

LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA ISLA  
DE LA GOMERA

por

E. FERNANDEZ CALDAS y V. PEREZ GARCIA



PUBLICADO EN  
ANALE DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA  
TOMO XXXII, NÚMS. 3-4.—MADRID, 1973

# LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA ISLA DE LA GOMERA

por

E. FERNANDEZ CALDAS y V. PEREZ GARCIA

## SUMMARY

### THE UNDERGROUNDS WATERS OF THE ISLAND OF THE GOMERA

A study is made of the subterranean and surface waters of the Gomera Island, taking into account ten hydrographic sections of different lithological characteristics.

The main water sources correspond to spring and basal waters. Under-ground waters in the deep dike complex are very scarce.

The waters in the high regions are of low salinity.

In the basal waters, the qualitative and quantitative composition are mainly influenced by the sea water.

Para realizar un estudio de las características químicas de las aguas subterráneas de la isla de La Gomera, es conveniente dividir esta isla en dos mitades: Norte y Sur, de características litológicas diferentes (1), subdivididas a su vez en diez cuencas hidrográficas.

Según T. Bravo (1), la mitad Norte presenta como característica principal el predominio de manantiales de agua colgada de gran caudal, y numerosas fuentes de ladera de pequeño caudal muy difundidas por toda la plataforma central.

En la mitad Norte son escasas las aguas basales en toda la faja costera.

La característica principal de la región Sur corresponde a la existencia de aguas colgadas, de caudal menor que las existentes en la vertiente Norte, fuentes difusas de escaso caudal, principalmente en los bosques, y aguas basales en la faja costera, que representan el principal recurso hidrológico de esta zona.

En esta isla se han realizado intentos de prospección de aguas, mediante la construcción de galerías, con resultados poco alentadores. En la actualidad, el volumen más importante de aguas subterráneas corresponde a los manantiales que hemos indicado.

Es muy difícil señalar un número exacto de nacientes en la isla de La Gomera, por su amplia difusión en toda la isla. En nuestro trabajo hemos estudiado las aguas que manan de 32 nacientes, que consideramos representativos de la totalidad de la isla.

De estos nacientes, 18 pertenecen a la vertiente Norte y 14 a la vertiente Sur.

La misma dificultad que existe en señalar un número exacto de nacientes se presenta al intentar establecer sus caudales particulares. En la tabla I se indican los caudales totales correspondientes a las diez cuencas hidrográficas a que nos hemos referido.

En cuanto a las aguas de pozos, hemos estudiado 15 manantiales, distribuidos en las vertientes Norte (seis) y Sur (nueve).

La situación, tanto de los nacientes como de los pozos, se encuentra señalado en el Plano (1), donde se indican las vertientes Norte y Sur, así como las cuencas hidrográficas en que T. Bravo divide la isla de La Gomera.

TABLA I

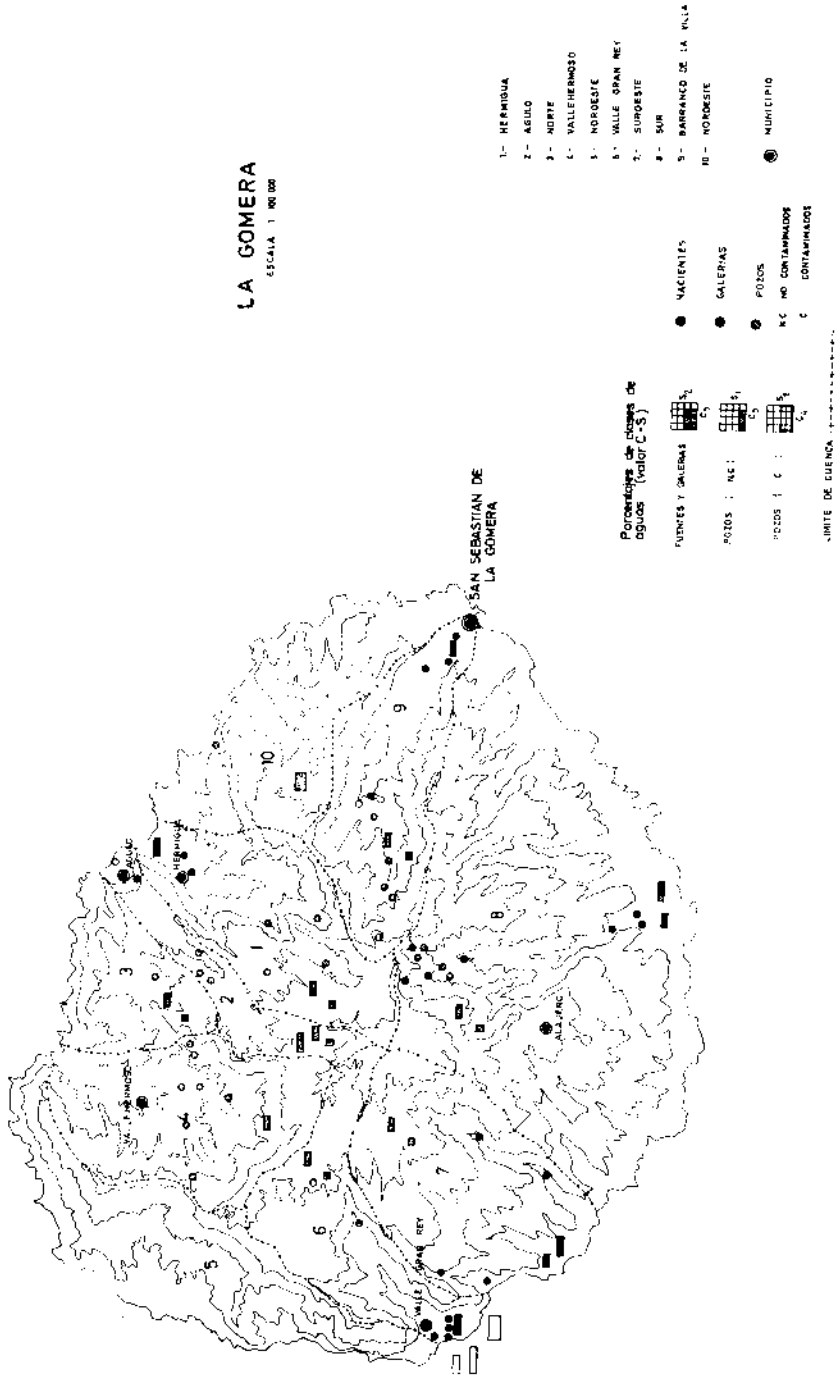
*Caudales en las diferentes cuencas hidrográficas de la isla de La Gomera*

Cuenca hidrográfica	Vertiente	Nacientes m <sup>3</sup> / año	Pozos m <sup>3</sup> / año	Total m <sup>3</sup> / año
1. Hermigua.....	Norte	1.300.000	100.000	1.400.000
2.—Agulo.....	»	470.000		470.000
3.—Norte.....	»	94.500		94.500
4.—Vallehermoso..	»	800.000		800.000
5.—Noroeste.....	»	621.500		621.500
6.—Valle Gran Rey.	»	1.500.000	1.000.000	2.500.000
7.—Suroeste.....	Sur	216.500	450.000	666.500
8.—Sur.....	»	720.000	850.000	1.570.000
9.—Bco. La Villa..	»	532.000	700.000	1.232.000
10.—Nordeste.....	Norte			

Caudal nacientes = 6.254.500 m<sup>3</sup> / año

Caudal pozos = 3.100.000 m<sup>3</sup> / año

Caudal total = 9.354.500 m<sup>3</sup> / año



## MÉTODOS DE ANÁLISIS

Las determinaciones analíticas de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{F}^-$  y  $\text{SiO}_2$  se realizan siguiendo los métodos de análisis señalados por el U. S. Salinity Laboratory (2).

En las determinaciones *in situ* de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  disueltos se utilizan los equipos de ensayo de la Hach Chemical Company, de Estados Unidos. El modelo 7-P para el  $\text{Cl}^-$ , Ox-2p para  $\text{O}_2$  y Ca-25 para  $\text{CO}_2$ .

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

*Aguas de nacientes*

Las aguas de nacientes en la isla de La Gomera son, en general, de baja salinidad, con valores para la conductividad eléctrica, comprendidos entre 155 y 950 micromhos por cm. a 25° C. Los valores de conductividad más frecuentes están comprendidos entre 155 y 500 micromhos por cm.

En estas aguas las concentraciones de los cationes guardan generalmente la relación  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++}$ , encontrándose algunos manantiales donde  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++}$  y  $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+$ .

En estos manantiales existe una correlación positiva significativa al 0,1 por 100, entre la conductividad eléctrica en micromhos por cm. y las concentraciones de los iones  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Na}^+$  en mq/l. Los coeficientes de correlación respectivos son del orden de  $r = 0,8125$ ,  $r = 0,9168$  y  $r = 0,8024$ .

Las concentraciones del ión  $\text{Na}^+$  es, en general, superior a cada uno de los restantes cationes separadamente: sin embargo, esta diferencia es de escasa magnitud.

Por otra parte, esta relativa igualdad en la concentración de los cationes  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Na}^+$  justifica el que los coeficientes de correlación sean aproximadamente de igual orden de magnitud.

Las concentraciones de los iones  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Na}^+$  están comprendidas entre 0,10-2,48 mq/l., 0,24-2,78 mq/l. y 0,70-4,16 mq/l., respectivamente.

La concentración de  $\text{K}^+$  es baja en general y oscila entre 0,01 mq/l. y 0,30 mq/l.

El ión  $\text{HCO}_3^-$  es, generalmente, el anión predominante, encontrándose algunas aguas de nacientes con una concentración de  $\text{Cl}^-$ , superior a la correspondiente de  $\text{HCO}_3^-$ .

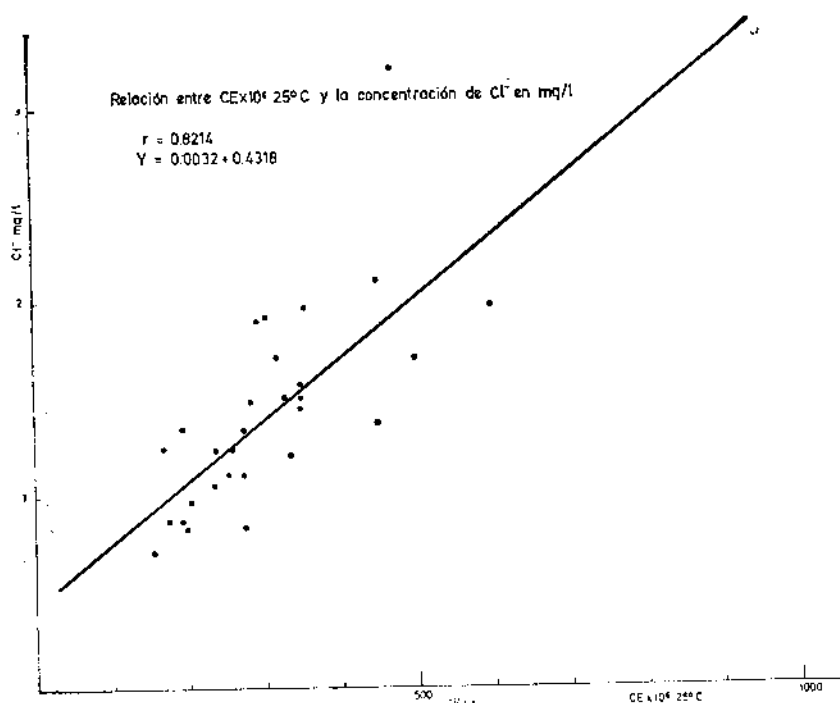
La concentración del ión  $\text{HCO}_3^-$  está comprendida entre 0,12 mq/l. y 3,44 mq/l.

En estos manantiales la conductividad eléctrica se encuentra correlacionada significativamente a nivel del 0,1 por 100, con las concentraciones de  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$  en mq/l. ( $r = 0,5673$ ).

El ión  $\text{CO}_3^{2-}$  sólo se encuentra en cinco manantiales, y en valores no superiores a 1,52 mq/l.

El ión  $\text{Cl}^-$  aparece en todos los manantiales, y su concentración está comprendida entre 0,70 mq/l. y 3,36 mq/l.

Existe una correlación significativa al nivel del 0,1 por 100 entre la conductividad eléctrica y la concentración de  $\text{Cl}^-$  en mq/l. (gráfica 1).



Gráfica 1

En estas aguas de nacientes se observa también una correlación significativa a nivel del 0,1 por 100, entre las concentraciones de  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$  en mq/l. y cada uno de los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  en mq/l., con coeficientes de correlación  $r = 0,8385$  y  $r = 0,6839$ , respectivamente.

No existe correlación significativa entre las concentraciones de  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$  en mq/l. y el ión  $\text{Na}^+$  en mq/l.

Este último caso puede ser considerado como una excepción en las características químicas de las aguas subterráneas de las islas Canarias Occidentales, donde siempre hemos encontrado correlaciones positivas entre los iones  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$  y  $\text{Na}^+$ .

T A B L A I I

*Composición química de aguas de nacientes*

Número	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p. p. m.	F <sup>-</sup> p. p. m.	B p. p. m.	SiO <sub>2</sub> p. p. m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
1	195	194	0.15	0.00	42.8	7.1	0.58	0.54	1.88	0.04	0.00	1.10	0.62	0.86	0.00
2	260	198	0.15	0.00	42.8	7.3	0.72	0.78	1.30	0.15	0.00	1.48	0.00	1.24	0.00
3	500	390	0.15	0.00	34.2	7.6	2.12	1.46	1.40	0.02	0.28	2.74	0.00	1.70	0.00
4	950	806	0.15	0.00	34.2	7.1	2.28	2.78	4.16	0.30	0.00	2.00	2.42	3.36	0.00

Estas correlaciones significativas a nivel superior al 0,1 por 100, entre el  $\text{CO}_3^{=}$  +  $\text{HCO}_3^-$  y cada uno de los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , nos indican las principales sales que forma el ión  $\text{HCO}_3^-$  en estas aguas. Por otra parte, en la clasificación química de estos manantiales la alcalinidad secundaria (sales de los iones  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{HCO}_3^-$  con los metales alcalino-térreos  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ) es superior a la alcalinidad primaria (sales de los iones  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{HCO}_3^-$  con los metales alcalinos  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ), como se manifiesta significativamente en las aguas de nacientes de mayor concentración salina.

En estos manantiales existe una correlación significativa al nivel del 0,1 por 100 entre las concentraciones del ión  $\text{Cl}^-$ , con las correspondientes a cada uno de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Mg}^{++}$ , expresados en mq/l. Los índices de correlación respectivos son del orden de  $r = 0,8174$  y  $r = 0,6286$ .

En el caso de la correlación entre los iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Ca}^{++}$  en mq/l., aunque es significativa, lo es solamente al nivel del 1 por 100 y, por tanto, inferior a la que existe entre el ión  $\text{Cl}^-$  y cada uno de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Mg}^{++}$ .

Todas estas correlaciones anteriores están de acuerdo con los diversos sistemas de clasificación química, que consideran la salinidad primaria de estas aguas superior a la secundaria. La salinidad primaria la origina las combinaciones del ión  $\text{Cl}^-$  con los metales alcalinos ( $\text{Na}^+$ ), y la secundaria con los metales alcalino-térreos ( $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ).

El ión  $\text{SO}_4^{=}$  es poco frecuente en la mayor parte de estos manantiales y su concentración está comprendida entre 0,06 mq/l. y 2,42 mq/l., siendo generalmente su valor medio inferior a la unidad.

En las aguas de nacientes existe también una correlación significativa a nivel del 0,1 por 100 entre los porcentajes de  $\text{Ca}^{++}$  +  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Na}^+$ , calculados sobre la suma total de cationes, con un índice de correlación  $r = -0,9934$ .

Por lo general, el pH de estas aguas está comprendido entre 7 y 8. Valores de pH inferiores a 7 solamente se encuentran en tres nacientes de la región de Agulo y pH superiores a 9, en tres manantiales situados en las regiones de Vallehermoso y San Sebastián.

La concentración del ión  $\text{F}^-$  en estos manantiales no alcanza valores superiores a 0,35 p.p.m.

El Boro no se encuentra presente en las aguas de nacientes de esta isla.

El carbonato sódico residual es muy bajo. Sólo en un manantial se alcanza el valor de 1,30 mq/l.

En la tabla II se indica la composición iónica de aguas de nacientes, consideradas como representativas de la isla.



*Contenido de SiO<sub>2</sub>*

Los valores de SiO<sub>2</sub> están comprendidos entre 15,0 p. p. m. y 68,7 p. p. m.

En las aguas procedentes de los nacientes orientados hacia el Sur se encuentran las mayores concentraciones de SiO<sub>2</sub>, superiores generalmente a 30 p. p. m., y una concentración máxima de 68,7 p. p. m. en la cuenca hidrográfica número 9.

En la región Norte, excepcionalmente, el SiO<sub>2</sub> alcanza valores elevados (65,3 p. p. m.) en la cuenca hidrográfica número 1, en un manantial situado en la región de Hermigua (tabla III).

TABLA III

Cuenca hidrográfica	Vertiente	Número de muestras	Máximo	Mínimo	Media
1	Norte	4	65.3	17.1	41.2
2	"	4	43.9	15.0	28.6
3	"	2	56.7	38.5	47.6
4	"	5	34.2	21.4	28.0
5	"	—	—	—	—
6	"	2	55.6	25.7	40.6
10	"	1	65.3	—	—
7	Sur	2	51.4	58.8	55.1
8	"	4	66.3	39.6	48.7
9	"	5	68.7	30.4	47.5

Entre el pH de estas aguas y la concentración del SiO<sub>2</sub> en p. p. m., existe una correlación significativa a nivel del 2 por 100.

La concentración de SiO<sub>2</sub> en p. p. m. está igualmente muy poco correlacionada con la temperatura de las aguas en el origen del manantial. Esta correlación es sólo significativa a nivel del 10 por 100.

En este caso, la baja correlación observada se debe fundamentalmente al origen poco profundo de estas aguas, en regiones de improbable actividad geotérmica y a un contacto muy limitado con los materiales del subsuelo.

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS BASEALES

En la isla de La Gomera los aprovechamientos más importantes de las aguas basales se encuentran en la región Sur.

Los estudios hidrológicos de aguas basales en la región Norte, realizados por T. Bravo, confirman la escasez de este tipo de manantiales subterráneos en esta zona.

Los pozos situados al Norte de la isla corresponden principalmente a depósitos de escasa magnitud, formados por la infiltración de aguas superficiales, generalmente de nacientes, que discurren por los barrancos donde están situados estos pozos. Como consecuencia, la reserva hidráulica de estos manantiales es escasa y de rápido agotamiento durante el proceso de extracción, y depende de la capacidad total de estas perforaciones.

Las características químicas de estas aguas (tabla IV) están influenciadas por infiltraciones procedentes de aguas de drenaje de las explotaciones agrícolas próximas, y no responden a una composición definida, que pueda considerarse característica de un grupo de aguas subterráneas.

Como se observa en esta tabla, para concentraciones de  $\text{Cl}^-$ , relativamente próximas, la variación de la conductividad es muy amplia, fenómeno poco frecuente en las aguas basales.

En los pozos situados en la faja costera del Sur de la isla se pueden distinguir diferentes cuencas hidrográficas bien definidas y caracterizadas por un aumento en la concentración salina, al pasar de la región oriental a la zona más occidental.

En la cuenca hidrográfica número 9, de orientación Sur-Este, los pozos situados en el estuario del barranco de San Sebastián alcanzan las aguas basales a poca profundidad (las perforaciones no suelen ser superiores a 30 metros) y sus características químicas son muy semejantes a las aguas de nacientes. Baja salinidad, conductividades eléctricas no superiores a 545 micromhos por cm. a 25° C, y unos valores muy próximos en las concentraciones de aniones y cationes (tabla V).

Más hacia el Sur, en las cuencas hidrográficas números 7 y 8, se encuentran los pozos situados en la Rajita y Puerto Santiago, de mayor profundidad.

En estos pozos la concentración salina aumenta, y la conductividad eléctrica alcanza valores de 1.050 micromhos por cm., en los pozos más próximos a las costas. Los valores mínimos de conductividad (400 micromhos por cm.) corresponden a las aguas procedentes de los pozos más alejados del mar.

Los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  predominan sobre los restantes cationes y aniones, siguiendo estos iones las mismas variaciones que la conductividad, aumentando o disminuyendo en función de la distancia a las costas de estos manantiales. Las características químicas de estas aguas se indican en la tabla VI.

En la cuenca hidrográfica número 6, de orientación Sur-Oeste, en la región de Valle Gran Rey, se encuentran los pozos, cuyas aguas presentan el mayor contenido en sólidos totales disueltos, con valores de

T A B L A I V

*Composición química de aguas basales en el Norte de la isla*

Número	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p.p.m.	F <sup>-</sup> p.p.m.	B p.p.m.	SiO <sub>2</sub> p.p.m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>==</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
1	850	604	0.35	0.00	38.5	7.1	2.60	2.06	4.45	0.07	0.00	2.60	2.06	2.36	0.00
2	1.300	1.006	0.45	0.00	52.4	7.5	2.92	3.68	7.30	0.13	0.52	3.28	3.04	3.14	0.00

T A B L A V

*Composición química de aguas basales en la cuenca hidrográfica número 9*

Número	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p.p.m.	F <sup>-</sup> p.p.m.	B p.p.m.	SiO <sub>2</sub> p.p.m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>==</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
1	500	396	0.30	0.00	32.1	7.3	1.34	1.68	2.04	0.06	0.00	1.98	1.20	1.74	0.00
2	500	396	0.20	0.00	26.7	7.2	1.37	1.52	1.62	0.05	0.00	1.56	1.12	1.70	0.00
3	500	376	0.15	0.00	31.0	7.1	1.36	1.62	1.68	0.05	0.00	1.46	1.20	2.36	0.00

TABLE VI

Composición química de aguas basales en las cuencas hidrográficas números 7 y 8

Número	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p.p.m.	F <sup>-</sup> p.p.m.	B p.p.m.	SiO <sub>2</sub> p.p.m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
1	700	416	0.20	0.00	55.6	7.1	0.96	1.94	4.60	0.10	0.00	2.32	0.48	4.30	0.00
2	1,000	610	0.20	0.00	58.0	7.2	1.40	2.30	5.85	0.11	0.00	2.04	0.52	6.80	0.00
3	1,050	614	0.15	0.00	55.8	7.1	2.10	3.20	5.50	0.12	0.00	2.82	1.30	5.98	0.00
4	400	384	0.30	0.00	64.2	7.5	0.82	1.26	1.96	0.07	0.00	2.61	0.50	1.42	0.56

TABLE VII

Composición química de aguas basales en la cuenca hidrográfica número 6

Número	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p.p.m.	F <sup>-</sup> p.p.m.	B p.p.m.	SiO <sub>2</sub> p.p.m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
1	1,050	790	0.15	0.00	32.1	7.2	3.20	3.28	3.52	0.11	0.00	3.52	0.22	4.42	0.00
2	2,600	2,178	0.05	0.00	47.1	7.2	8.50	8.34	10.80	0.25	0.36	2.92	2.16	20.36	0.00
3	2,700	2,214	0.00	0.00	32.1	7.1	7.54	11.88	5.70	0.36	0.00	3.24	0.86	22.72	0.00
4	3,500	2,588	0.10	0.00	30.0	7.1	10.50	11.40	13.00	0.29	0.00	2.00	5.90	28.18	0.00

conductividad eléctrica comprendidos entre 1.050 y 3.500 micromhos por cm.

En estas aguas la concentración del ión  $\text{Cl}^-$  es comparativamente más elevada que los restantes aniones:  $\text{CO}_3^- + \text{HCO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{=}$ . Su concentración está comprendida entre 4,42 y 28,18 mq/l.

El ión  $\text{HCO}_3^-$  es frecuente en estas aguas, pero su concentración nunca es superior a 3,32 mq/l.

En cuanto al ión  $\text{SO}_4^{=}$ , su concentración media es relativamente baja, con excepción de un solo manantial, muestra número 4 de la tabla VII, en el que la concentración es de 5,90 mq/l.

En lo que se refiere a los cationes, las concentraciones correspondientes varían entre los siguientes límites:

$\text{Ca}^{++}$ ... ..	3,20 mq/l.	10,50 mq/l.
$\text{Mg}^{++}$ ... ..	3,28 »	11,88 »
$\text{Na}^+$ ... ..	3,52 »	13,00 »
$\text{K}^+$ ... ..	0,11 »	0,36 »

En las aguas basales de la isla de La Gomera se observa igual significación al 0,1 por 100 en las correlaciones entre la conductividad eléctrica y los cationes solubles  $\text{Ca}^{++}$  ( $r = 0,9687$ ),  $\text{Mg}^{++}$  ( $r = 0,9672$ ) y  $\text{Na}^+$  ( $r = 0,8322$ ).

Sin embargo, en el caso de aniones estas correlaciones varían considerablemente de unos a otros. Las más elevadas corresponden a los iones  $\text{Cl}^-$ , con una significación del 0,1 por 100 ( $r = 0,9796$ ), y las más bajas a los iones  $\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^-$ , significativa sólo al nivel del 10 por 100. Para el ión  $\text{SO}_4^{=}$  sólo se observa significación al nivel del 2 por 100.

Estas diferencias en los niveles de correlación justifican la clasificación de estas aguas, principalmente como cloruradas.

Por otra parte, el ión  $\text{Cl}^-$  se encuentra también significativamente correlacionado a un nivel superior al 0,1 por 100 con los cationes  $\text{Ca}^{++}$  ( $r = 0,9513$ ),  $\text{Mg}^{++}$  ( $r = 0,9651$ ) y  $\text{Na}^+$  ( $r = 0,7684$ ).

Estos valores de correlación confirman el carácter predominante de las sales cloruradas sódicas-cálcico-magnésicas en estos manantiales.

El ión  $\text{HCO}_3^-$  no sigue estas correlaciones con los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , y solamente es significativa para el ión  $\text{Na}^+$ , a un nivel superior al 5 por 100.

El ión  $\text{SO}_4^{=}$  está correlacionado con el ión  $\text{Na}^+$ , significativamente a un nivel superior al 0,1 por 100 ( $r = 0,7226$ ), y con los restantes cationes,  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , a niveles superiores al 1 por 100 y 2 por 100, respectivamente.

En estas aguas basales también se observa una correlación

significativa al 0,1 por 100 entre los porcentajes de  $(Ca^{++} + Mg^{++})$  y  $Na^+$ , calculados a partir de la concentración catiónica total ( $r = -0,7789$ ).

El pH en las aguas de pozos, de las diferentes regiones de la isla, se mantiene aproximadamente constante ( $pH \simeq 7$ ).

Los valores  $F^-$  son bastante bajos, y generalmente inferiores a 0,45 p. p. m.

El Boro no se encuentra presente en estas aguas.

El carbonato sódico residual es extremadamente bajo, como consecuencia del contenido relativamente alto de los iones  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  frente al  $CO_3^{=} + HCO_3^-$ .

### Contenido de $SiO_2$

Los valores más elevados de  $SiO_2$  corresponden a las aguas de las cuencas hidrográficas números 7 y 8 (64,2 p. p. m. y 58,0 p. p. m., respectivamente). En las restantes cuencas hidrográficas estudiadas estos valores son relativamente más bajos (32,1 p. p. m. en la cuenca hidrográfica número 9 y 47,1 p. p. m. en la número 6).

En estos manantiales no se observa correlación entre las concentraciones de  $SiO_2$  en p. p. m. con las temperaturas y concentración iónica total de estas aguas.

### TEMPERATURA Y CONTENIDO DE $O_2$ Y $CO_2$ EN LAS AGUAS DE NACIENTES Y BASALES

En las aguas de nacientes y basales de esta isla hemos efectuado determinaciones *in situ*, de temperatura  $O_2$  y  $CO_2$ , en el origen del manantial. Estas determinaciones fueron realizadas en el mes de agosto de 1971.

En general, la temperatura de las aguas es inferior a la temperatura ambiente, oscilando entre  $14^\circ C$  y  $25^\circ C$ . Las temperaturas inferiores fueron registradas en las aguas de nacientes de la región de Hermigua ( $14,5^\circ C$  y  $15^\circ C$ ), y las más altas en dos nacientes de la región de San Sebastián ( $25^\circ C$ ).

En general, las temperaturas más elevadas corresponden a las aguas de nacientes y basales del Sur de la isla.

En cuanto al  $O_2$  disuelto, sus valores máximos y mínimos son del orden de 13 y 9 p. p. m., respectivamente, y los más frecuentes corresponden a 10, 11 y 12 p. p. m.

En estas aguas no existe correlación entre el pH y el  $O_2$  disuelto, como tampoco existe una relación entre el contenido de este elemento y la situación de los manantiales en las diferentes cuencas hidrográficas.

En las aguas de nacientes, los valores de  $\text{CO}_2$  disuelto son generalmente inferiores a 5 p. p. m. En sólo ocho nacientes hemos encontrado una concentración de 10 p. p. m.

En las aguas basales, las concentraciones de  $\text{CO}_2$  disuelto son, en general, más elevadas que en las aguas de nacientes, oscilando generalmente entre 10 p. p. m. y 20 p. p. m., encontrándose solamente una muestra con valor inferior a 5 p. p. m. En estas aguas las concentraciones más inferiores de  $\text{CO}_2$  corresponden a los pozos situados en la región Sur.

Como caso excepcional, dentro del conjunto de las aguas de la isla, podemos considerar el nacimiento de Las Hayas, en la cuenca hidrográfica número 6, cuyas aguas contienen 1.020 p. p. m. de  $\text{CO}_2$  disuelto.

#### CLASIFICACIÓN AGRÍCOLA

De acuerdo con la clasificación establecida por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (3) (4), la totalidad de las aguas de nacientes de La Gomera se pueden agrupar en cuatro clases diferentes:  $C_1S_1$ ,  $C_2S_1$ ,  $C_3S_1$  y  $C_3S_2$ .

En la tabla VIII se indica cómo se encuentran distribuidas estas clases de aguas en los nacientes de las diferentes cuencas hidrográficas de la isla, considerando el porcentaje de manantiales que corresponden a cada clasificación.

Según este mismo sistema, las aguas de pozos pueden agruparse en cinco clases diferentes:  $C_2S_1$ ,  $C_3S_1$ ,  $C_4S_1$  y  $C_4S_2$ .

TABLA VIII

*Porcentaje de clases de aguas de nacientes en las diferentes cuencas hidrográficas*

Cuenca hidrográfica	%			
	$C_1S_1$	$C_2S_1$	$C_3S_1$	$C_3S_2$
1	25	75		
2	34	33	33	
3	50	50		
4		100		
6	50	50		
7	50	50		
8	71	29		
9	20	80		
10				100

En la tabla IX se indica cómo se encuentran distribuidas estas clases de aguas basales en las diferentes cuencas hidrográficas de la isla. Se observa que en la cuenca hidrográfica número IX la totalidad de las aguas basales corresponden a la clase  $C_2S_1$ .

TABLA IX

*Porcentaje de clases de aguas basales en las diferentes cuencas hidrográficas*

Cuenca hidrográfica	% $C_2S_1$	% $C_3S_1$	% $C_4S_1$	% $C_4S_2$
1		100		
6		25	25	50
7	50	50		
8	33	67		
9	100			

#### CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE NACIENTES

En la aplicación de los diferentes sistemas de clasificación química adoptados (5) se han elegido diferentes tipos de aguas de nacientes, que pueden considerarse como representativas de las existentes en las distintas cuencas hidrográficas en que se divide la isla.

Tanto la composición química de estas aguas, así como los resultados obtenidos en la aplicación de los diferentes sistemas de clasificación, se indican en las tablas X y XI.

Como se indica en la tabla de clasificación, estas aguas corresponden principalmente al tipo «cloruradas sódicas», «cloruradas bicarbonatadas sódicas, magnésico-sódicas o calcio-magnésico-sódicas» y «sulfato-cloruradas magnésico-sódicas», por el predominio de los iones  $CO_3^{=}$  +  $HCO_3^{-}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $SO_4^{-}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $Na^{+}$ .

Cuando los criterios de clasificación se basan en las sales que el agua lleva en disolución, podemos considerar como aguas salinas las que pertenecen a las cuencas hidrográficas números 1, 2, 3, 9 y la de tipo (b) en la cuenca hidrográfica número 4, y como aguas alcalinas las existentes en las cuencas hidrográficas números 6, 7, 8, 10 y la de tipo (a) en la número 4.

En las salinas es el cloruro magnésico o el sulfato sódico la sal disuelta predominante, y en las alcalinas el bicarbonato sódico.



T A B L A N

*Composición química de aguas de nacientes*  
Clasificación química

Cuenca hidrográfica	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p.p.m.	F- p.p.m.	B p.p.m.	SiO <sub>2</sub> p.p.m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
1	305	212	0.10	0.00	17.1	7.2	0.56	0.90	1.34	0.02	0.00	1.08	0.00	1.92	0.00
2 (a)	200	198	0.15	0.00	21.4	7.1	0.44	0.60	0.98	0.05	0.00	0.98	0.00	1.06	0.00
2 (b)	950	806	0.15	0.00	34.2	7.1	2.28	2.78	4.16	0.30	0.00	2.00	2.42	3.36	0.00
3	175	412	0.35	0.00	56.7	6.6	0.32	0.60	3.24	0.06	0.00	0.44	0.08	3.50	0.00
4 (a)	350	208	0.35	0.00	38.5	7.3	0.94	1.06	1.64	0.05	0.00	1.78	0.00	1.56	0.00
1 (b)	600	406	0.15	0.00	26.7	7.6	2.48	2.10	1.70	0.05	0.00	3.11	0.52	1.98	0.00
6	450	380	0.15	0.00	55.6	7.5	1.22	1.50	1.68	0.02	0.00	2.30	0.00	1.36	0.00
7	240	200	0.35	0.00	51.4	9.5	0.66	0.52	1.30	0.01	1.52	0.00	0.00	1.04	0.34
8	195	194	0.15	0.00	42.8	7.1	0.58	0.54	1.88	0.04	0.60	1.10	0.02	0.86	0.00
9	260	194	0.15	0.00	42.8	7.3	0.72	0.78	1.20	0.15	0.00	1.48	0.00	1.24	0.00
10	750	580	0.55	0.00	65.3	7.9	0.36	0.80	6.10	0.11	0.40	2.48	1.16	3.82	1.72

## CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS BASALES

Por su composición iónica, las aguas basales de esta isla pueden clasificarse como «cloruradas sódicas o magnésicas» y «bicarbonatadas sódicas», y de acuerdo con otros sistemas de clasificación como «cloruradas calcio-magnésicas o calcio-magnésico-sódicas» y «cloruradas bicarbonatadas magnésico-sódicas o calcio-magnésico-sódicas», teniendo en cuenta la importancia relativa, que en la concentración total tienen los iones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Na}^+$ .

Las clasificaciones que tienen en cuenta las sales en disolución consideran como alcalinas las aguas de la cuenca hidrográfica número 7, y como salinas las que pertenecen a las cuencas hidrográficas números 6, 8 y 9.

Las aguas de la cuenca hidrográfica número 6 son extremadamente salinas, con valores elevados tanto para la salinidad primaria como secundaria, ya que en estas aguas el ión  $\text{Cl}^-$  alcanza concentraciones muy altas.

De acuerdo con las clasificaciones de Souline y Zakharina, el cloruro cálcico o magnésico y el sulfato sódico es la sal predominante en las aguas salinas y el bicarbonato sódico en las alcalinas.

La composición química de las aguas consideradas como representativas y los resultados obtenidos en la aplicación de los diferentes sistemas de clasificación se encuentran señalados en las tablas XII y XIII.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife*

TABLA XI

Clasificación química de aguas de nacientes de la isla de La Gomera

Núm.	Alekine (1)	Schoeller (2)	Bazilevich (3)	Shehukarev (4)	Filatov (5)	Chase Palmer (6)	Souline (7)	Zakharina (8)
1	Tipo III (clorurada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Hipopocarbonatada i c b + T-1 C-c	T-B Sulfatada Clorurada	T-5 T'-6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T-2 Clorurada Bicarbonatada de transición	Tipo III $2a = 2.72 S_1$ $2(d-a) = 0.56 S_2$ $2(a+b-d) = 1.80 A_2$	T-3 clorurada magnésica G-c clorurada C-c	T-3 Clorurada magnésica C-4
	Tipo III (clorurada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Hipopocarbonatada i c b + T-1 C-c	T-A Bicarbonatada	T-5 T'-6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T-2 Clorurada Bicarbonatada de transición	Tipo III $2a = 2.06 S_1$ $2(d-a) = 0.06 S_2$ $2(a+b-d) = 2.02 A_2$	T-3 clorurada magnésica G-c clorurada C-c	T-3 Clorurada magnésica C-4
2 (a)	Tipo III (clorurada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Hipopocarbonatada i c b -- T-3 C-a	T-B Sulfatada Clorurada	T-7 T'-6 Sulfatoclorurada magnésico sódicas	T-2 Clorurada Sulfatada de transición	Tipo III $2a = 8.92 S_1$ $2(d-a) = 2.64 S_2$ $2(a+b-d) = 7.48 A_2$	T-1 sulfatada sódica G-c clorurada C-a	T-1 Sulfatada sódica C-2
	Tipo III (clorurada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Hipopocarbonatada i c b + T-1 C-c	T-B Sulfatada Clorurada	T-3 T'-3 Cloruradas sódicas	T-1 Clorurada para transición	Tipo III $2a = 6.60 S_1$ $2(d-a) = 0.56 S_2$ $2(a+b-d) = 1.28 A_2$	T-3 clorurada magnésica G-c clorurada C-c	T-3 Clorurada magnésica G-4
3	Tipo III (clorurada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Hipopocarbonatada i c b + T-1 C-c	T-A Bicarbonatada	T-5 T'-6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T-2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo I $2d = 3.02 S_1$ $2(a-d) = 0.26 A_1$ $a b = 3.38 A_2$	T-2 Bicarbonatada sódica G-a bicarbonatada C-b	T-2 Bicarbonatada sódica
	Tipo I (Bicarbonatada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Hipopocarbonatada i c b -- T-3 C-c	T-A Bicarbonatada	T-5 T'-6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T-2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo I $2d = 3.02 S_1$ $2(a-d) = 0.26 A_1$ $a b = 3.38 A_2$	T-2 Bicarbonatada sódica G-a bicarbonatada C-b	T-2 Bicarbonatada sódica
4 (a)	Tipo I (Bicarbonatada) C-c (sódica) G-3	Composición Clorurada normal Hipopocarbonatada i c b -- T-3 C-c	T-A Bicarbonatada	T-5 T'-6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T-2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo I $2d = 3.02 S_1$ $2(a-d) = 0.26 A_1$ $a b = 3.38 A_2$	T-2 Bicarbonatada sódica G-a bicarbonatada C-b	T-2 Bicarbonatada sódica

4 (b)	Tipo I (Bicarbonatada) C - a (cálce)	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b + T - 1 C - c	T - A Bicarbonatada	T - 5 T - 7 Bicarbonatada clorurada calcio-magnésico sódicas	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo III 2 a = 3.50 S <sub>1</sub> 2 (d - a) = 1.50 S <sub>2</sub> 2 (a + b - d) = 7.66 A <sub>3</sub>	T - 3 Clorurada magnésica G - a bicarbonatada C - c	T - 3 Clorurada Magnésica C - 4
6	Tipo I (Bicarbonatada) C - c (sódica)	Composición Clorurada normal Carbonatada nor. i c b + T - 1 C - c	T - A Bicarbonatada	T - 5 T - 7 Bicarbonatada clorurada calcio-magnésico sódicas	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	T - 1 2 d = 2.72 S <sub>1</sub> 2 (a - b) = 0.68 A <sub>1</sub> a b = 4.62 A <sub>2</sub>	T - 2 bicarbonatada sódica G - a bicarbonatada C - b	T - 2 Bicarbonatada sódica
7	Tipo I (Bicarbonatada) C - c (sódica)	Composición Clorurada normal Hipocarbonatada i c b - T - 3 C - c	T - A Bicarbonatada	T - 5 T - 5 Bicarbonatada clorurada calcio-sódicas	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	T - 1 2 d = 2.08 S <sub>1</sub> 2 (a - d) = 0.54 A <sub>1</sub> a b = 1.54 A <sub>2</sub>	T - 2 Bicarbonatada sódica G - a Bicarbonatada C - b	T - 2 Bicarbonatada sódica
8	Tipo I (Bicarbonatada) C - c (sódica)	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Hipocarbonatada i c b - T - 3 C - c	T - B Sulfatada Clorurada	T - 5 T - 3 Bicarbonatada clorurada sódica	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	T - 1 2 d = 2.96 S <sub>1</sub> 2 (a - d) = 0.88 A <sub>1</sub> a b = 2.15 A <sub>2</sub>	T - 2 Bicarbonatada sódica G - a Bicarbonatada C - b	T - 2 Bicarbonatada sódica
9	Tipo I (Bicarbonatada) C - c (sódica)	Composición Clorurada normal Hipocarbonatada i c b + T - 1 C - c	T - A Bicarbonatada	T - 5 T - 7 Bicarbonatada clorurada calcio-magnésico sódicas	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	T - 1 2 d = 2.48 S <sub>1</sub> 2 (a - d) = 0.22 A <sub>1</sub> a b = 2.02 A <sub>2</sub>	T - 3 Clorurada magnésica G - a Bicarbonatada C - c	T - 3 Clorurada Magnésica C - 4
10	Tipo III (Clorurada) C - c (sódica)	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b - T - 3 C - c	T - B Sulfatada Clorurada	T - 5 T - 3 Bicarbonatada clorurada sódica	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	T - 1 2 d = 9.96 S <sub>1</sub> 2 (a - d) = 2.46 A <sub>1</sub> a b = 7.20 A <sub>2</sub>	T - 2 Bicarbonatada sódica G - c clorurada C - b	T - 2 Bicarbonatada sódica

TABLE N.11  
 Composición química de aguas básicas  
 Clasificación química

Cuenca hidrográfica	CE x 10 <sup>6</sup> 25°C	Sólidos disueltos p.p.m.	F <sup>-</sup> p.p.m.	B p.p.m.	pH	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual
6 (a)	2.700	2.214	0.00	0.00	7.1	7.54	11.88	5.70	0.36	0.00	3.24	0.86	22.72	0.00
6 (b)	3.580	2.588	0.10	0.00	7.1	10.50	11.40	13.00	0.29	0.00	2.60	5.90	28.18	0.00
7	400	384	0.30	0.00	7.5	0.82	1.20	1.96	0.07	0.00	2.64	0.50	1.42	0.56
8 (a)	700	416	0.20	0.00	7.1	0.96	1.94	4.60	0.10	0.00	2.32	0.48	4.20	0.00
8 (b)	1.000	610	0.20	0.00	7.2	1.40	2.30	5.85	0.11	0.00	2.04	0.52	6.80	0.00
9	500	396	0.30	0.00	7.3	1.34	1.68	2.04	0.06	0.00	1.98	1.20	1.64	0.00

TABLA XIII

Clasificación química de aguas de basales de al isla de La Gomera

fuente	Alekine (1)	Schoeller (2)	Bazilevich (3)	Shchukarev (4)	Filatov (5)	Chase Palmer (6)	Souline (7)	Zakharin (8)
6 (a)	Tipo III (cloruradas) C - b (magnésicas) G - 3	Composición Oligoclorurada Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b + T - 1 C - a	T - B Sulfatada clorurada	T - 3 T - 4 Clorurada calcio magnésicas	T - 1 Clorurada pura	Tipo III 2 a = 11.12 S <sub>1</sub> 2 (d - a) = 35.00 S <sub>2</sub> 2 (a + b - d) = 1.90 A <sub>2</sub>	T - 4 Clorurada cálcica G - c clorurada C - d	T - 4 Clorurada cálcica
	Tipo III (cloruradas) C - c (sódicas) G - 3	Composición Oligoclorurada Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b + T - 1 C - a	T - B Sulfatada clorurada	T - 3 T - 7 Clorurada calcio magnésico sódicas	T - 1 Clorurada pura	Tipo III 2 a = 26.58 S <sub>1</sub> 2 (d - a) = 20.79 S <sub>2</sub> 2 (a + b - d) = 1.11 A <sub>2</sub>	T - 4 Clorurada cálcica G - c clorurada C - d	T - 4 Clorurada cálcica
7	Tipo I (Bicarbonatada) C - c (sódicas) G - 1	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b + T - 3 C - c	T - A Bicarbonatada	T - 5 T - 6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo I 2 d = 3.84 S <sub>1</sub> 2 (a - d) = 0.11 A <sub>1</sub> a b = 4.23 A <sub>2</sub>	T - 2 Bicarbonatada sódica G - a bicarbonatada C - b	T - 2 Bicarbonatada sódica
	Tipo III (clorurada) C - c (sódicas)	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b = 0 T - 2 C - c	T - B Sulfatada clorurada	T - 5 T - 6 Bicarbonatada clorurada magnésico sódicas	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo III 2 a = 9.40 S <sub>1</sub> 2 (d - a) = 0.20 S <sub>2</sub> 2 (a + b - d) = 5.60 A <sub>2</sub>	T - 1 Sulfatada sódica G - c clorurada C - a	T - 1 Sulfatada sódica C - 1
8 (a)	Tipo III (clorurada) C - c (sódica) G - 3	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Carbonatada nor. i c b + T - 1 C - c	T - B Sulfatada clorurada	T - 3 T - 3 Cloruradas sódicas	T - 1 Clorurada pura	Tipo III 2 a = 11.90 S <sub>1</sub> 2 (d - a) = 2.70 S <sub>2</sub> 2 (a + b - d) = 4.70 A <sub>2</sub>	T - 3 Clorurada magnésica G - c clorurada C - c	T - 3 Clorurada magnésica C - 4
	Tipo I (Bicarbonatada) C - c (sódica) G - 2	Composición Clorurada normal Sulfatada normal Bicarbonatada i c b - T - 3 C - c	T - A Bicarbonatada	T - 5 T - 7 Bicarbonatada clorurada calcio - magnésico sódica	T - 2 Clorurada bicarbonatada de transición	Tipo III 2 a = 4.20 S <sub>1</sub> 2 (d - a) = 1.68 S <sub>2</sub> 2 (a + b - d) = 4.36 A <sub>2</sub>	T - 1 Sulfatada sódica G - a bicarbonatada C - a	T - 1 Sulfatada sódica C - 4

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) BRAVO, T. (1969). Plano litológico de la isla de La Gomera.
- (2) U. S. SALINITY LABORATORY. (1954). Agriculture Handbook, núm. 60.
- (3) WILCOX, L. V. (1948). The quality of water for irrigation use. U. S. Dept. Agr. Tech. Bul., 962.
- (4) THORNE, J. P. and THORNE, D. W. (1951). The irrigation waters of Utah. Utah Agr. Expt. Sta. Bul., 946.
- (5) CATALÁN LAFUENTE, J. (1969). Química del agua. Ed. 1, 320-326.

Recibido para publicación: 3-V-72