informe por año. Proyectos del PCGA del ITGE.
- INTECSA (1980): *Estudio del agua subterránea de la isla de Tenerife mediante un modelo matemático*. Excma. Mancomunidad Provincial Interinsular de Sta. Cruz de Tenerife.
- MAC-21 (1981): *Informe de recopilación y síntesis sobre el proyecto de planificación y explotación de los recursos de agua en las Islas Canarias*, septiembre.
- MARTÍ, J.; COLOMBO, F.; PLANA, F. y QUERALT, I. (1989): «Palagonitized tuffs at El Golfo Volcano (Lanzarote)», *E.S.F. Meeting on Canarian Volcanism*, pp. 88-90.
- NAVARRO, J. M. (1974): «La estructura de Tenerife y su influencia en la hidrogeología», *Simp. Intern. Hidrología Terrenos Volcánicos*, Lanzarote.
- NAVARRO, J. M. y FARRUJIA, I. (1989): *Zonificación hidrogeológica de Tenerife: Aspectos geológicos e hidrogeológicos*, Plan Hidrológico Insular, Cabildo de Tenerife, 145 pp.
- NOGALES, J. y SCHMINCKE, H. U. (1969): «El pino enterrado de la Cañada de Las Arenas (Gran Canaria)», *Cuad. Bot. Canar.*, 5:23-25.
- ORTIZ, R. (1989): *ESF Meeting on Canarian Volcanism. Excursiones L 1, 2, 3. Lanzarote*. E.S.F.-C.S.I.C., pp. 3-38.
- P.H.I. de Tenerife (1989): *Avance: Bases para el planeamiento hidrogeológico*, 133 pp. Cabildo de Tenerife.
- RODRÍGUEZ, W. (1988): «Galerías y pozos en Canarias» en Gil, A. y Morales, A. y otros: *Demanda y Economía del Agua en España*, Instituto de Geografía, Alicante.
- SCHMINCKE, H. U. (1976): «Geology of The Canary Islands», in G. Kunkel (ed.): *Biogeography and ecology in the Canarian Islands*, W. Junk, The Hague, pp. 67-184.
- (1987): *Geological field guide of Gran Canaria*, Ed. Pluto-Press, 127 pp.

- SOLER LICERAS, C. y LOZANO, O. (1985): «El agua en Canarias», Bol. Inf. y E. (SGOP, MOPU, Madrid), n.º 4, enero.
- (1985): «El agua», *Geografía de Canarias*, T. 1, Ed. Interinsular, pp. 203-241.
- SOLER LICERAS, C. (1988): *Intrusión marina en el archipiélago canario: Estado actual para las islas occidentales*, TIAC'88, Almuñécar (Granada).
- SPA-15 (1975): *Estudio de los Recursos de Agua en las Islas Canarias*, UNESCO/UNDP/ Gobierno español, Las Palmas de Gran Canarias, Madrid, 3 vols.

**RESUMEN.**—Las Islas Canarias están situadas frente a la costa atlántica del Sáhara y tienen una superficie total de 7.560 Km<sup>2</sup>. Su origen es totalmente volcánico, principalmente formadas por depósitos subaéreos de lavas y piroclastos. También viejas lavas submarinas afloran en algunas islas, constituyendo un basamento común en las principales islas. Los materiales modernos pueden ser altamente permeables. Las formaciones más antiguas son generalmente menos permeables, pero si contienen discontinuidades ellas permiten la circulación del agua a varios cientos de metros de profundidad. La escorrentía superficial es muy variable. En algunas áreas es prácticamente nula, mientras que en otras partes hay chubascos intensos que pueden transportar grandes cantidades de sedimentos a través de los barrancos.

En base a los estudios ya realizados SPA-15 y MAC-21, principalmente, y otros más pormenorizados, se discuten los diferentes balances por islas, desigual asignación de volúmenes de reservas por islas, en especial de Gran Canaria y Tenerife. Asimismo, se hacen matizaciones a las diferentes evaluaciones cuantitativas según los diferentes autores, de las estimaciones del coeficiente de almacenamiento y de las dificultades de cálculo de estas islas volcánicas.

**PALABRAS CLAVE.**—Canarias. Basamento. Basaltos. Acuífero. Piroclastos, Recursos hidráulicos.

**ABSTRACT.**—The Canary Islands have a in front of the Atlantic coast of the Sahara, total land surface is 7.560 km<sup>2</sup>. They are fully volcanic in origin, mostly of subaerial deposits of lavas and pyroclastic. Also old submarine lavas outcrop in some islands constituting a basement that probably underlies most of the islands. Young volcanic materials may be highly permeable. Older formations are generally poorly pervious, but contain discontinuities of several kinds that allow the movement of around water even at depths of many hundred of metres. Surface runoff is highly variable. In some areas it is practically nil whilst in others storms can originate intense, fast floods great quantities of sediments and downcut deep canyons and gullies.

The distinct hydric balances and unequal water reserves, particularly in Gran Canaria and Tenerife Islands are discussed on the basis of the SPA-15 and MAC-21 reports as well as some more detailed studies.

The conclusions of different authors and reports are quantitatively compared as to the storage estimates and the difficulty of calculating this parameter for these volcanic islands. Lastly, the amount of feasible exploitation of the island aquifers is considered and evaluated.

**KEY WORDS.**—Aquifer. Volcanic islands. Water resources.

**RÉSUMÉ.**—Les Îles Canaries sont situées devant la côte atlantique du Sahara. Ont une surface totale est 7.519 km.<sup>2</sup> Leur origine est totalement volcanique, elles sont formées principalement par des dépôts sous-aériens de laves et de pyroclastes. En même temps, des vieilles laves sous-marines affleurent sur quelques îles en constituant un soubassement commun aux îles principales. Les matériaux modernes peuvent être très perméables. Les formations les plus anciennes sont, en général, beaucoup moins perméables, mais dans le cas qu'elles comptent sur des discontinuités, elles permettent la circulation de l'eau à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres. L'écoulement superficiel est très variable. Sur quelques zones, est pratiquement inexistante tandis que sur d'autres zones il y a d'intenses averses qui peuvent transporter des grandes quantités de sédiments à travers les ravins.

Sur la base des études déjà réalisées SPA-15 et MAC-21, principalement, et d'autres plus détaillés, on discute les différents bilans sur chaque île, l'inégale assignation de volumes de réserve par île, spécialement en ce qui concerne Gran Canaria et Tenerife. De la même manière, on fait des nuances aux différentes évaluations quantitatives selon les différents auteurs, les estimations des stockages et des difficultés de calcul sur ces îles volcaniques.

**MOTS CLÉ.**—Îles Canaries. Soubassement. Basaltes. Aquifère. Pyroclastes. Ressources hydrauliques.