

# CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA ESTE DE GRAN CANARIA

Galindo, E.<sup>(1)</sup>, Del Pozo, M.<sup>(1)</sup>, Diaz, J.A.<sup>(2)</sup>, Castaño, S.<sup>(1)</sup>, Martí, B.<sup>(3)</sup>, Guerra, J.L.<sup>(4)</sup>

(1) Instituto Geológico y Minero de España, C/ Ríos Rosas, 23, 28003. Madrid. e.galindo@igme.es

(2) Geotecnia y Medioambiente 2000 C/ Adelfa, 11.28970. Madrid. gmd@geotecnia.org

(3) AQUANET. C/ Serrano, 219. 28016. Madrid.

(4) Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, Avda. Juan XXIII, 2, 35004. Las Palmas de Gran Canaria. ciagc@aguasgrancanaria.com

## ABSTRACT

A detailed hydrogeological study has been carried out in eastern Gran Canaria, under the Specific Agreement constituted between the Geological Survey of Spain and the Water Insular Council.

One of the topics was to establish the probable existing relationship between the chemical composition of ground water and the geological units related to the volcanic cycles that builds up the insular aquifer. Descriptions of lithological sections obtained during well drillings and their relationship with chemical analysis was the main information source.

**Key words:** ground water, eastern Gran Canaria, chemical composition, lithological sections

## RESUMEN

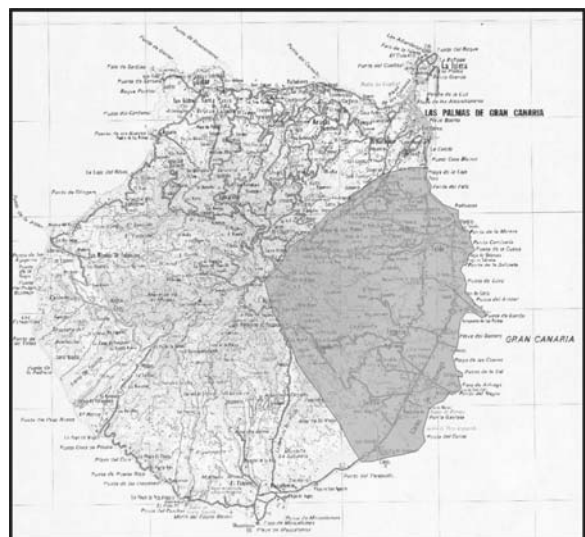
Bajo el marco del Convenio Específico de colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España y el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria se ha realizado un estudio hidrogeológico de detalle en la zona Este de Gran Canaria.

Uno de los temas analizados fue la relación existente entre la composición química de las aguas subterráneas de la zona y las distintas formaciones geológicas correspondientes a los distintos ciclos volcánicos que constituyen el acuífero insular. Para su realización se consideró la información procedente de las descripciones de las columnas geológicas elaboradas durante la construcción de las captaciones existentes en la zona y su relación con los análisis químicos de laboratorio correspondientes a dichas captaciones.

**Palabras Clave:** Aguas subterráneas, Gran Canaria, Composición química, Formaciones geológicas

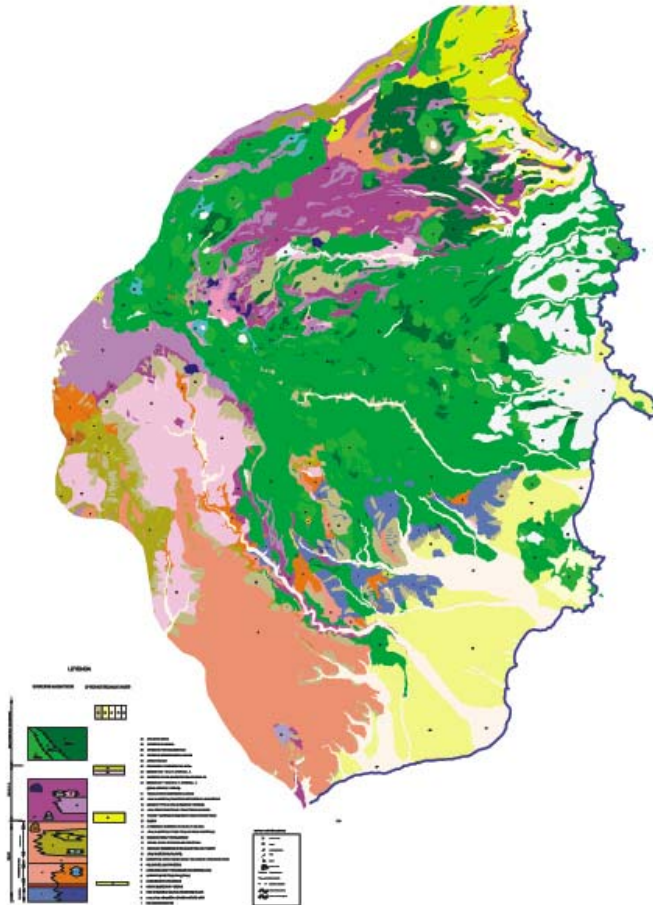
## 1. SITUACIÓN

La zona de estudio se sitúa en el sector Este de la isla de Gran Canaria. Su superficie se extiende desde Jinámar al norte, en las inmediaciones de Las Palmas de Gran Canaria, siguiendo por la costa, hasta las proximidades de Juan Grande al sur y desde allí, subiendo por la divisoria de aguas, hasta la zona de cumbres concretamente hasta el Pico de las Nieves (1.949 m).



## 2. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Los materiales volcánicos existentes en la zona constituyen un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, que en líneas generales presenta un flujo radial desde la zona de cumbres hasta la costa y una superficie aproximada de 417 km<sup>2</sup>.



Se pretende analizar la relación existente entre la composición química de las aguas subterráneas y las distintas formaciones geológicas. Dicho análisis se centró fundamentalmente en la descripción hidrogeológica referente a la situación del nivel o niveles acuíferos existente así como a la formación geológica que constituye el acuífero.

En primer lugar se eliminaron aquellos análisis que correspondían a pozos con más de un nivel acuífero y que además correspondían a dos o más formaciones geológicas distintas. Su eliminación se basó en el desconocimiento de las condiciones de muestreo así como de las características constructivas propias de las captaciones. Así mismo, se

desestimaron aquellos análisis en los que en sus columnas geológicas no se identificaba el nivel acuífero productivo *ss.* Finalmente, se consideraron un total de 1.228 análisis pertenecientes a 203 columnas en las que se conoce, con razonable seguridad, la formación geológica de la que se extrae el agua. En el cuadro 1 se muestra la relación de análisis y captaciones obtenidas para cada formación hidrogeológica.

**CUADRO 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE ANÁLISIS Y CAPTACIONES POR Fm. GEOLÓGICAS**

|                                 | Número de captaciones | Número de análisis |
|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Fm Basaltos antiguos</b>     | 51                    | 452                |
| <b>Serie Sáfica</b>             | 8                     | 28                 |
| <b>Fm Fonolítica</b>            | 52                    | 308                |
| <b>Fm Roque Nublo</b>           | 47                    | 172                |
| <b>Fm Detrítica Las Palmas</b>  | 11                    | 107                |
| <b>Fm Post Roque Nublo</b>      | 28                    | 107                |
| <b>Materiales Sedimentarios</b> | 5                     | 52                 |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>202</b>            | <b>1.226</b>       |

Posteriormente, se realizaron diagramas logarítmicos verticales de Schoeller-Berkaloff a todas las captaciones con el fin, entre otros, de determinar los distintos tipos de aguas existentes en la zona. Estos diagramas permitieron, a su vez, ver la evolución que había sufrido el agua subterránea con el tiempo. Así se observa que algunas captaciones presenta una composición química bastante estable y otras han sufrido algún tipo de variación puntual o gradual que han determinado un empeoramiento en la calidad de las aguas.

A partir de estos gráficos y a la evolución observada se realizó una selección de “análisis tipo” para cada captación en aquellos puntos con cierta estabilidad hidroquímica. En aquellas que presentaban alguna variación se tomaron dos “análisis tipo” por punto, uno antes de la afección y otro posterior a la misma.

A continuación se agruparon estos “análisis tipo” por formaciones geológicas y se realizó un diagrama de Stiff y de Piper-Hill-Langelier para cada una de las formaciones.

### Formación Basaltos Antiguos

En la zona se cuenta con datos de 452 análisis químicos correspondientes a 51 captaciones cuya agua subterránea procede de la Formación de Basaltos Antiguos. Estas captaciones se sitúan hacia el sureste de la zona en las proximidades de Sta Lucía de Tirajana en el interior y hacia la costa en la zona de Vecindario y el Carrizal. En la zona norte, existe un grupo de captaciones que captan esta formación, entre Sta brígida y la Vega de San Mateo.

En el diagrama de Piper, figura 1, se han podido diferenciar 3 tipos de aguas subterráneas. Un primer grupo A, que quedaría proyectado en el vértice inferior del romboide, formado por aguas bicarbonatadas sódicas y que corresponde con aguas poco evolucionadas consideradas como aguas típicas de la formación. Un segundo grupo B, situados a la izquierda del grupo anterior, con aguas bicarbonatadas magnésico-cálcicas, consideradas como aguas un poco mas evolucionadas. Y finalmente, un grupo C, que se sitúa próximo al vértice superior del diagrama, que corresponde con aguas cloruradas magnésico-cálcicas donde el grado de evolución es mayor. Estos tres grupos así definidos quedan corroborados por los diagramas de Schoeller-Berkaloff y de Stiff.

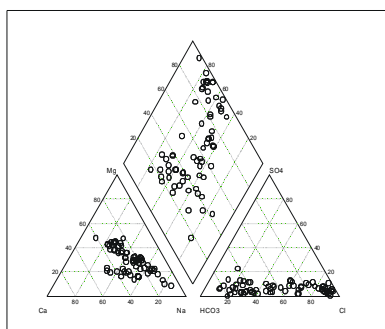


Fig.1 Fm. Basaltos Antiguos

Del análisis de los diagramas de Schoeller-Berkaloff se desprende que las aguas de tipo A son muy estables con pocos cambios en su composición con el tiempo, y con una mineralización notable. En algunas captaciones se aprecia la presencia de CO<sub>2</sub>. Las aguas del grupo B presentan una morfología de gráfico distinta y también presentan una mineralización fuerte. En algunas captaciones se aprecia un alto contenido en bicarbonatos que se asocia a un contenido en CO<sub>2</sub> elevado. Las aguas de tipo C presentan una fuerte mineralización.

Dentro del grupo C se observa que algunas captaciones como la 424330017, 424330027, 424330044 o la 424330052, presentan cierto grado de contaminación marina o intrusión pero sin una evolución clara.

Tras la representación espacial de los distintos tipos de agua establecidos, se aprecia una zonación espacial muy definida. Las aguas tipo A se localizan fundamentalmente al norte de la zona y al sur hacia el interior entre las cotas de 400-900 m. Las de tipo B se sitúan más próximas a la costa cerca de los núcleos de Aguimes y Carrizal. Las de tipo C se sitúan al sur de la anterior, en la zona de Vecindario. Siguiendo el sentido de las líneas de flujo, desde la zona de cumbre hasta la costa, las aguas de tipo A corresponden con aguas con un menor tiempo de residencia que las B, y éstas menor tiempo de residencia que las de tipo C, aunque estas han sufrido además un proceso de salinización adicional.

Por tanto, las aguas de tipo A son aguas menos salinas frente a las de tipo C que presentan una salinidad elevada. Así y según el contenido iónico de las muestras, algunas captaciones como la 424330044, 424330048 y 424330060, presentan una concentración en cloruros mayor de 3.000 mg/l y una conductividad eléctrica mayor de 10.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  clasificadas como de grupo C.

### Serie Sálca

En la zona se cuenta con 8 captaciones con un total de 28 análisis. Estas se sitúan al norte en las proximidades de la Vega de San Mateo, Sta Brígida y Valsequillo. En la zona de Telde y de Sta Lucía de Tirajana existe un conjunto de puntos que también captan esta formación.

Se han representado en un diagrama de Piper, figura 2, los análisis “tipo” correspondientes a esta Serie estableciéndose dos grupos de aguas. Las aguas de tipo A situadas en el vértice inferior del diagrama y que corresponden a aguas menos evolucionadas de tipo bicarbonatada sódica. Y las de tipo B cuyos análisis aparecen proyectados a la derecha del romboide y que corresponden con aguas cloruradas sódicas, con un mayor grado de evolución y permanencia en el acuífero.

Los diagramas de Stiff y Schoeller-Berkaloff realizados confirman los dos tipos de aguas establecidos. Según estos diagramas las captaciones 424230040 y 424230037 próximas a Valsequillo, consideradas de tipo A, presentan una mineralización ligera frente las captaciones 424220038 y 424220040 próximas a San Mateo y también de tipo A que presentan una mineralización notable. Dentro del grupo B se observa que todas las muestras situadas en las inmediaciones de Telde presentan una fuerte mineralización.

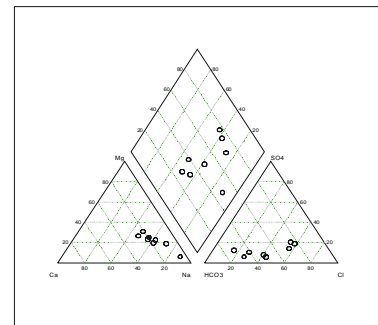


Fig. 2 Serie Sálca

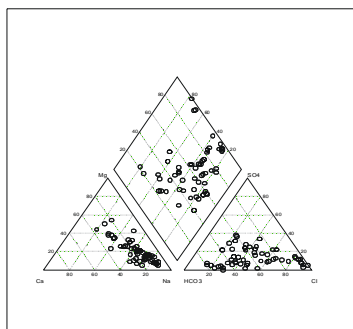
De acuerdo a la distribución espacial de los gráficos de Stiff, las aguas de tipo A corresponden a aguas menos evolucionadas propias de la zona de cabecera según el sentido del flujo, y las de tipo B con zonas próximas a la costa y/o con mayor permanencia en el acuífero.

Según el contenido iónico de las muestras, la captación 424230044 presenta un elevado contenido en cloruros y una conductividad eléctrica mayor de 3.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esta captación se ha caracterizado como de tipo B y tiene cota de fondo negativa, (la cota de bombeo está por debajo del nivel del mar), lo que hace pensar que pueda tener cierta influencia marina.

### Formación Fonolítica

En la zona se cuenta con 57 puntos con un total de 308 análisis. La distribución espacial de estas captaciones es relativamente homogénea en toda la zona, aunque se aprecia un mayor número de captaciones en la mitad norte así como en la zona costera al sur de Vecindario.

Según los gráficos de Piper (figura 3), de Schoeller-Berkaloff y de Stiff realizados, se han definido cuatro tipos de agua. Un primer tipo A constituido por aguas bicarbonatadas sódicas aunque, en ocasiones, llegan a ser bicarbonatadas sódicas magnésicas y/o sódicas cálcicas. Un segundo grupo B formado por aguas bicarbonatadas sódicas y bicarbonatadas cloruradas o sulfatadas sódicas. Un tercer tipo C formado por aguas cloruradas sódicas. Y finalmente, un cuarto grupo, tipo D, formado por aguas cloruradas magnésico-sódicas. En principio, según el diagrama de Piper, los tipos de aguas A y B no están netamente diferenciados, sin embargo según se observa en los diagramas Schoeller-Berkaloff, en los que se aprecia las concentraciones de dichos iones, sí se puede establecer dicha diferenciación.



En los gráficos Schoeller-Berkaloff se aprecia que las aguas de tipo A serían aguas con un menor grado de evolución y un menor tiempo de permanencia en el acuífero y las aguas tipo B, C, y D serían aguas más evolucionadas con mayor tiempo de residencia, pudiendo alguna de las captaciones presentar efectos de contaminación marina. En algunas captaciones se aprecia además la presencia de CO<sub>2</sub> post volcánico en sus aguas.

Fig. 3 Fm. Fonolítica

Siguiendo una línea de flujo desde la cumbre hasta la costa, las aguas de tipo A serían las de menor mineralización, más jóvenes y próximas al área de recarga. Las aguas tipo B serían aguas intermedias. Y las aguas tipo C y D corresponderían a captaciones más próximas a la costa y por tanto con mayor mineralización. En concreto las de tipo D corresponden con la zona de Vecindario donde se constatan claros signos de intrusión marina.

Según los diagramas de Stiff realizados, las aguas tipo A presentan una mineralización de ligera a notable frente a las aguas de tipo B, C, y D que responden a una mineralización fuerte.

Según los datos analíticos algunas captaciones presentan valores de cloruros mayor de 3.000 mg/l, como la 424330066 y 424330068, y unas conductividades eléctricas del orden de los 7.000-10.000  $\mu$ S/cm. Ambas captaciones se han agrupado como tipo D con afección por intrusión marina.

### Formación Roque Nublo

En la zona se cuenta con 47 captaciones con un total de 142 análisis. Estas se sitúan en la mitad norte en los alrededores de la Vega de San Mateo, Sta Brígida, Valsequillo y Telde.

Tras el análisis conjunto de los distintos gráficos, Piper (figura 4), Stiff y Schoeller-Berkaloff, se han diferenciado 3 tipos de aguas. Un primer grupo, tipo A, quedaría proyectado en el centro del romboide y estaría formado por aguas de tipo bicarbonatado sódico. Dichas aguas se consideran como aguas poco evolucionadas y típicas de la formación. El segundo grupo, tipo B, estaría constituido por aguas bicarbonatadas cloruradas o sulfatadas sódicas y

corresponderían con aguas un poco más evolucionadas y con un mayor tiempo de residencia en el acuífero. Y un tercer grupo, tipo C, estaría formado por aguas cloruradas sódicas donde el grado de evolución es mayor.

Según los diagramas de Schoeller-Berkaloff las aguas de tipo A, son aguas estables con pocas variaciones en el tiempo, blandas con una mineralización ligera. Las aguas de tipo B son aguas más evolucionadas de dureza media y una mineralización notable. Finalmente las aguas de tipo C son aguas más evolucionadas, duras y de mineralización fuerte. La captación 424230043 que pertenece al grupo C presenta una influencia marina así como indicios de procesos de interacción roca-agua.

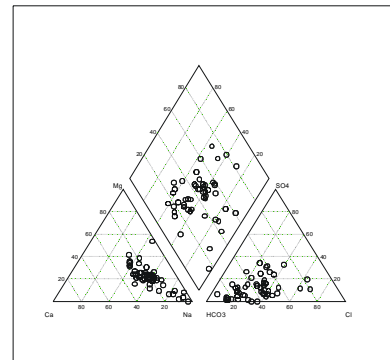


Fig. 4 Fm. Roque Nublo

Siguiendo las líneas de flujo, las aguas de tipo A se localizan entre los 1.500-500 m de cota. Son aguas de cabecera, de ahí su escasa mineralización. Las aguas tipo B y C se sitúan entre los 400-100 m presenta un mayor tiempo de residencia en el acuífero así como una influencia marina debido a su proximidad a la costa.

Según los análisis son aguas de buena calidad, con un contenido iónico medio.

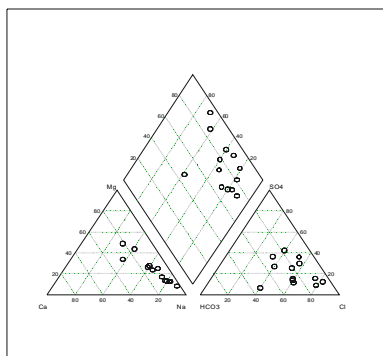
### Formación Detrítica Las Palmas

Se cuenta con un total de 107 análisis químicos correspondientes a 11 captaciones. Se sitúan en las proximidades del núcleo de Telde y hacia la costa, a unos 100 m sobre el nivel del mar.

Según los diagramas de Piper (figura 5), Stiff y Schoeller-Berkaloff se han establecido 4 familias de aguas aunque realmente 3 de ellas no constituyen un tipo de agua en sí ya que sólo cuenta con un análisis para su definición.

El agua de tipo A, captación 424270006, es un agua de tipo bicarbonatado clorurado magnésico sódico. Presenta una cota de fondo negativa así como indicios de CO<sub>2</sub> en el agua. Es un agua dura con una mineralización notable.

El agua de tipo B, captación 424280035, es de tipo clorurado magnésico. Según el diagrama Schoeller-Berkaloff presenta indicios de contaminación marina y una evolución ascendente en el tiempo. Esta captación tiene cota de fondo negativa y un elevado contenido en cloruros. Es un agua muy dura con una mineralización fuerte.



El agua de tipo C es de tipo clorurado sódico-magnésico y pertenece a la captación 424240024. Según el diagrama de Schoeller-Berkaloff se observa un empeoramiento del agua con el tiempo, aunque no presenta la evolución típica de contaminación marina. Su origen puede ser debido a los retornos de riego ya que se aprecia un contenido elevado en sulfatos y nitratos. Se trata de un agua muy dura con una mineralización fuerte.

Fig. 5 Fm. Detrítica Las Palmas



Las aguas del grupo D están caracterizadas por los análisis correspondientes a ocho captaciones. En el diagrama de Piper estas aparecerían proyectadas en el vértice derecho del romboide. La mayoría de las captaciones presentan una cota de fondo negativa. Según los diagramas de Schoeller-Berkaloff son aguas con una evolución ascendente en el tiempo, con claros signos de empeorar. La mayoría presentan un contenido en nitratos y sulfatos elevado como consecuencia de los retornos de riego así como un aumento de la salinidad producto de la intrusión marina. Son aguas de dureza media y mineralización fuerte.

Según se aprecia en la morfología de los gráficos de Stiff, se trata de aguas con una importante mineralización en las cuales predomina un elevado contenido en cloruros. Algunas captaciones, como la 424280035 considerada del grupo B, presentan un contenido en cloruros de 3.000-4.000 mg/l y una conductividad eléctrica mayor de 10.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La captación 424280051, considerada de tipo D también presenta un contenido en cloruros mayor de 2.000 mg/l y una conductividad eléctrica mayor de 8.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con claros indicios de contaminación marina

### Formación Post Roque Nublo

En la zona se cuenta con 28 captaciones en esta formación y un total de 107 análisis. Se encuentran situadas en la zona nordeste, en las proximidades de la Vega de San Mateo y Sta Brígida y en las inmediaciones de los núcleos de Telde y Aguimes.

Tras el análisis del diagrama de Piper, figura 6, se han establecido tres tipos de aguas subterráneas. Un primer tipo A, proyectado en la zona centro izquierda del romboide, formado por aguas bicarbonatadas sódicas o magnésico-sódicas que corresponden con aguas poco evolucionadas. Un segundo tipo B, proyectado más próximo al vértice derecho del romboide, formado por aguas cloruradas sódicas o sulfatadas cloruradas sódicas consideradas como aguas más evolucionadas, con un mayor tiempo de permanencia en el acuífero. Y finalmente, un tipo C formado por aguas cloruradas sódico-magnésicas, con mayor grado de evolución.

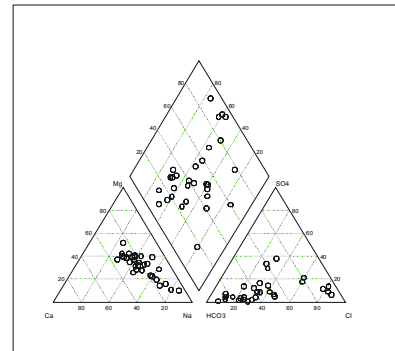


Fig. 6 Fm. Post-Roque Nublo

Del análisis de los diagramas de Schoeller-Berkaloff se confirma que las aguas del tipo A presentan una mineralización notable y dureza media. En algunas captaciones se aprecia cierto contenido en  $\text{CO}_2$  en el agua. Son aguas muy estables con poca evolución geoquímica en el tiempo. Las captaciones pertenecientes al grupo B presentan un agua dura con un grado de mineralización fuerte. Algunas captaciones presentan un contenido en nitratos mayor de 150 mg/l por lo que es posible que estén afectadas por retornos de riego. Las aguas de tipo C, están representadas por tres captaciones situadas próximas a la costa, con una cota de fondo negativa y un contenido en cloruros elevado. Son aguas muy duras y con una mineralización fuerte. Su conductividad eléctrica, su contenido en cloruros y en sulfatos es elevado. En la captación 424240011, el contenido en cloruros aumenta con el tiempo, apreciándose cierta tendencia a la relación marina con intercambio iónico.

Según el sentido del flujo del agua subterránea, las aguas de tipo A corresponderían con aguas menos evolucionadas situadas en un tramo medio de su recorrido hasta el mar. Las aguas de

tipo B y C corresponden a fases más distales que han sufrido algún o algunos procesos modificadores en el quimismo de sus aguas como mezcla con aguas procedentes de riego, procesos de salinización y/o intercambio iónico roca-agua. La distribución espacial de los diagramas de Stiff confirma esta zonación.

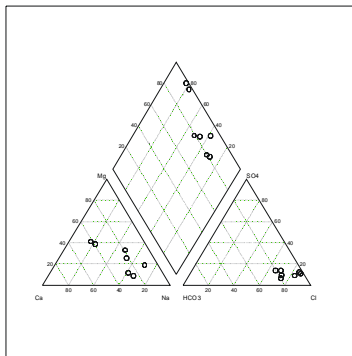
### **Materiales Sedimentarios**

En la zona se cuenta con datos de cinco captaciones con 52 análisis cuya agua subterránea procede de los Materiales Sedimentarios. Estas captaciones se sitúan en la zona S-SE de la isla, en las inmediaciones de Vecindario y próximo a la costa.

Según los gráficos de Stiff, Schoeller-Berkaloff y Piper se han diferenciado dos tipos de agua: un tipo A que engloba a las captaciones 424340010, 424370015 y la 424370020 y un tipo B que engloba a las captaciones 424370013 y 424370014.

Las aguas tipo A, aparecen proyectadas próximos al vértice derecho del diagrama Piper (figura 7), y se trata de aguas cloruradas sódicas. Las aguas tipo B se sitúan próximas al vértice superior del romboide y se corresponden con aguas cloruradas cálcicas magnésicas.

Según el contenido iónico, la captación 424370015, considerada de tipo A, presenta indicios claros de contaminación marina con una conductividad mayor de 10.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un contenido en cloruros y sulfatos elevado. Además se aprecia un empeoramiento con el tiempo. Las aguas procedentes de la captación 424370020 presentan similares características, aunque más estables en el tiempo. Ambas captaciones presentan una cota de fondo negativa. Respecto a la captación 424340010 el diagrama de Schoeller-Berkaloff indica un fuerte empeoramiento con el tiempo y esta salinizada, aunque no existen muchos datos para su definición. Presenta una tendencia similar a las captaciones anteriores. En general, se trata de aguas muy duras con una mineralización fuerte.



Las aguas procedentes de las captaciones de tipo B presentan cierta similitud. En ambas captaciones se aprecia una evolución ascendente en el tiempo lo que se traduce como un empeoramiento del agua. Presentan una conductividad elevada, aproximadamente 10.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y un contenido en cloruros y sulfatos alto. El contenido en nitrato también es elevado, mayor de 100 mg/l, lo que indica un retorno de riegos importante. Ambas captaciones presentan una cota de fondo negativa. Son aguas duras y con un grado de mineralización fuerte.

Fig. 7 Materiales Sedimentarios

La morfología de los diagramas de Stiff indica un marcado carácter clorurado de las aguas, siendo de tipo cálcico o sódico en función del tipo de agua definido.

### **CONCLUSIONES**

Tras su representación en los distintos tipos de diagramas, se ha podido determinar que las aguas pertenecientes a los grupos A, generalmente bicarbonatadas sódicas, están poco mineralizadas, denotan una baja permanencia en el acuífero y corresponden a las zonas de recarga por infiltración de agua de lluvia situadas a cotas altas en la zona de Cumbres



(mayor de 800 m) y de Medianías (entre 800 y 300 m). Las aguas correspondientes a los grupos B y C denotan una mayor permanencia en el acuífero, son aguas más evolucionadas, presentan una mineralización progresivamente mayor y se localizan preferentemente en la Zona Baja (menor de 300 m). Las aguas del grupo D, son las más mineralizadas, se localizan en la Zona de Costa y, a menudo, presentan indicios de intrusión marina o contaminación por regadíos y efluentes urbanos. Esta diferenciación aparece resumida en el cuadro 2.

## CUADRO 2

### PRINCIPALES GRUPOS DE AGUAS DETECTADOS EN LAS Fm GEOLÓGICAS

| <b>FORMACIÓN GEOLÓGICA</b>     | <b>GRUPO A</b>                              | <b>GRUPO B</b>                                     | <b>GRUPO C</b>                    | <b>GRUPO D</b>   |
|--------------------------------|---|--|-----------------------------------|--|
| Basaltos Antiguos              | Bicarbonatadas sódicas                      | Bicarbonatadas magnésico-cálcicas                  | Bicarbonatadas magnésico-cálcicas | --   |
| Serie Sálida                   | Bicarbonatadas sódicas                      | Cloruradas sódicas                                 | --                                | --   |
| Formación Fonolítica           | Bicarbonatadas sódicas                      | Bicarbonatadas cloruradas o sulfatadas sódicas     | Cloruradas sódicas                | Cloruradas magnésico-sódicas                                 |
| Formación Roque Nublo          | Bicarbonatadas sódicas                      | Bicarbonatadas cloruradas o sulfatadas sódicas     | Cloruradas sódicas                | --   |
| Formación Detrítica Las Palmas | Bicarbonatadas cloruradas magnésico-sódicas | Cloruradas magnésicas                              | Cloruradas sódico-magnésicas      | Cloruradas sódicas con indicios de intrusión y contaminación |
| Formación Post-Roque Nublo     | Bicarbonatadas sódicas o magnésico-sódicas  | Cloruradas sódicas o sulfatadas cloruradas sódicas | Cloruradas sódico-magnésicas      | --   |
| Materiales sedimentarios       | Cloruradas sódicas                          | Cloruradas cálcico-magnésicas                      | --                                | --   |

En conjunto, todos los tipos de aguas definidos y su distribución, confirman la existencia de un flujo general dirigido, en abanico, desde la Zona Alta hacia la Zona de Costa.

### **BIBLIOGRAFÍA**

ITGE (1992) Plan MAGNA. Mapa Geológico de España, E 1:25.000 y Mapa geológico 1:100.000  
 PLAN HIDROLÓGICO DE GRAN CANARIA (1991) "Actualización del conocimiento hidrogeológico de la isla de Gran Canaria". Tomo I, memoria. Cabildo Insular de Gran Canaria- Gobierno de Canarias.  
 IGME Base de datos de la oficina de proyectos de las Palmas  
 IGME-CIAGC "Estudio hidrogeológico para la definición de áreas sobreexplotadas o en riesgo de sobreexplotación en la zona baja del Este de Gran Canaria". (Documento interno).