

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA  
SUROESTE DE GRAN CANARIA**

**TOMO I. MEMORIA**

**LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, 1992**

Este estudio ha sido realizado por la dirección de Aguas Subterráneas y Geotecnia del Instituto Tecnológico GeoMinero de España, con la colaboración de Geomecánica y Aguas, S.A.

Han intervenido en el presente trabajo:

**INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA.**

- D. Agustín Navarro Alvargonzález  
Subdirección General de Aguas Subterráneas

- D. Juan Antonio López Geta  
Jefe de Servicio de Desarrollo Tecnológico

- D. Emilio La Moneda González  
Director del Proyecto

**GEOMECANICA Y AGUAS, S.A.**

- D. Cayetano Lucena Bonny

- D. Vicente Ruiz Fdez. de la Lopa

- D. Alfredo Vela Iglesias

- D. Nicolás Mayor Yagüe

- D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Teresa Maestro Salmerón

- D. Santiago Adánez Corral

- D<sup>a</sup> Angeles Arandilla

# ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA SUROESTE DE GRAN CANARIA

## INDICE

### TOMO I MEMORIA

	Pág.
<b>INTRODUCCION Y ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>2. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>4</b>
<b>3. GEOLOGIA</b>	<b>10</b>
3.1. Estratigrafía	15
3.1.1. Formación Basaltos Antiguos	15
3.1.2. Formación Sálica	16
3.1.3. Miembro Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas	19
3.1.4. Formación Roque-Nublo	20
3.1.5. Miembro Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas	22
3.1.6. Materiales Sedimentarios Plio-Cuaternarios	22
3.2. Tectónica	24
3.3. Volcanología	26
3.4. Petrología	28
3.4.1. Formación Basáltica del Ciclo I	28
3.4.2. Diques	29
3.4.3. Toba vitrofídica. "Composite flow"	29
3.4.4. Lavas de formación riolítico-traquítica extracaldera	30
3.4.5. Tobas, ignimbritas y lavas riolítico-traquíticas intracaldera	30
3.4.6. Formaciones fonolíticas	31
3.4.7. Formación Roque-Nublo. Lavas	32
3.5. Historia geológica	33

<b>4. DEMANDA DE AGUA DE AGUA</b>	<b>35</b>
4.1. Demanda urbana	35
4.2. Demanda turística	38
4.2.1. Demanda actual	38
4.2.2. Demanda futura	41
4.3. Demanda agrícola	43
4.3.1. Antecedentes	43
4.3.2. Evolución en el último quinquenio	45
4.4. Resumen de demanda y consumo en la zona de estudio	52
<b>5. PRODUCCION DE AGUA POR METODOS NO CONVENCIONALES</b>	<b>53</b>
<b>6. ESTUDIO CLIMATOLOGICO E HIDROLOGICO</b>	<b>57</b>
6.1. Climatología	61
6.1.1. Pluviometría	61
6.1.2. Temperaturas	62
6.1.3. Régimen de vientos	63
6.1.4. Evaporación y evapotranspiración potenciales	64
6.2. Hidrología	65
<b>7. HIDROGEOLOGIA</b>	<b>72</b>
7.1. Análisis de los datos de inventario	73
7.2. Cortes hidrogeológicos	75
7.3. Unidades hidrogeológicas	89
7.3.1. Acuífero fundamental	89
7.3.2. Otros niveles de interés	91
7.4. Piezometría	91
7.4.1. Piezometría correspondiente al SPA-15 (1971)	91
7.4.2. Piezometría correspondiente al MAC-21 (1980)	93
7.4.3. Piezometría correspondiente a 1990	93
7.4.4. Evolución piezométrica	96

7.4.5. Gradientes	98
7.5. Parámetros hidráulicos	99
7.6. Conclusiones hidrogeológicas	101
<b>8. HIDROGEOQUIMICA</b>	<b>102</b>
8.1. Datos de partida	102
8.2. Características hidrogeoquímicas generales	102
8.2.1. Análisis estadístico de las especies analizadas	104
8.2.2. Análisis gráfico. Diagramas de Piper y Schöeller	112
8.2.2.1. Barranco Tasartico	114
8.2.2.2. Barranco Tasarte	114
8.2.2.3. Barranco Veneguera	119
8.2.2.4. Barranco Mogán	119
8.2.2.5. Barranco Taurito	119
8.2.2.6. Barranco Arguineguín	128
8.2.2.7. Playa del Cura - Playa de La Verga	128
8.3. Distribución espacial de la calidad	128
8.3.1. Mapa hidrogeoquímico. Diagramas de Stiff	133
8.3.2. Mapas de isóneas de los constituyentes mayoritarios	133
8.3.3. Relaciones iónicas asociadas a intrusión marina	145
8.4. Variación de la calidad en el tiempo	152
<b>9. BALANCE</b>	<b>153</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>157</b>

## INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1.	Plano situación zona	2
Figura 3.1.	Síntesis geológica a E. 1:100.000	14
Figura 5.1.	Situación de las desaladores y depuradoras	56
Figura 6.1.	Situación de las estaciones base	60
Figura 6.2.	División en sectores	69
Figura 7.1.	Situación de los cortes	76
Figura 7.2.	Leyenda general	77
Figura 7.3.	Leyenda geológica	79
Figura 7.4.	Piezometría. 71	92
Figura 7.5.	Piezometría. 80	94
Figura 7.6.	Piezometría. 90	95
Figura 7.7.	Evolución piezométrica	97
Figura 8.1.	Distribución espacial de los puntos muestreados en Noviembre-Diciembre de 1990	103
Figura 8.2.	Diagramas de distribución de frecuencias de los valores de conductividad, pH, calcio, magnesio, sodio y potasio	105
Figura 8.3.	Diagramas de distribución de frecuencia de los valores de bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos y sílice	106
Figura 8.4.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del S.O. de Gran Canaria	113
Figura 8.5.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Tasartico	115
Figura 8.6.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Tasartico	116
Figura 8.7.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Tasarte	117

Figura 8.8.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Tasarte	118
Figura 8.9.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Veneguera	120
Figura 8.10.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Veneguera	121
Figura 8.11.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Mogán	122
Figura 8.12.a.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Mogán (1)	123
Figura 8.12.b.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Mogán (2)	124
Figura 8.12.c.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Mogán (3)	125
Figura 8.13.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Taurito	126
Figura 8.14.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Taurito	127
Figura 8.15.	Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Arguineguín	129
Figura 8.16.	Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Arguineguín	130
Figura 8.17.	Diagrama de Piper de las aguas de la zona Playa del Cura - Playa de la Verga	131
Figura 8.18.	Diagrama de Shöeller de las aguas de la zona Playa del Cura - Playa de la Verga	132
Figura 8.19.	Mapa de isovalores de conductividad	134
Figura 8.20.	Mapa de isovalores de pH	135
Figura 8.21.	Mapa de isovalores de Ca <sup>++</sup>	136
Figura 8.22.	Mapa de isovalores de Mg <sup>++</sup>	137
Figura 8.23.	Mapa de isovalores de Na <sup>+</sup>	138

Figura 8.24.	Mapa de isovalores de $K^+$	139
Figura 8.25.	Mapa de isovalores de $HCO_3^-$	140
Figura 8.26.	Mapa de isovalores de $SO_4^{2-}$	141
Figura 8.27.	Mapa de isovalores de $Cl^-$	142
Figura 8.28.	Mapa de isovalores de $NO_3^-$	143
Figura 8.29.	Mapa de isovalores de $rNa^+/rCa^{++}$	149
Figura 8.30.	Mapa de isovalores de $rNa^+/rK^+$	150
Figura 8.31.	Mapa de isovalores de $rCl^-/rHCO_3^-$	151



## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1. Divisiones estratigráficas	11
Cuadro 4.1. Evolución de consumos brutos municipales	35
Cuadro 4.2. Núcleos urbanos, población y consumos de la zona investigada	37
Cuadro 4.3. Distribución y consumos de agua de la población turística	39
Cuadro 4.4. Evolución de las superficies cultivadas en regadío desde 1972 a 1989	44
Cuadro 4.5. Evolución de consumos totales por cultivos desde 1975 a 1986	44
Cuadro 4.6. Características de los cultivos existentes en 1986 en el término municipal de Mogán	47
Cuadro 4.7. Características de los cultivos del área estudiada correspondientes al término municipal de San Bartolomé de Tirajana	48
Cuadro 4.8. Características de los cultivos del área estudiada correspondientes a los términos municipales de San Nicolás de Tolentino y Tejeda	49
Cuadro 4.9. Características de los cultivos actuales existentes en el área estudiada	50
Cuadro 4.10. Dotaciones y tipos más frecuentes de riegos según los diferentes cultivos	50
Cuadro 4.11. Evolución de superficies de cultivos y demandas hídricas en el último quinquenio	51
Cuadro 5.1. Características de plantas desaladoras y potabilizadoras de agua de mar	54
Cuadro 5.2. Características de depuradoras de residuos líquidos urbanos	55
Cuadro 6.1. Estaciones meteorológicas	58
Cuadro 6.2. Cálculos de lluvia útil e infiltración	68
Cuadro 6.3. Cálculo de esorrentía no regulada	70
Cuadro 7.1. Resumen ensayos de bombeo	100
Cuadro 7.2. Ensayos del informe del IRYDA	100

Cuadro 8.1.	Valores de algunos de los estadísticos para los parámetros analizados	104
Cuadro 8.2.	Resultados obtenidos en el ajuste de distribución para las variables determinadas entre septiembre de 1990 y agosto de 1991	107
Cuadro 8.3.	Matriz de correlación para las variables determinadas entre septiembre de 1990 y agosto de 1991	109
Cuadro 8.4.	Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial	110
Cuadro 8.5.	Valores de algunas relaciones iónicas para el muestreo de noviembre-diciembre de 1990	147

## **TOMO II PLANOS**

**Plano 1. Plano Geológico 1:50.000**

**Plano 2. Planos geológicos 1:25.000**

**2.1. Zona norte**

**2.2. Zona centro**

**2.3. Zona sur**

**Plano 3. Isoyetas de la media total anual. Isolíneas de infiltración**

**3.1. Zona norte**

**3.2. Zona centro**

**3.3. Zona sur**

**Plano 4. Piezometría (1:25.000)**

**4.1. Zona Norte. Año 71**

**4.2. Zona Centro. Año 71**

**4.3. Zona Sur. Año 71**

**4.4. Zona Norte. Año 80**

**4.5. Zona Centro. Año 80**

**4.6. Zona Sur. Año 80**

**4.7. Zona Norte. Año 90**

**4.8. Zona Centro. Año 90**

**4.9. Zona Sur. Año 90**

**Plano 5. Hidroquímica. Plano de distribución espacial de los diagramas de Stiff**

## **TOMO III ANEJOS**

- Anejo 0.** Inventario de puntos
- Anejo I.** Fichas de Producción de Agua por Sistemas no Convencionales
- Anejo II.** Datos de escorrentia
- Anejo III.** Datos climatológicos
- Anejo IV.** Cortes hidrogeológicos
  - Fig. IV-1. Corte I-I' Barranco de Tasarte - Corte II-II' Barranco de Veneguera
  - Fig. IV-2. Corte III-III' Barranco de Mogán - Corte IV-IV' Barranco de Arguineguín
  - Fig. IV-3. Corte V-V' Perimetral Norte
  - Fig. IV-4. Corte VI-VI' Perimetral Sur
- Anejo V.** Ensayos de bombeo
  - Fig. A.1. Ensayo Cañada Honda. Bombeo. Jacob
  - Fig. A.2. Ensayo Cañada Honda. Recuperación. Jacob
  - Fig. A.3. Ensayo Cañada Honda. Recuperación. Theis
  - Fig. B.1. Ensayo Goteras. Bombeo. Jacob
  - Fig. B.2. Ensayo Goteras. Recuperación. Jacob
  - Fig. B.3. Ensayo Goteras. Recuperación. Theis
  - V-1. Fichas
  - V-2. Datos
  - V-3. Fichas
  - V-4. Datos

## **1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES**

La Zona Suroeste de Gran Canaria, con una superficie de unos 300 km<sup>2</sup>, está situada entre la divisoria de aguas de la margen izquierda del Barranco de La Aldea, el mar y la divisoria de aguas de la margen izquierda del Barranco de Arguineguín.

Este área corresponde, en la zonificación del Plan Hidrológico de Gran Canaria, a los sectores 4 a 9 de la Zona Sur y, en la zonificación del ITGE, los subsistemas S.4. a S.9. del Sistema Acuífero 83. En ella se encuentran los barrancos de Tasartico, Tasarte, Veneguera, Mogán, Taurito, Tauro, El Lechugal, Puerto Rico, Arguineguín y otros de menor entidad (Fig. 1.1.).

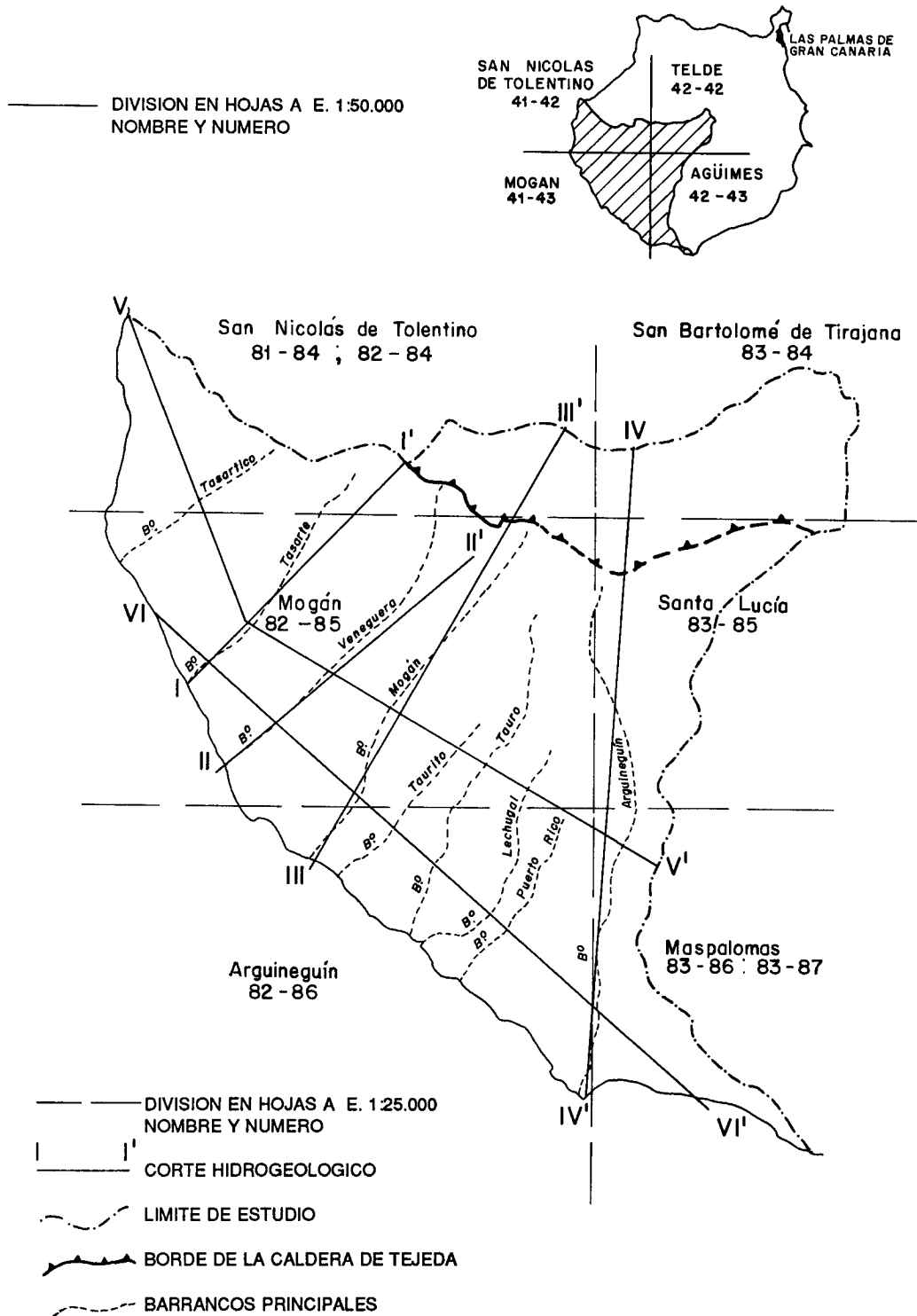
La Zona con una población estable de unos 10.000 habitantes cuyas principales actividades son el turismo y la agricultura, cuenta unas 55.000 plazas turísticas concentradas en la desembocadura de los barrancos en la costa, entre Pasito Blanco y Playa de Mogán, y con unas 640 ha con infraestructura para cultivos en regadío que están en recesión.

La Zona que fué estudiada en trabajos de ámbito insular como los proyectos SPA-15 y MAC-21, y, parcialmente, en otros trabajos locales del Servicio Hidráulico de Las Palmas e IRYDA, presenta una gran complejidad en la gestión de sus recursos hídricos por su escasez, por la concentración de las demandas, que ya ha originado algunos problemas de cantidad y calidad, y, sobre todo, para el futuro, por los planes de expansión del sector turístico tendentes a la creación de unas 137.000 nuevas plazas y por la catalogación medio ambiental protectora de buena parte de su superficie.

Ante esta problemática el ITGE, a petición y en coordinación con la Dirección General de Aguas (DGAA) de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas del Gobierno de Canarias (COPVA) y con la Oficina del Plan Hidrológico de Gran Canaria (PHGC), dependiente de la COPVA y del Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria, se ha planteado el presente estudio de homogeneización y actualización de la información infraestructural hidrogeológica, como apoyo a la realización de un posterior modelo de flujo subterráneo, imprescindible, para la adecuada planificación y gestión hídrica de la Zona.

Para conseguir el objetivo final propuesto, este estudio se ha planteado los objetivos parciales siguientes:

- Obtención de la información geológica e hidrogeológica detallada de la Zona y su adecuación para la realización de un futuro modelo de flujo subterráneo.



**SITUACION DE LA ZONA DE ESTUDIO Y DE LOS CORTES HIDROGEOLOGICOS**

- Planteamiento de los problemas de demanda, calidad, explotación y conocimiento de los recursos hídricos de la zona y sus posibles soluciones.
- Dotación a la Administración de los conocimientos necesarios para la mejora de las infraestructuras y la gestión de los recursos hídricos.

Como documentos de referencia se han tenido en cuenta los citados proyectos SPA-15 y MAC-21, los del Servicio Hidráulico e IRYDA, y los más recientes trabajos de cartografía geológica del ITGE (MAGNA) y del PHGC en relación con la zona.

Como base de partida para la realización de este estudio se ha utilizado el reciente inventario exhaustivo de puntos de agua de la Zona realizado por el PHGC, que ha sido completado con algunas mediciones y muestreos más y, posteriormente, unificado con los inventarios preexistentes e incorporado a los Archivos y Base de Puntos de Agua de Canarias (APAC y BAC) del ITGE, quedando así el inventario actualizado e informatizado. El citado inventario se encuentra disponible en las oficinas del ITGE de Madrid y Canarias.

El estudio ha sido realizado por Geomecánica y Aguas, S.A., adjudicataria del Proyecto que está encuadrado en los Planes Nacionales y de Actividades del ITGE en el Programa 542-E, Artículo 61, Superproyecto 9005, Aguas Subterráneas, Proyecto Agregado 315.

## **2. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- La zona de estudio se sitúa al suroeste de Gran Canaria con una extensión de unos 300 km<sup>2</sup> y corresponde a los sectores 4 a 9 de la Zona Sur en la zonificación del Plan Hidrológico de Gran Canaria.

- **Geológicamente** se pueden identificar las siguientes formaciones que se definen estratigráfica y petrográficamente:

- Fm. Basaltos Antiguos
- Fm. Sálica
- Fm. Roque-Nublo
- Fm. Detrítica posterior al Ciclo I
- Fm. Detrítica del Roque- Nublo

Los fenómenos tectónicos más relevantes en la zona de estudio son los asociados a la Caldera de Tejada, algunos diques y escasas fracturas radiales o perimetrales.

Volcanológicamente están representados el primer ciclo, el período de erosión correspondiente a la inactividad efusiva que le sigue y parte del segundo ciclo.

La secuencia de fenómenos que da lugar a las distintas formaciones y materiales se inició en el Mioceno con una emisión rápida (entre 13,8 y 13,2 m.a.) de un gran volumen de materiales (1.000 km<sup>3</sup>) que constituyen la Fm. Basaltos Antiguos. Posteriormente se produjo la formación de la Caldera de Tejada y su posterior relleno con coladas riolítico-traquíticas y mantos ignimbriticos hasta desbordar al dominio extracaldera radialmente y con una distribución condicionada por la asimetría y fraturación del borde de la caldera.

El primer período constructivo finaliza con la emisión de materiales fonolíticos desde centros de emisión que emigran hacia el NE. Simultáneamente se produce la intrusión sienítica y la formación del cone-sheet en la caldera.

Finalizado el primer ciclo, la inactividad volcánica subsiguiente condiciona un período erosivo, que dura unos 200.000 años, en el que se dismantelan los grandes relieves, se originan profundos barrancos y se depositan materiales clásticos en la zona costera.

Como precursora del segundo ciclo volcánico se produce, en las proximidades de la zona de estudio, la emisión de la Fm. El Tablero y a continuación el ciclo Roque-Nublo que, aunque es el más representativo de la isla, está representado en la zona únicamente por emplazamiento de brechas y algún centro de emisión aislado.



- **La demanda de agua** en la zona es de 5,3 hm<sup>3</sup>/año distribuidos de la siguiente manera:

	<b>Demanda (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>Dotación l/h.d</b>
URBANA	0,3	10.000	14%	80-100
TURISTICA	3,0	37.000	18%	100-200
AGRARIA	2,0			
<b>TOTAL</b>	<b>5,3</b>			

Se caracteriza por:

- **Baja demanda urbana** (10.000 habitantes) que no experimenta variaciones significativas en el tiempo; con pérdidas en la red del 14% y dotaciones netas de 80-100 l por habitante y día.
- **Alta demanda turística** (37.000 habitantes) que crece anualmente en torno al 18%. Sus redes de distribución pierden el 18% y su dotación neta oscila entre los 100 y los 200 l por habitante y día.
- **Demanda agraria** en disminución como consecuencia del abandono de cultivos y la mejora de los sistemas de riego pasándose en el último quinquenio de 630 ha a 407 ha y de 5,8 hm<sup>3</sup>/año a 2 hm<sup>3</sup>/año.

En resumen, los consumos actuales urbano (0,3 hm<sup>3</sup>/año), turístico (3 hm<sup>3</sup>/año), y agrícola (2 hm<sup>3</sup>/año) pasarían a ser en el futuro de 1, 12,5, y 2 hm<sup>3</sup>/año respectivamente teniendo en cuenta dotaciones más adecuadas (entre 200 y 250 l por habitante y día) y el crecimiento previsto.

Los retornos correspondientes al consumo actual que son pérdidas en el abastecimiento urbano (0,052 hm<sup>3</sup>/año), pérdidas en el abastecimiento turístico (0,555 hm<sup>3</sup>/año) y retornos de regadío (0,311 hm<sup>3</sup>/año), totalizan 0,918 hm<sup>3</sup>/año y con las previsiones de consumo pasarán a ser de 2,8 hm<sup>3</sup>/año.

Es necesario resaltar que la demanda turística futura es, según los cálculos, de 12,5 hm<sup>3</sup>/año. Esta cifra supera ampliamente los recursos disponibles actualmente y además se concentrará en zonas costeras y en desembocaduras de barrancos donde actualmente se detectan ya indicios de intrusión marina.

- **La producción de agua** por sistemas no convencionales tiene una creciente importancia en la zona y la capacidad de producción de las desaladoras (1,3 hm<sup>3</sup>/año) es superior a la demanda urbana futura. La depuración de aguas es de 2,3 hm<sup>3</sup>/año con una capacidad instalada de 4,7 hm<sup>3</sup>/año.

- **La climatología** de la zona de estudio ha puesto de manifiesto los grandes contrastes existentes, en los parámetros analizados, entre la zona del interior montañosa y la zona costera. Ha sido necesario tener en cuenta el régimen diario de precipitaciones para poder comprender y valorar los efectos que la topografía y el régimen de aguaceros tiene sobre la lluvia útil y en consecuencia sobre la infiltración.

La metodología de estudio comprende la recopilación de documentación, el análisis y depuración de datos y la elaboración de resultados.

Se ha tomado como período representativo el correspondiente a 1980-1990, aunque los datos de partida corresponden a un período más amplio (1952-1990).

Se han considerado como estaciones base las quince (15) seleccionadas en el área de estudio por el P.H.G.C., de entre las cincuenta existentes en la zona y sus alrededores.

A partir del análisis de la pluviometría se deduce que las precipitaciones se producen fundamentalmente entre octubre y marzo, que están fuertemente afectadas por la topografía y que la precipitación media, obtenida a partir de la media de las estaciones, es de 251 mm. Con un análisis detallado de las isoyetas se ha calculado una precipitación en la zona de 62,81 hm<sup>3</sup>/año.

Considerando el régimen de precipitaciones y la evapotranspiración, se obtiene una lluvia útil de 29,81 hm<sup>3</sup>/año que, según la hipótesis adoptada, se distribuye en un 5,68 hm<sup>3</sup>/año de infiltración y 22,738 hm<sup>3</sup>/año de escorrentía.

Teniendo en cuenta que el 5% de la escorrentía no regulada se infiltra por el cuaternario tendremos una infiltración adicional de 0,565 hm<sup>3</sup>/año, lo que totaliza una infiltración de 6,247 hm<sup>3</sup>/año.

- **Hidrogeológicamente** el acuífero principal es el constituido por los materiales de la Formación Basaltos Antiguos que en su conjunto es un acuífero multicapa.

Como consecuencia de la aleatoriedad en la distribución vertical y horizontal de los distintos niveles que inicialmente presentarían buena permeabilidad (escoriáceos, lávicos, etc.), y de las distintas respuestas que han tenido a los procesos posteriores, existe una gran anisotropía tanto en vertical como en horizontal que está aumentada por la intrusión de diques.

A pesar de la presencia de tramos relativamente favorables, el acuífero a nivel regional presenta, como consecuencia de su anisotropía, unas características hidrogeológicas medianas a bajas cuya confirmación precisa de la modelación hidráulica del mismo.

Otras características hidrogeológicas del acuífero son:

- El flujo es radial, de las cumbres al mar, con gradientes altos (20-50‰) y ligera influencia de la explotación concentrada en los barrancos.
- La zona costera en general y la desembocadura de algunos barrancos (Mogán, Arguineguín) en particular, presentan niveles por debajo de la cota cero propiciando la intrusión marina.
- El análisis de la evolución piezométrica ha puesto de manifiesto zonas localizadas de ascenso y descenso de niveles entre los períodos considerados (70-80-90) siendo lo más significativo el ascenso para el período 80-90 en las zonas de Veneguera y Mogán.
- Los parámetros hidráulicos, como se ha señalado anteriormente, están sometidos a una gama de variación de varios órdenes de magnitud.

Los valores obtenidos en los ensayos específicos realizados son: transmisividades entre 40 y 200 m<sup>2</sup>/d y coeficiente de almacenamiento del orden de 5 x 10<sup>-3</sup>.

- Desde el punto de vista hidroquímico se ha podido obtener las siguientes conclusiones:

- En el análisis estadístico realizado se observa que se asocian entre sí una serie de constituyentes químicos del agua subterránea debido al predominio de distintos factores:

- Litológico (conductividad con Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, So<sub>4</sub><sup>-</sup>, y Cl<sup>-</sup>)
- Intrusión marina (Cl<sup>-</sup> con Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>).

- Existe una gran variedad en la composición global de las aguas subterráneas analizadas. No obstante, en cuanto al catión predominante las muestras se distribuyen en un rango de variación que va desde términos netamente sódicos (pozos próximos a la costa y pozos situados en el Barranco de Arguineguín) hasta otros sódico-magnésicos (Barranco de Veneguera).

En cuanto al anión predominante, las aguas subterráneas presentan una composición intermedia entre cloruradas y bicarbonatadas, con distinta proporción de sulfatos. Sin embargo, las aguas que tienen mayor representación en el suroeste de Gran Canaria son las de carácter clorurado (pozos situados cerca de la costa y en los Barrancos de Arguineguín, Taurito y gran parte del de Mogán).

- En el mapa hidrogeoquímico elaborado con los diagramas de Stiff, así como en los mapas de isocontenidos realizados se puede visualizar la distribución espacial de la composición química de las aguas. Los de menor salinidad se sitúan, como cabía de esperar, en las cabeceras de los barrancos. Por el contrario, las aguas más salinas se localizan sobre todo en la zona costera, y se asocian con problemas de intrusión marina.

- El estudio de algunas relaciones iónicas, especialmente  $r_{Na}/r_{Ca}$ ,  $r_{Na}/r_{K}$  y  $r_{Cl}/r_{HCO_3}$ , corrobora las observaciones anteriores, mostrando que la zona afectada por invasión de agua del mar abarca una amplia extensión que incluye la desembocadura del Barranco de Mogán, gran parte del Barranco de Arguineguín, y la franja costera comprendida entre la Playa del Cura y la de Verga.

Del análisis de los datos del **Balance** se obtienen las siguientes **conclusiones**:

- Por tratarse de un régimen variable, para cuyo análisis se precisa de una modelización del flujo, se ha optado por establecer un balance con hipótesis favorables y desfavorables.

- Las entradas, que se producen fundamentalmente por infiltración del agua de lluvia, aportes laterales y retornos de regadío, se han cuantificado entre 11,4 y 9,15 hm<sup>3</sup>/año.

- Las salidas, que se producen por bombeos y hacia el mar, representan entre 16,36 y 18,3 hm<sup>3</sup>/año.

- En estas condiciones la variación de almacenamiento estará comprendida entre -4,96 hm<sup>3</sup>/año y -9,15 hm<sup>3</sup>/año.

- Si se pretendiera satisfacer la demanda actual y futura adecuadamente, el déficit sería en el mejor de los casos de 15 hm<sup>3</sup>/año.

- El sistema actualmente está en déficit y éste previsiblemente aumentará implicando mayor intrusión marina, peor calidad general y mayores costes de bombeo y tratamientos de del agua.

Para mejor conocimiento de la zona estudiada será necesario tener en cuenta las siguientes **Recomendaciones**:

- Para el mejor conocimiento del estado climatológico y hidrológico de la zona serían recomendable el desarrollo de los siguientes puntos:

- Instalación de una estación termométrica o climática completa en la parte alta de la zona de estudio, preferentemente en la estación 009.

- Instalación de al menos una estación para la medición del régimen de vientos.

- Instalación de estaciones de aforo en las cuencas mas representativas, en particular en Mogán, Arguineguín y Veneguera.
- Establecimiento de medidores de Evaporación en aquellos embalses de la zona que no lo tengan, en particular en la cuenca de Arguineguín.
- Sería necesario además mejorar el conocimiento de las características edafológicas de la zona con objeto de definir con mayor precisión la retención de agua en el suelo.
- Para un mejor conocimiento del funcionamiento hidrogeológico será necesario:
  - Realizar más ensayos de bombeo que permitan determinar con mayor precisión la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento y sus variaciones espaciales.
  - Establecer una serie de redes de control (piezométrico, de calidad, de intrusión) fiables y operativas que permitan conocer la evolución de los niveles, calidades e intrusión marina.
  - Para una mayor precisión en los datos del balance y en consecuencia mejor información del funcionamiento hidráulico, se recomienda la realización de un modelo de flujo.
- Para un mejor conocimiento de las condiciones futuras del sistema será preciso analizar los planes de expansión turística y prever las fuentes de suministro alternativas (potabilización, depuración, regulación, etc.).

### 3. GEOLOGIA

El presente capítulo se ha realizado con objeto de describir el soporte geológico de la zona de estudio; los materiales, su disposición espacial, las estructuras, etc., y se han agrupado aquellos cuyo comportamiento hidrogeológico es similar; se han tenido en cuenta para ello, las litologías, su grado de compactación o alteración, las potencias y sus variaciones laterales, su distribución areal en superficie o profundidad y las relaciones entre las distintas unidades.

El estudio de las formaciones y sus materiales tiene suficiente detalle en los mapas a escala 1:25.000 del ITGE y la síntesis de todo ese conocimiento que aparecerá próximamente a escala 1:100.000.

Numerosos autores, utilizando distintos criterios, han realizado diversas clasificaciones en ciclos volcánicos o series, siendo las más completas y las que tradicionalmente más se han usado las correspondientes a FUSTER et al. (1968), ANGUITA (1972); LIETZ y SCHMINCHE (1975) y MAC DOUGALL y SCHMINCHE (1976).

En el cuadro adjunto se han correlacionado los nombres y períodos utilizados por los principales autores, los utilizados en el proyecto Magna y en este estudio. La columna final trata de establecer las relaciones deposicionales entre las distintas formaciones utilizadas. La división de unidades utilizada, por su propia génesis en grandes ciclos, implica que los contactos entre las mismas se realicen invariablemente por discordancias erosivas o angulares.

El trabajo realizado por el ITGE, con la cartografía 1:25.000 de toda la isla, ha permitido unificar las divisiones o establecer, con nuevos criterios, una clasificación definitiva de las formaciones así como definir los cuadros de equivalencias entre los distintos autores. Para la realización de este trabajo, que se apoya sistemáticamente en dicha cartografía, se ha tomado la división estratigráfica allí definida con las modificaciones que más adelante se comentan y que queda reflejada en el Cuadro 3.1.

Las formaciones diferenciadas se agrupan en dos conjuntos: Unidades magmáticas y unidades sedimentarias. Aún siendo conscientes de la mayor importancia de las unidades magmáticas en la geología insular, el particular comportamiento hidrogeológico de las formaciones sedimentarias, ha aconsejado su separación.

Las unidades magmáticas independizadas y su equivalencia con las unidades definidas en el Mapa Geológico a escala 1:25.000 del ITGE son:

- **Formación Basaltos Antiguos:** equivalente a la formación basáltica del Ciclo I está constituida por coladas y piroclastos olivino-piroxénicos (Hawaitas) y coladas y piroclastos traquibasálticos (Mugearitas).

FUSTER et al. (1988)	LIETZ y SCHMINCKE (1975); MC DOUGALL y SCHMINCKE (1976); SCHMINCKE (1976, 1987)	EDAD M.a.	MAPA GEOLOGICO E. 1:25.000 ITGE (1991)		SINTESIS HIDROGEOLOGICA (1991)	FORMACIONES CORRESPONDIENTES EN ESTE ESTUDIO
SÉRIE BASALTICA IV	FASE III F. La Calderilla, F. Basanitas Cuaternarias		CICLO RECIENTE		SEDIMENTOS ACTUA.	SEDIMENTOS ACTUALES
SERIE BASALTICA III	F. Post Los Llanos, F. Los Pechos	0,6	SUP.	CICLO POST ROQUE-NUBLO	SEDIM. POST. R.N.	
SERIE BASALTICA II	F. Los Llanos de la Paz		MEDIO		F. POST ROQUE-NUBLO	
			INF.			
SERIE ORDANCHITICA	FASE II GRUPO ROQUE-NUBLO F. Tenteniguada	3,4	MIEMBRO SUP. F.D.P.	CICLO ROQUE- NUBLO	SEDIM. R-N	MIEMBRO SUPERIOR F.D.P.
SERIE ROQUE NUBLO	F. Ayacata, F. San Andrés, F. Presa de los Hornos	4,4	COLADAS BASALTICAS		F. ROQUE NUBLO	ROQUE NUBLO
SERIE PRE-ROQUE NUBLO	F. Los Listos, F. Mesa del Junquillo, F. Las Palmas	5	MIEMBRO MED. F.D.P.			
FORMACION EL TABLERO			F. PRE ROQUE-NUBLO			
SERIE FONOLITICA	FASE I F. Fagata, F. Montaña del Homo, F. Arguineguín, F. Cruz Grande	8,7	MIEMBRO INF. F.D.P.	FORMACION FONOLITICA	SEDIMENTOS F. SALICA	MIEMBRO INFERIOR F.D.P.
			LAVAS IGNIMBR.		FORMACION SALICA	SALICA DOMINIOS INTRA Y EXTRACALDERA
COMPLEJO TRAQUI-SIENITICO	F. Tejeda, F. Montaña del Homo, F. Mogán	13	F.TRAQUI-RIOLITICA			
SERIE BASALTICA I	F. Horgazales, F. Güigüi		F. BASALTICA		F. BASALTOS ANTIGUOS	BASALTOS ANTIGUOS

Cuadro 3.1.

- **Formación Sálca:** se incluyen en ellas las formaciones traquítico-riolítica y fonolítica del Ciclo I, tanto en los términos intracaldera como extracaldera.

Se agrupan bajo esta denominación los siguientes materiales:

- Tobas vitrofídicas riolítico-traquíticas, traquibasálticas, coladas traquibasálticas y niveles ignimbríticos (3).
- Coladas riolítico-traquíticas alcalinas y peralcalinas con tobas intercaladas (4).
- Ignimbritas riolítico-traquíticas (5).
- Coladas fonolíticas (6).

Estos materiales se disponen en distintas secuencias en función de edad de las emisiones y la distancia al foco emisor.

- **Formación Roque-Nublo:** equivalente al Ciclo Roque Nublo en su totalidad, es una secuencia claramente definida y con unas características hidrogeológicas propias.

Los materiales de este ciclo suelen ser:

- Coladas y piroclastos basálticos, brechas con distinto grado de soldadura e intercalaciones de lavas, brechas deslizadas y fonolitas.

Las unidades sedimentarias, presentan una menor extensión y potencia de afloramiento, pero su comportamiento hidrogeológico es significativamente diferente del de las unidades magmáticas. Su génesis está relacionada con la destrucción de los materiales emitidos en los distintos ciclos y tiene lugar en los períodos de inactividad magmática.

En consecuencia, después de cada unidad magmática se genera una unidad sedimentaria, aunque puede producirse un cierto grado de destrucción de cada secuencia y por tanto la intercalación de niveles detríticos entre material magmático.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, las unidades sedimentarias diferenciadas son las siguientes:

- **Formación detrítica posterior al Ciclo I:** incluye términos arenosos y conglomeráticos que constituyen el Miembro Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas y términos brechoides, de facies más proximal, que en algunas zonas constituyen la base de la Formación Roque-Nublo.



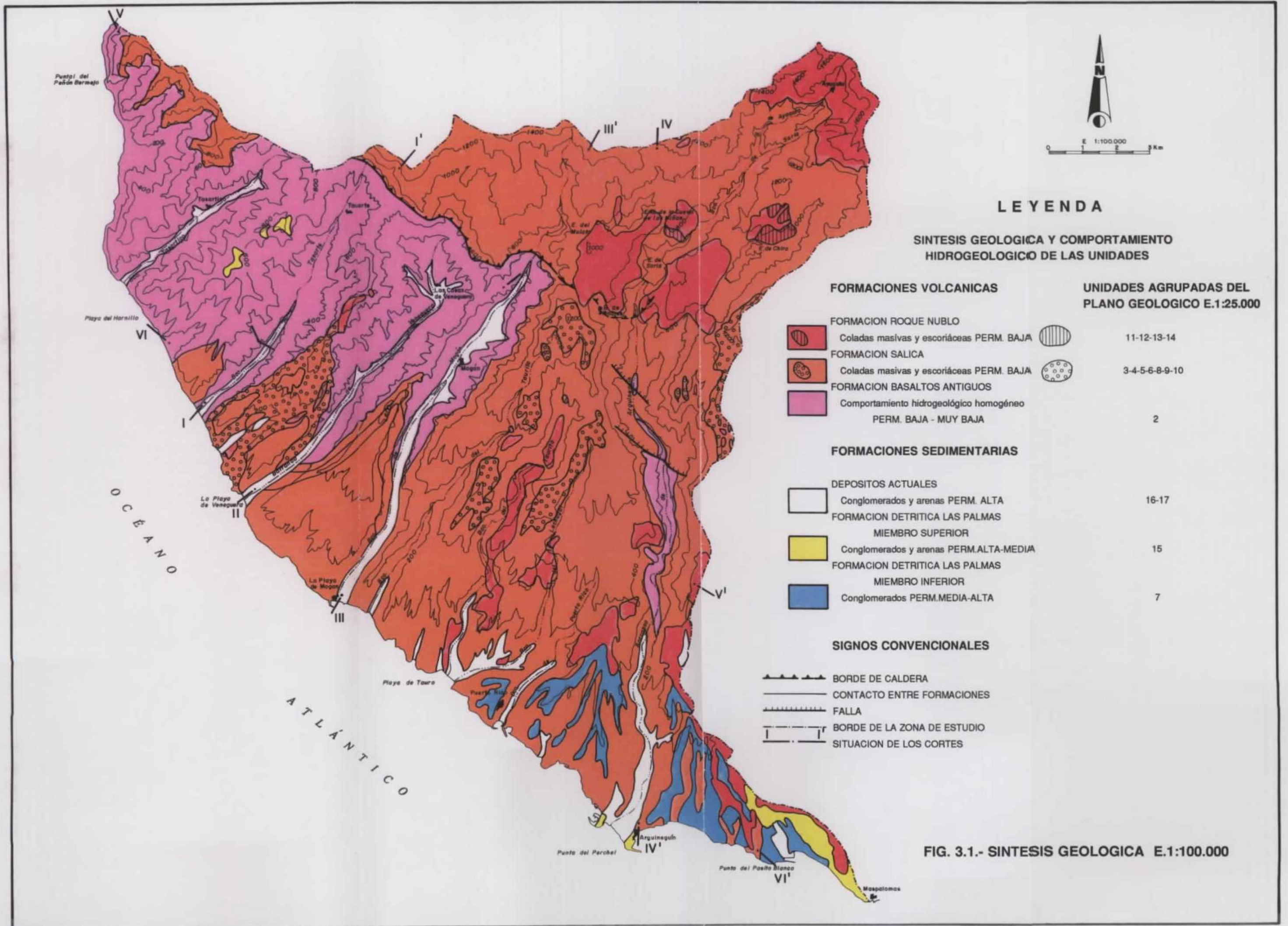


FIG. 3.1.- SINTESIS GEOLOGICA E.1:100.000

### **3.1. Estratigrafía**

La secuencia estratigráfica de los materiales volcánicos se organiza según las formaciones definidas correspondientes a cada ciclo volcánico. La descripción sintética de los mismos es la siguiente.

#### **3.1.1. Formación Basaltos Antiguos (2)**

El primer episodio volcánico registrado en la isla comenzó hace unos 14 m.a. con un gran volumen de basaltos que constituyen la base de las emisiones posteriores y configuraron la isla con unas dimensiones probablemente superiores a las actuales.

La emisión fué muy rápida dando lugar a un monótono conjunto muy potente sin discordancias internas, intercalaciones piroclásticas o desarrollo de paleosuelos.

En el área de estudio aflora en las hojas 1:25.000 de San Nicolás de Tolentino (1108-II y III), Mogán (1113-I), Santa Lucía (1114-IV), Arguineguín (1113-II) y Maspalomas (1114-III).

A pesar de la monotomía de la emisión ha sido posible diferenciar tres tramos en la hoja de San Nicolás de Tolentino (1108-II y III) y dos en la de Mogán (1113-I). El inferior y el medio presentan dificultades de diferenciación pudiendo únicamente establecerse ésta, por el predominio de lavas "pahoehoe" en el inferior, frente a las de tipo "aa" que predominan en el superior dando una morfología en escalera. El tramo superior está mejor definido a partir de la discordancia erosiva de Güigüi y de una mayor pendiente (20° a 30°) de las coladas. Son también rasgos significativos de este tramo los niveles piroclásticos rojizos y la escasa presencia de los diques que cortaban los niveles inferior y medio.

En conjunto esta formación está constituida por un apilamiento de coladas basálticas y traquibasálticas generalmente delgadas (2 a 4 m) con algunos depósitos piroclásticos, delgados y con poca continuidad lateral, intercalados.

Las potencias visibles varían de unas zonas a otras alcanzando casi 1000 m en San Nicolás de Tolentino en donde el tramo medio tiene unos 200-300 m (Montaña del Lechugal) y el superior más de 400 (Barranco de Güigüi). En Mogán (1113-I) sólo aparecen los tramos inferiores y medio (Montañas del Acebuche y la Cisterna) y en Arguineguín (1113-II), Maspalomas (1114-II) y Santa Lucía (1114-IV) sólo el inferior.

Sobre la distribución de los distintos tramos faltan datos que permitan dar una explicación, aunque parece claro que existió una evolución del quimismo y volumen de emisión en los tramos inferior y medio, una probable paralización entre los tramos medio y superior y una variación en la situación de los centros de emisión en las etapas finales.

En cualquier caso, la emisión basáltica que analizamos se produjo de manera intensa y constante durante unos 600.000 años emitiéndose un volumen de unos 1.000 km<sup>3</sup> en toda la isla.

En nuestra zona de estudio la Formación Basaltos Antiguos está muy bien representada en la Montaña de Horgazales, en los barrancos de Tasartico y Tasarse en su totalidad y en la parte superior de los barrancos de Veneguera y Mogán. Aflora con una potencia próxima a los 100 m en la zona central del Barranco de Arguineguín.

Esta formación tiene un buzamiento general muy suave (entre 3° y 5°) hacia el sur y suroeste indicando la existencia del estrato-volcán en la zona centro occidental de la isla, en el centro de la actual Caldera de Tejeda.

En la zona oeste las potencias visibles de afloramiento son mayores; hacia el este el recubrimiento por emisiones posteriores impide el afloramiento de la formación.

Esto ocurre así como consecuencia de la mayor elevación del borde de la caldera en la zona oeste que impide el desbordamiento hacia dicha zona de las emisiones posteriores. La erosión posterior modela profundos barrancos en la Formación Basaltos Antiguos en la zona oeste o en las formaciones posteriores hacia el este hasta alcanzar, como en Arguineguín, los apilamientos de Basaltos Antiguos.

### **3.1.2. Formación Sállica**

Se incluyen bajo esta denominación los materiales emitidos posteriormente a la fase basáltica ya descrita. Esta formación que representa un ciclo volcánico completo, se inicia con la creación de la Caldera de Tejeda y la instalación de la toba vitrofídica originándose dos dominios, el correspondiente a la caldera (intracaldera) y el situado fuera de ella (extracaldera).

Mientras se forma la caldera y se rellena con la emisión de lavas riolítico-traquíticas e ignimbritas, al dominio extracaldera llegan también las ignimbritas y algunas coladas.

Finalizadas estas emisiones se produce la emisión final de productos fonolíticos (lavas, ignimbritas y tobas) que ocupan preferentemente el dominio extracaldera. Por último, se produce la intrusión de las sienitas que serán cortadas por los diques traquíticos relacionados con el "cone sheet".

Según este esquema general, una vez emitidos los Basaltos Antiguos, se origina, por colapso, la Caldera de Tejeda. Probablemente como consecuencia de este hundimiento se produce en la zona extracaldera la formación de la toba vitrofídica (3).

Esta unidad agrupa varias coladas de aspectos y composición muy diferente que en conjunto equivalen al "composite-ignimbrite basalt flow" definido por SCHMINCHE (1968). El nivel más representativo se sitúa en la base, tiene escasa potencia (5-15 m) y una gran extensión superficial. Se identifica muy bien en el campo y se trata de coladas piroclásticas masivas con textura tobácea, caracterizada por la gran abundancia de cristales de feldespato y algunos fragmentos de rocas dispersos en una matriz vítreo. Por encima de este paquete se encuentra una roca densa de textura tobácea y unas tobas violáceas que tienen en conjunto una potencia de entre 10 y 40 m. Finaliza la unidad con unos metros (5-10) de toba ignimbrítica que marca el contacto con la base vítreo de la unidad riolítico-traquítica superior.

En nuestra zona de estudio la unidad tiene una buena representación en el Barranco de Arguineguín (Hojas de Mogán (1113-I) y Maspalomas (1114-III)) donde se observan variaciones de espesor (15 m en el sur y 50 m en el norte).

En el Barranco de Mogán, en su parte media-alta, se alcanza la mayor potencia (60 m) acuñándose hacia la Hoya del Salitre (30 m).

En la Montaña de Horgazales constituye un nivel guía, con una potencia de 20-30 m, acuñándose en la ladera E de Montaña de las Vacas.

En otras muchas zonas como Juncos, Peñón Vermejo, Artejerez, etc., las potencias son aún menores (5 m) aunque de gran interés para indicarnos la presencia de la formación Basaltos Antiguos como ocurre en los Barrancos del Lechugal y Puerto Rico.

Una vez formada la Caldera de Tejeda tiene lugar una emisión riolítico-traquítica que la rellenará y desbordará. En la zona de estudio, la caldera ocupa el vértice SE de la hoja de San Nicolás de Tolentino (1108 II y III), la hoja de San Bartolomé de Tirajana (1109 III), el vértice NE de la de Mogán (1113-I) y el vértice NO de la de Santa Lucía (1114-IV).

El relleno de la caldera se realiza con la formación traquítico-riolítica intracaldera (8) alcanzándose la mayor potencia en la hoja de San Nicolás (1108 II y III) con 1200 m (según Hernán, 1976). Se pueden diferenciar tres tramos: uno inferior de tobas poco soldadas, un tramo medio traquítico con texturas ignimbríticas y un tramo superior en el que alternan las coladas fonolíticas con niveles tobáceos ignimbríticos.

En las proximidades del borde de la caldera se desarrollan niveles de tobas verdosas como consecuencia de la actividad hidrotermal ligada a la falla.

Hacia el centro de la caldera y atravesando los materiales riolítico-traquíticos del relleno se instala el conjunto de diques del "cone-sheet" que en nuestra zona de estudio sólo está representado en la hoja de San Bartolomé de Tirajana (1109-III) (Zona de Ayacata). Estos

diques son de naturaleza traquítica con potencias entre 2,5 y 4 m, o fonolítica con potencias de 1 a 2,5 m. En esta misma hoja y asociados al límite de la unidad de los diques se emplazan domos e intrusiones fonolíticas que parecen indicar la situación de los centros eruptivos de la Formación Fonolítica.

Esta formación tiene su máxima representación, en la zona de estudio y en el dominio intracaldera, en la hoja de San Nicolas de Tolentino (1108 II y III). En dicha hoja aflora, con 400 m de potencia (Montaña de los Monjas), un apilamiento de coladas traquifonolíticas con niveles de ignimbritas y tobas intercaladas, que se coronan con lavas fonolíticas. Las tobas ignimbriticas son de color rojizo y las fonolitas son potentes coladas de color verdoso.

El dominio extracaldera está ocupado por los materiales que desbordan de la caldera. Teniendo en cuenta que el límite de la caldera no es uniforme el desbordamiento tiene distinta intensidad y se manifiesta preferentemente, en nuestra zona de estudio, entre los B<sup>200</sup> de Mogán y Arguineguín aunque existen otros desbordamientos como el situado hacia el oeste que da lugar a los materiales de la Montaña de Horgazales. En esta zona, sobre la unidad de tobas vitrofídicas, se depositan coladas riolíticos-traquíticas de carácter masivo y con una potencia de 40-60 m. A continuación existe una potente serie (hasta 400 m) de ignimbritas, coladas piroclásticas y lavas intercaladas; los apilamientos de ignimbritas están separados por niveles vítreos e intercalan coladas basálticas.

En la zona de Mogán las lavas riolítico-traquíticas (4) alcanzan una potencia de 100 m (B<sup>200</sup> de Veneguera) con apilamientos de coladas de 15 m, existiendo en algunos puntos (B<sup>200</sup> de Tasarte y Lechugal) intercalaciones delgadas (3-5 m) de tobas vítreas y coladas tobáceas.

Sobre estas lavas se disponen las ignimbritas con intercalaciones de lavas y coladas piroclásticas (5). Las ignimbritas tienen distinto grado de soldadura o son flameadas; su potencia es del orden de 150 m y hacia el techo se intercalan las primeras lavas fonolíticas. Estas, suponen el inicio de la unidad superior en la que alternan las ignimbritas y las lavas fonolíticas y fonolítico-traquíticas.

Las coladas ignimbriticas son de tipo tobáceo, poco flameado o tobas soldadas intensamente que presentan disyunción columnar y potencias superiores a los 10 m. Las coladas fonolíticas tienen entre 4 y 20 m, son verdosas, jaspeadas y presentan disyunción en lajas.

Sobre este conjunto se depositan las lavas fonolíticas propiamente dichas (6) que marcan el final de las emisiones de este ciclo. Son fonolitas verdosas con potencias individuales de 6-10 m.

El inicio del período de inactividad magmática se produce con las coladas piroclásticas de tipo "ash and pumice" y brechas "block and ash" que se localizan en la zona costera entre los B<sup>aa</sup> de Arguineguín y Puerto Rico en la hoja de Arguineguín (1113 - II) (Lomo del Burro, subida a la Mesa de Las Vacas y cerro entre las playas de La Verga y Balito).

El conjunto de los materiales que constituyen las formaciones Basaltos Antiguos y Sálca completan un ciclo magmático, desde los términos básicos a los ácidos, interrumpido por la formación de la caldera que ocasiona la diferenciación de dos dominios. Finalizado este ciclo, se produce un período de inactividad en el que se impone un régimen erosivo, durante unos 5 m.a., que origina la Unidad sedimentaria conocida como Miembro Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (7).

### **3.1.3. Miembro Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (7)**

Esta unidad sedimentaria, consecuencia del período de inactividad mencionado, aflora en nuestra zona de estudio en las hojas de Arguineguín (1113-II) y Maspalomas (1114-III). Se sitúa sobre la formación fonolítica y pasa hacia el techo al miembro superior de la misma formación a través de un nivel rubefactado que puede alcanzar 1 m de potencia, o a materiales brechoides de la formación Roque-Nublo.

Se trata de depósitos muy heterométricos correspondientes a un medio de alta energía del tipo abanico aluvial. Se intercalan episodios volcánicos de la formación fonolítica y evoluciona hacia el este (Hoja de Maspalomas) hacia un conglomerado de cantos de menor tamaño, redondeados.

El sistema aluvial está caracterizado por las facies de canal (conglomerados con bases canalizadas, secuencias positivas y estratificación cruzada de surco) donde la sedimentación se produce por la migración de las barras y ripples de los canales. Las partes frontales de los abanicos pueden mostrar sedimentación costera evidenciando su llegada al mar.

En la zona de estudio los afloramientos se concentran entre el B<sup>aa</sup> de Puerto Rico y la playa de Las Meloneras con potencias variables entre 10 m y 70 m.

La granulometría media es de 15-20 cm aunque existen niveles con tamaños menores (3-4 cm) alternando con otros de granulometría mayor en donde los bolos pueden superar los 60 cm.

Aunque en otras zonas de la isla (NE) existe un nivel marino sobre este miembro inferior, en esta zona solo existe un nivel rubefactado que da paso al miembro superior o a la brecha Roque-Nublo.

### 3.1.4. Formación Roque-Nublo

Los materiales de la formación Roque-Nublo no tienen una buena representación en la zona de estudio donde predominan los términos brechoides de esta formación.

En la hoja de San Nicolás de Tolentino (1108-II-III) solo afloran, en nuestra zona de estudio (Embalse de la Cueva de Las Niñas), facies deslizadas de la brecha que tienen una representación más amplia en San Bartolomé de Tirajana (1109-III) (Ayacata).

En esta hoja están representados casi todos los términos de esta formación que puede considerarse como un ciclo volcánico completo. Se inicia con la emisión de coladas basálticas para, posteriormente adquirir un carácter explosivo y emitir materiales de naturaleza brechoide que posteriormente deslizarán. Relacionado con este ciclo se produce un complejo de diques radiales y la intrusión de domos fonolíticos que emiten pequeñas coladas de igual composición.

Las coladas basálticas de naturaleza tefrítica y basanítica (11) afloran con distinta extensión y potencia en diversas zonas del estudio.

En la hoja de San Bartolomé de Tirajana (1109-III) en la zona suroccidental se observan varias coladas de tipo "aa" de composición basáltica, basanítica y tefrítica con grandes acumulaciones de piroxeno en las primeras emisiones.

En la hoja de Santa Lucía (1114-IV) y dentro del área de estudio existen unos pequeños afloramientos aislados en el embalse de Chira, Lomo de la Cebada y Excusabarajas. En estas zonas las coladas basálticas son oscuras, de matriz afanítica y las potencias reducidas.

En la hoja de Arguineguín (1113-II) el único afloramiento significativo se sitúa al norte del Lomo de la Tabaiba. Se trata de coladas oscuras, afaníticas, de composición basanítica.

En la hoja de Mogán (1113-I) se identifica un centro de emisión Roque-Nublo y las coladas asociadas. Dicho centro se sitúa en Roque Colorado en la divisoria de los B<sup>208</sup> de Veneguera y Tasarte. La colada a que da origen está inclinada al SSO unos 15° y tiene una potencia de 50 m. En la base se observa un almagre.

Los demás afloramientos (Roque Sanz, Pico Tenorico y Playa del Cerrillo) son de características similares al anterior y probablemente de la misma emisión que discurrió por un paleovalle que actualmente se observa a retazos.

La brecha volcánica Roque-Nublo (12), que es el episodio siguiente del ciclo, tiene una mayor representación en nuestra zona de estudio fundamentalmente como facies deslizadas.

En la hoja de San Bartolomé de Tirajana se puede distinguir entre las brechas volcánicas que ocupan una posición estratigráfica inferior y las correspondientes a las facies centrales que se sitúan discordantes sobre las anteriores.

De las primeras, tenemos una pequeña representación en la zona de Los Cercados apoyadas sobre coladas basanítico-tefriticas. Se trata de una brecha polimíctica, muy coherente del tipo "block and ash" constituida por fragmentos líticos (40%), de tamaños entre 3 cm y 30 cm, empastados en una matriz tobácea de tipo cinerítico y color crema.

Intercalados en la brecha aparecen niveles de coladas de tefritas y basanitas y el conjunto de los materiales ha sufrido procesos de litificación diagenética a baja temperatura que provoca la aparición de ceolitas.

Su origen puede atribuirse a erupciones explosivas originadas por la alta presión en la cámara de un volcán complejo o como colapso de una columna eruptiva que se desliza por debajo de la temperatura de soldadura.

Las facies centrales son brechas en potentes paquetes, sin estructura interna, con fragmentos de tefritas y basaltos. Presentan tonos de alteración que parecen indicar actividad hidrotermal ligada a centros eruptivos o borde de caldera.

Las facies deslizadas (13), que son los afloramientos más abundantes de la brecha Roque-Nublo en nuestra zona de estudio, representan el deslizamiento de las facies centrales.

La distribución de estas facies en las hojas situadas al sur se realizó a través de barrancos coincidentes en gran medida con los actuales. En su emplazamiento arrancan y remobilizan materiales del sustrato y ocasionalmente intercalan coladas basálticas de 1-2 m de espesor.

La potencia de esta unidad se establece con dificultad como consecuencia de su encajamiento en barrancos pero se estima que supera los 300 m.

Se observa diversidad de facies (arenosas a compactas), de tamaños (5-35 m) y de naturaleza de los cantos (basaltos plagioclásicos, anfibólicos, tefritas y fonolitas).

Finalizando el ciclo Roque-Nublo tiene lugar la aparición de domos endógenos (14) de composición fonolítica haüynica que perfora los materiales lávicos y brechoides del ciclo. En nuestra zona de estudio no existe ningún pitón de este tipo aunque, en sus proximidades, el afloramiento de Morro de Pajonales, por su composición y morfología podría corresponder a una manifestación fonolítica de este ciclo.

Las coladas de composición fonolítica, relacionadas con estos pitones, tampoco afloran en nuestra zona de estudio salvo en el vértice SO de la hoja de San Bartolomé de Tirajana (1109-III) al sur del Morro del Pinalete.



### **3.1.5. Miembro Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas (15)**

Son depósitos constituidos por conglomerados de cantos subredondeados y mal seleccionados con matriz arenosa e incluso volcanoclástica. Los cantos son de naturaleza tefrítica, basanítica, fragmentos de brecha y fonolítica. Sus tamaños medios son de 5 a 15 cm aunque se pueda encontrar bloques de 70 cm.

En nuestra zona de estudio afloran estos materiales en las hojas de Arguineguín (1113-II) y Maspalomas (1114-III). En esta última los mejores cortes se obtienen en las playas de Las Meloneras y de Las Mujeres, donde se pueden apreciar microconglomerados, conglomerados y depósitos piroclásticos intercalados que, por sus características internas (lineación de cantos, estratificación cruzada, bases erosivas, etc), definen un ambiente aluvial en facies de canal con algunas zonas restringidas laterales (sedimentos finos, sales y bioturbación).

En Arguineguín, no existe afloramientos claramente atribuibles a esta unidad aunque, en la desembocadura del B<sup>ca</sup> de Arguineguín, existen unos depósitos conglomeráticos que pudieran corresponder a la misma. Se sitúan en la Punta del Parchel y el Parchel de las Nieves y se trata de depósitos subhorizontales de arenas y conglomerados con cantos heterométricos redondeados, de tamaño entre 5 y 40 cm y composición variada (fonolitas, basanitas y tefritas). Se puede apreciar una estratificación interna grosera y una potencia visible de unos 10 m.

### **3.1.6. Materiales Sedimentarios Plio-Cuaternarios**

Estos materiales tienen muy poca representación en la zona de estudio aunque se pueden distinguir tres grupos:

- Sedimentos aluviales, conglomerático-arenosos.
- Sedimentos marinos.
- Sedimentos de ladera.

Los sedimentos aluviales ocupan los fondos de los barrancos principales (Tasartico, Tasarte, Veneguera, Mogán y Arguineguín) con una potencia que puede superar los 10 m. Están constituidos por arenas y gravas heterométricas de naturaleza muy variada.

En los B<sup>ca</sup> del Taurito y Arguineguín se han desarrollado niveles de terraza de poco espesor (2-5 m), gran heterometría de cantos (de centímetros al metro) y gran variedad litológica.

Los sedimentos marinos solo existen en la hoja de Maspalomas (1114-III) y se sitúan en las playas de Maspalomas, Meloneras y Hornillo. Se trata de areniscas claras compactas que se sitúan a unos 5-6 m por encima del nivel actual del mar en marea baja. Contienen fragmentos

de algas y caparazones así como **Strombus bubonius**, gasterópodo típico de la fauna cálida procedente del Africa ecuatorial. Estas areniscas están cubiertas por un tramo superior conglomerático y sus condiciones de afloramiento son malos por recubrimientos con las arenas de las playas actuales.

Los sedimentos de ladera son coluviones y derrubios que ocupan las laderas de los barrancos y se intersectan con los aluviales de fondo.

Son acumulaciones caóticas de cantos y bloques angulosos y subangulosos muy heterométricos. Su naturaleza depende de la composición de la ladera en que se asientan. Presentan en planta, formas triangulares con el vértice apuntando hacia el inicio del depósito y su potencia aumenta hacia el fondo del barranco donde son cortados ocasionalmente por la red de drenaje actual.

En ocasiones se trata únicamente de depósitos muy recientes, de escaso espesor que constituyen un canchal de recubrimiento, aunque también pueden ser acumulaciones más antiguas que presentan fenómenos de cementación y rubefacción.

### **3.2. Tectónica**

El accidente tectónico más importante de la isla de Gran Canaria es la línea de fractura que delimita la Caldera de Tejada. En nuestra zona de estudio, dicha línea se sitúa en el norte, en la hoja de San Nicolás de Tolentino (1108-II-III), la esquina nororiental de la de Mogán (1113-I) y toda la zona norte de la de Santa Lucía (1114-III), quedando toda la hoja de San Bartolomé de Tirajana (1109-III) dentro de la Caldera.

La Caldera de Tejada es una estructura de colapso según una fractura casi circular, cuyo labio hundido es el interno y cuyas dimensiones en planta son: unos 20 km en dirección E-O y unos 16-18 km en dirección N-S.

Su origen se ha interpretado como el hundimiento del techo de una gran cámara magmática vaciada por la emisión rápida (unos 600.000 años) del gran volumen (1.000 km<sup>3</sup>) de materiales que constituyen la Formación Basaltos Antiguos.

En algunas zonas la fractura de borde queda oculta por emisiones posteriores como ocurre al norte de la Montaña del Tauro, en la hoja de Mogán (1113-I) o en la hoja de Santa Lucía (1114-IV) donde solo es visible al este de nuestra zona de estudio. Esta circunstancia podría justificarse por una disimetría del borde de la caldera, o una fracturación en sentido radial, que permite en unas zonas una salida más favorable de los materiales que la rellenan (área de Santa Lucía), mientras en otras la fractura alcanza cotas mayores impidiendo el desbordamiento (zona de San Nicolás y Mogán). En estas zonas se favorecen los escapes hidrotermales que dan origen a la alteración de las tobas traquítico-riolíticas próximas al borde que constituyen los "azulejos".

Otra manifestación de la tectónica regional la constituyen los diques, emplazados preferentemente según líneas de distensión. En el análisis de los mismos es necesario diferenciarlos en función de la formación a la que afectan.

Así, en los tramos inferiores de la Formación Basaltos Antiguos los diques, de naturaleza básica, definen una estructura radial convergente en el centro de la isla con direcciones entre 50° y 80° E en la hoja de San Nicolás de Tolentino y 35° E hasta dirección N-S en la hoja de Mogán.

En los tramos superiores se han detectado además de estas direcciones otra más nor-teada (160° E) en Peñón Bermejo.

En el dominio intracaldera los diques se desarrollan según una estructura cónica (cone-sheet) pudiendo diferenciarse varias zonas en función de su densidad y buzamiento (mayor densidad y buzamiento hacia el centro). En nuestra zona de estudio sólo se encuentra, en la hoja de San Bartolomé de Tirajana, la zona media.

Durante la emisión de la Formación Roque-Nublo el régimen es fisural pudiendo observarse, en el límite este de la zona de estudio, la emisión de la Formación El Tablero según una fractura de dirección 160° E.

Las manifestaciones tectónicas por medio de fallas son sorprendentemente escasas o han sufrido procesos posteriores que impiden su observación (intrusión de diques, encajamiento de barrancos, emisiones volcánicas posteriores).

Probablemente la potencia y continuidad de la emisión Basaltos Antiguos constituye un zócalo lo suficientemente rígido, capaz de soportar los reajustes posteriores particularmente los derivados de la formación de la Caldera de Tejeda. Ya hemos visto que los diques adquieren una configuración radial y veremos que las escasas fallas detectadas se observan, en los barrancos, con direcciones paralelas y perpendiculares al borde de la Caldera.

Dichas fallas son las siguientes:

En la hoja de Santa Lucía (1114-IV), en el borde con la de Mogán (1113-I) y en las proximidades de Cercados de Espinos existe una falla normal de 200 m de salto vertical y algo más de 1.000 m de longitud, de dirección 135° E. En esta misma hoja, más al norte, en el paraje Huesa Bermeja existe otra pequeña falla de dirección 105° E y unos 40 m de salto parcialmente fosilizada por coladas de la formación traquítico-riolítica, que pudiera corresponder a los ajustes tectónicos posteriores a la formación de la Caldera.

En la hoja de Maspalomas (1114-III) existe otra falla de dirección 115°E, situada en el Barranco de Arguineguín a la altura del Sao, que afecta incluso a los niveles vitrofídicos y traquítico-riolíticos.

Los buzamientos en la zona son en general subhorizontales o ligeramente (10°-15°) buzando hacia el borde de la isla, poniendo de manifiesto que las coladas se han dispuesto radialmente desde el centro de la isla donde se situaban los centros de erupción.

Ocasionalmente, en la zona externa del borde de la caldera, se presentan buzamientos hacia el centro de la isla provocados por el hundimiento progresivo de la misma. Esto ocurre en las hojas de San Nicolás de Tolentino y Mogán.

Las direcciones de flujo colaboran a definir el centro de emisión ya que son radiales y convergentes en el centro de la isla.

### **3.3. Volcanología**

El volcanismo de la isla de Gran Canaria ha quedado parcialmente explicado como consecuencia del análisis de los materiales emitidos. Sin embargo, hay aspectos que es necesario remarcar desde el punto de vista puramente volcanológico.

En la formación de la isla intervienen tres episodios volcánicos bien definidos separados por períodos de inactividad durante los cuales se desarrollan fenómenos erosivos.

De manera general el volcanismo de los ciclos tiene las siguientes características:

- Los ciclos se inician con una gran emisión de material en un corto espacio de tiempo.
- Se produce una diferenciación petrológica desde las primeras emisiones básicas hasta los términos más ácidos del final del ciclo.
- Los ciclos emiten progresivamente menor volumen de materiales.
- Se produce una emigración de los centros de emisión desde el centro hacia el NE de la isla.

La secuencia cronológica se establece en base a las dataciones radiométricas de la siguiente manera:

- Primer ciclo: duración 14,4 m.a. (desde - 14 m.a. hasta - 9,6 m.a.)
- Inactividad: duración 5,1 m.a. (desde - 9,6 m.a. hasta - 4,5 m.a.)
- Segundo ciclo: duración 1,1 m.a. (desde - 4,5 m.a. hasta - 3,4 m.a.)
- Inactividad: duración 0,6 m.a. (desde - 3,4 m.a. hasta - 2,8 m.a.)
- Tercer ciclo: duración 2,8 m.a.

La duración del tercer ciclo se considera hasta la actualidad desde el punto de vista del tiempo geológico. Este ciclo podría completarse en el futuro con la emisión de términos más ácidos.

En nuestra zona de estudio, el S.O. de la isla, y como consecuencia de la evolución hacia el NE de los centros de emisión, los materiales volcánicos pertenecen fundamentalmente al primer ciclo, al período erosivo siguiente y en muy pequeña proporción al segundo ciclo.

Independientemente del material expulsado, la actividad volcánica se manifiesta por la existencia de algún cono piroclástico, semienterrado y degradado, correspondiente al ciclo primero (Hoya de la Higuera, divisoria de aguas entre los Barrancos de Veneguera y Tasarte,

y desembocadura del Barranco de Tasarte), al cono de emisión del Roque Colorado correspondiente al segundo ciclo y a los fenómenos asociados, diques (radiales y del cone-sheet) y Caldera de Tejeda.

De los períodos erosivos intercalados tenemos, en esta zona, manifestación sedimentaria constituida por el Miembro Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas, correspondiente al intervalo entre el ciclo primero y el segundo.

### **3.4. Petrología**

El análisis de las características petrológicas de los materiales se ha realizado recientemente dentro del proyecto Magna a escala 1:25.000. En las memorias correspondientes se recogen de manera detallada las características y composición de las distintas formaciones.

En la realización de este proyecto se hará una recopilación y síntesis de los datos con objeto de aportar una visión general sobre la petrología del área estudiada.

#### **3.4.1. Formación Basáltica del Ciclo I**

La formación basáltica del primer ciclo que, como ya hemos señalado, presenta en algunas zonas la posibilidad de separarse en tres tramos también desde el punto de vista petrológico tiene variaciones.

Se inicia con términos olivínico-augíticos con tendencia ankaramítica y progresivamente, hacia el techo, va perdiendo proporción de olivinos y augita y aumentando los fenocristales de plagioclasa. En el tramo medio los basaltos son traquibasálticos alternando con algún tramo más afanítico y en el tramo superior las rocas son fundamentalmente traquibasáltico-plagioclásicas.

Los fenocristales (con tamaño entre 0,4 y 7 mm) suelen ser de olivino, son idiomorfos y a menudo redondeados en los bordes y alterados a minerales serpentínicos e iddingsita. Los de augita son de menor tamaño (no superior a 5 mm), idiomorfos, con zonado concéntrico y ocasionalmente maclados.

La matriz está formada por plagioclasas en pequeños listones que engloban cristales idiomorfos de augita y minerales pesados. Las vesículas, cuando existen, están rellenas de carbonatos.

Los basaltos augítico-olivínicos, aunque similares a los anteriores, presentan fenocristales de augita titanada y en menor proporción y tamaño de olivino. Ocasionalmente aparecen también plagioclasas que van aumentando en proporción hacia el techo de la formación hasta constituir basaltos plagioclásicos en los que los fenocristales de olivino y augita son escasos.

En estos basaltos plagioclásicos la matriz es fundamentalmente de plagioclasa con minerales pesados, augita y olivino en pequeña proporción y vidrio intersticial accesorio.

La textura más característica es la glomeroporfídica intergranular aunque pueden encontrarse formas porfídicas microcristalinas.

Estos basaltos plagioclásicos pueden considerarse como traquibasaltos plagioclásicos con un 20% de fenocristales de plagioclasas que alcanzan tamaños de 1 cm.

### **3.4.2. Diques**

Los diques considerados en este apartado son los que afectan a la formación basáltica del Ciclo I y son de naturaleza predominantemente básica.

Son basaltos olivínicos, olivínicos-augíticos o plagioclásicos en función de la naturaleza de los fenocristales predominantes.

Sus texturas son muy variadas, a menudo porfídicas, seriadas, subidiomorfas o microcristalinas. Cuando son porfídicas los fenocristales son más abundantes (40%) siendo los más numerosos los de augita y olivino salvo en los plagioclásicos.

La matriz está constituida generalmente por listoncitos maclados de plagioclasa que forman un entramado, englobando a cristales de augita titanada, minerales opacos en ocasiones alterados y de manera accesoria, vidrio intersticial que se altera a minerales arcillosos.

### **3.4.3. Toba vitrofídica. "Composite flow"**

Se trata petrográficamente de una toba vitrocristalina porfídica, con abundantes cristales maclados de anortoclasa. Tiene textura fragmentaria con matriz vítrea.

Los fragmentos son fundamentalmente de anortoclasa, idiomorfos, con formas prismáticas, maclados y con tamaños que oscilan entre 0,3 y 3 mm. Con menor abundancia puede haber anfíboles que son de menor tamaño, de color castaño-oliva, idiomorfos y maclados. Ocasionalmente puede haber minerales opacos y clinopiroxenos.

La matriz está constituida por un vidrio castaño con textura fluidal y en ocasiones disyunción esferoidal. Puede estar parcialmente desvitrificada dando textura criptocristalina.

Por encima del nivel de toba vitrofídica se pueden encontrar tobas grises afaníticas, traquibasálticas, que pasan a coladas lávicas traquibasálticas. Estas, presentan textura microcristalina con escasos fenocristales de pequeño tamaño y con matriz muy fina.

En estos niveles traquibasálticos se encuentran a veces brechas autoclásticas con vacuolas y grietas rellenas por carbonato.

Para completar el grupo del vitrofido, en la parte superior, se depositan tobas rojizas, traquitico-traquibasálticas con textura fragmentaria.



Los fragmentos constituyen el 30% de la roca con tamaños de 3 a 8 mm y son fundamentalmente líticos (traquibasaltos, escorias, cineritas, etc.). La matriz está formada por cenizas vítreas de color castaño.

#### **3.4.4. Lavas de la formación riolítico-traquítica extracaldera**

Se trata de lavas riolítico-traquíticas con textura porfídico-traquítica o porfídica microcristalina. Los cristales, que representan un 10%, son mayoritariamente anortoclasas con maclas en enrejado y karlsbad. Con menor abundancia existen augitas y minerales opacos.

La matriz es microcristalina o incluso criptocristalina constituida por feldespatos alcalinos, anfíbol, apatito y minerales opacos.

Se intercalan en la formación lávica, niveles de tobas traquíticas de textura fragmentaria y ligeramente vacuolar, generalmente vitrocristalinas similares a los depósitos del "vitrofito" anteriormente definido.

En este caso el porcentaje de fragmentos es menor y siguen siendo anortoclasas idiomorfas y macladas. La matriz está formada por cenizas vítreas, muy soldadas, de color castaño y constituidas por esquirlas.

#### **3.4.5. Tobas, ignimbritas y lavas riolítico-traquíticas intracaldera**

Estos materiales afloran en la zona norte del estudio, en las hojas de San Nicolás de Tolentino y San Bartolomé de Tirajana y constituyen el relleno de la Caldera de Tejada.

Petrográficamente las características varían según se trate de tobas propiamente dichas, tobas ignimbriticas, ignimbritas o las coladas traquíticas intercaladas.

Las tobas presentan diferentes grados de soldadura, de desvitrificación o de recristalización.

Los niveles de ignimbritas presentan un bandeo característico como consecuencia de la alternancia de bandas con fragmentos de pomez estirados, con otros en los que la matriz contiene fragmentos líticos y cristalinos que suponen el 15% de la roca. Los líticos son traquitas, microsienitas y sienitas y los cristalinos, anortoclasa, idiomorfas y macladas, minerales opacos y anfíboles castaño-verdosos en menor proporción. La matriz es de esquirlas vítreas ("glass-shards"), fragmentos de pomez y cristales de feldespatos.

Los niveles traquítico-riolíticos tienen texturas traquíticas muy finas o afieltradas. Los fenocristales, que solo representan un 2%, son anortoclasas, macladas, menores de 2 mm. La matriz, muy fina, está formada por microlitos de anortoclasa y minerales opacos generalmente oxidados.

### **3.4.6. Formaciones fonolíticas**

En las etapas finales del ciclo los materiales sufren una evolución del quimismo pasando a ser de carácter fonolítico aunque siguen siendo ignimbritas, tobas y coladas lávicas.

Las ignimbritas presentan textura fragmentaria soldada y bandeada. Los fragmentos son abundantes, (50%) de carácter vítreo-juvenil (pomez), lítico y cristalino. Los de pomez, alargados y aplastados, tienen tamaños de 4 a 8 mm y dan un aspecto bandeado al conjunto. Los líticos pueden ser fragmentos de fonolitas nefelínicas, traquitas, ignimbritas, cineritas y sienitas. Los cristalinos son anortoclasas, biotitas, anfíbol y augita egirínica. Siendo los primeros los más abundantes con cristales prismáticos, maclados, frecuentemente rojos y ocasionalmente corroidos.

La matriz de estas ignimbritas fonolíticas es muy fina, de color castaño y esquirlas vítreas.

Las coladas fonolíticas intercaladas son fonolitas nefelínicas, con textura traquítica, escasos fenocristales de anortoclasa y en menor proporción minerales opacos, sanidina, anfíbol, nefelina, etc. La matriz es de feldespato alcalino maclado en finas acículas o listoncillos que se suelen orientar según el flujo.

Las lavas fonolíticas propiamente dichas, afloran en las partes más altas y son fonolitas nefelínicas semejantes a las anteriores aunque con mayor proporción de nefelina y escasos fenocristales. Su textura es traquítica. Los fenocristales nefelínicos pueden presentarse como microfenocristales con secciones prismáticas o hexagonales.

La matriz es fina o muy fina, formada por listoncillos maclados de feldespato potásico y ocasionalmente egirina, minerales opacos y algún cristal idiomorfo de augita egirínica.

Dentro de las formaciones fonolíticas, los materiales con que finaliza el ciclo son las coladas piroclásticas del tipo "ash and pumice" y "block and ash" que ocupan una zona muy concreta entre el Barranco de Puerto Rico y el de Arguineguín.

Estas coladas son ignimbritas traquíticas con textura fragmentaria soldada. Los fragmentos más frecuentes son los de pomez, con formas alargadas y parcialmente desvitrificados. Le siguen en frecuencia los cristalinos (anortoclasas alargadas, prismáticas y macladas) y los fragmentos líticos (ignimbritas y traquitas).

En otras muestras estas coladas piroclásticas son tobas líticas de textura fragmentaria, soldada y ligeramente vacuolar. Está constituida por líticos (tobas y traquitas) en una matriz de esquirlas vítreas y fragmentos de pomez.

### **3.4.7. Formación Roque-Nublo. Lavas**

Los afloramientos de lavas del Ciclo Roque-Nublo son muy reducidos en el área de estudio y se localizan en la Hoja de Arguineguín (Roque Colorado y Lomo de Tabaiba).

Las coladas son rocas porfídicas con matriz fluidal en las que destacan fenocristales de anfíbol marrón, plagioclasas idiomorfas y subidiomorfas y augitas. La matriz está compuesta por microlitos de plagioclasa y en menor proporción augita, sanidina, opacos, biotita, etc.

En otras muestras las coladas tienen composición basanítica con textura porfídica. Los fenocristales son mayoritariamente augita idiomorfa micronizada con olivino y más escasamente opacos. La matriz está formada por microlitos de augita y en menor proporción, plagioclasa. Los pequeños huecos se rellenan de carbonatos y ceolitas.

### **3.5. Historia geológica**

La isla de Gran Canaria se formó durante el mioceno como consecuencia de la emisión de un gran volumen de lavas basálticas, estimado por diversos autores en 1.000 km<sup>3</sup>, que origina un gran estratovolcán situado, según se deduce de la disposición de los diques y buzamiento de coladas, en la zona central de la actual isla.

Las dataciones realizadas permiten estimar en 600.000 el número de años que duró la emisión, entre 13,8 y 13,2 m.a. La rapidez con que se construye el edificio se pone de manifiesto en la falta de intercalaciones sedimentarias entre las coladas y en la ausencia de discordancias, salvo la observada en algunos puntos entre el tramo superior y el inferior y medio.

Finalizada la emisión de la Serie Basaltos Antiguos se produce el colapso de la Caldera y la formación de la toba vitrofídica (composite flow) que, aunque con escaso espesor (10-20 cm), tapiza uniformemente la isla.

El relleno de la Caldera se realiza sin interrupción por medio de coladas sálicas (riolítico-traquíticas) y mantos ignimbríticos de igual naturaleza como consecuencia del colapso violento de las columnas eruptivas. Estos materiales desbordan los límites de la Caldera depositándose en el dominio extracaldera, sobre la toba vitrofídica y radialmente.

Es necesario señalar que la asimetría del borde de la Caldera y la posible fracturación radial contribuyen a la desigual distribución de los materiales desbordados.

La emisión de todos estos productos se realiza de manera relativamente rápida aunque se produce una alternancia de episodios explosivos con otros de relativa calma que permiten la intercalación de períodos erosivos.

Este primer período de construcción de la isla finaliza con la emisión de la formación fonolítica a través de centros de emisión, poco conocidos, que probablemente formaron edificios desmantelados posteriormente por la erosión.

Parece evidenciarse una emigración de los centros de emisión hacia el NE en base a las dataciones realizadas en los materiales de esta serie fonolítica (12 m.a. en la zona sur y 9.8 m.a. en el norte). En cualquier caso, las emisiones sálicas y fonolíticas se producen durante unos 3 m.a.

En los últimos momentos de este período, en la zona intracaldera, se produce la intrusión de carácter sienítico y el complejo de diques cónicos (cone-sheet), que la corta, del que se pueden diferenciar una primera fase de diques traquíticos y una segunda, de menor entidad y periférica a la anterior, de diques fonolíticos.

Finalizado este primer ciclo se inicia un período erosivo que durará 4,5-4,7 m.a. Durante el mismo, se dismantelan los grandes relieves, se forman los barrancos principales y, con la instalación de un régimen de abanicos aluviales, se depositarán en la zona costera un importante volumen de materiales clásticos.

Durante este período erosivo se produce una pequeña interrupción, en la que la actividad magmática se pone de manifiesto con la emisión de la Formación El Tablero, precursora del segundo ciclo volcánico generalizado.

El segundo ciclo volcánico, el más representativo de la isla, tiene sin embargo una escasa representación en nuestra zona de estudio. Aunque se trata de un ciclo completo, que se inicia con emisiones básicas y finaliza con las de carácter fonolítico, en nuestra zona sólo se manifiesta como apilamiento de brechas y ocasionalmente, algún centro de emisión aislado (el Roque Colorado entre los Barrancos de Veneguera y Tasarte) da lugar a coladas básicas de poca entidad.

Las brechas volcánicas se encauzan por los barrancos formados en la etapa erosiva (como ocurre en los de Tauro y Taurito) o se sitúan en zonas más elevadas (como ocurre entre los Barrancos de Puerto Rico y Arguineguín).

En nuestra zona de estudio no se encuentran materiales pertenecientes a las demás formaciones volcánicas que se desarrollan en el resto de la isla por lo que, desde la emisión de la Formación Roque-Nublo (que dura 1 m.a. y finaliza hace 3,4 m.a.) hasta la actualidad sólo se producen fenómenos erosivos que configuran la morfología actual y originan los depósitos detríticos de las zonas costeras, los derrubios de ladera y los depósitos aluviales.

## 4. DEMANDA DE AGUA

La principal actividad de la población de la zona en estudio son los servicios, y de éstos el turismo, siguiéndole en importancia la agricultura.

El turismo se ubica en la zona costera desde Pasito Blanco hasta el Puerto de Mogán y la agricultura, que se asienta preferentemente en los valles, está orientada a los productos de exportación.

La demanda urbana engloba la demanda industrial, ya que no existen industrias de entidad que se abastezcan fuera de las redes de los núcleos de población.

### 4.1. Demanda urbana

El área estudiada comprende íntegramente el término municipal de Mogán y una pequeña porción de los de San Bartolomé de Tirajana y San Nicolás de Tolentino.

La población total asciende a 10.220 habitantes según datos del año 1988. Dicha población está repartida en 48 núcleos urbanos, de los cuales 42 corresponden a Mogán con 9.141 habitantes (89,5% de la población total), 4 a San Bartolomé de Tirajana con 272 habitantes (2,5% de la población total) y 2 a San Nicolás de Tolentino con 807 habitantes (8% de la población total).

Existen algunos datos históricos, a nivel de término municipal, sobre los consumos de agua en estos asentamientos. Dichos datos se refieren a los estudios del SPA-15, MAC-21, la Documentación Básica del Plan Hidrológico Regional y el Avance del Plan Hidrológico de Gran Canaria que se realizaron durante los años 1972, 1978, 1986 y 1988, respectivamente (Cuadro 4.1.).

Cuadro 4.1. Evolución de consumos brutos municipales

Municipio	SPA-15 (1972)		MAC-21 (1978)		Plan Regional (1986)		Avance Plan Hidrológico (1988)	
	x 1.000 m <sup>3</sup>	Δ (%)	x 1.000 m <sup>3</sup>	Δ (%)	x 1.000 m <sup>3</sup>	Δ (%)	x 1.000 m <sup>3</sup>	Δ (%)
Mogán	170,8	0,6	334,0	1,1	293,4	0,8	317,9	0,8
San Bartolomé	416,9	1,6	514,0	1,7	276,0	0,7	745,0	2,0
San Nicolás	64,8	0,2	111,0	0,4	303,3	0,8	330,0	0,9

Δ: Incremento en %

A grandes rasgos se observa un aumento de consumos para la población de Mogán que va desde los 0,17 hm<sup>3</sup> en el año 1972 hasta los 0,317 hm<sup>3</sup> en 1988. En los casos de San Bartolomé de Tirajana y San Nicolás de Tolentino los datos de que se dispone se refieren a consumos de la población total de sus términos municipales, la cual es muy superior a la que correspondería si consideramos únicamente los asentamientos de estos municipios existentes dentro del área de estudio.

Con relación a la situación actual, en el cuadro 4.2. se reflejan los consumos netos y brutos, así como las pérdidas en la red de distribución de los núcleos de población existentes en la zona considerada.

La población abastecida dentro del municipio de Mogán asciende a 9.141 habitantes con un consumo de 0,318 hm<sup>3</sup>/año. Arguineguín, Cornisa del Suroeste, Playa de Mogán, Puerto Rico y Mogán pueblo suman el 66% del consumo neto facturado. Las pérdidas en la red de distribución se estiman del orden de 0,042 hm<sup>3</sup>/año, lo que supone un 13,15%.

En los cuatro asentamientos correspondientes a San Bartolomé de Tirajana existen un total de 272 habitantes cuyo consumo bruto anual asciende a 0,014 hm<sup>3</sup>/año, de éstos, 0,0038 hm<sup>3</sup>/año se cuantifican como pérdidas en la red de distribución (26%).

En Tasarte y Tasartico que son los dos únicos núcleos de población pertenecientes a San Nicolás de Tolentino dentro de la zona estudiada, se consumen 0,032 hm<sup>3</sup>/año para abastecer a 807 habitantes. Las pérdidas en la red se cifran en 0,006 hm<sup>3</sup>/año (19,6%).

De los datos anteriores se pueden deducir las siguientes dotaciones por habitante y día:

	<b>Dotaciones brutas</b>	<b>Dotaciones netas</b>
	<b>l/h.día</b>	<b>l/h.día</b>
Núcleos de Mogán	95,28	82,75
Núcleos de San Bartolomé de Tirajana	147,23	108,67
Núcleos de San Nicolás de Tolentino	109,35	87,82

Estas dotaciones son claramente deficitarias ya que no alcanzan ni siquiera el 50% de las dotaciones ideales estimadas en 250 l por habitante y día.

**Cuadro 4.2. Núcleos urbanos, población y consumos de la zona investigada (Fuente de datos: Plan Hidrológico de Gran Canaria)**

Municipio	Núcleo	Población	Consumo bruto (m <sup>3</sup> /año)	Consumo neto (m <sup>3</sup> /año)	Pérdidas (m <sup>3</sup> /año)
Mogán	Los Almacigos	128	4.452	3.866	586
	Arguineguín	2.337	81.278	70.587	10.691
	El Barranquillo Andrés	162	5.634	4.893	741
	Las Burnillas	55	1.913	1.661	252
	El Caldero	17	591	513	78
	Canarios I	43	1.495	1.299	196
	Canarios II-III	19	661	574	87
	Casas Blancas	26	904	785	119
	Las Casas de Veneguera	136	4.730	4.108	622
	Las Casillas	70	2.435	2.114	321
	El Cercado	76	2.643	2.296	347
	Cornisa del Suroeste	1.376	47.855	41.561	6.294
	Las Filipinas	81	2.817	2.447	370
	El Hornillo	69	2.400	2.084	316
	El Homo	142	4.939	4.289	650
	Horno la Teja	18	626	544	82
	La Humbridilla	80	2.782	2.416	366
	Lomo Quiebre	190	6.608	5.739	869
	Los Llanos	55	1.913	1.661	252
	Mogán	619	21.528	18.696	2.832
	El Molino de Viento	156	5.425	4.712	713
	Los Navarros	21	730	634	96
	El Palmito	86	2.991	2.598	393
	Los Pasitos	88	3.061	2.658	403
	Patalavaca	187	6.504	5.648	856
	Los Peñones	53	1.843	1.601	242
	El Pie de la Cuesta	8	278	242	36
	Platero	54	1.878	1.631	247
	La Playa de Mogán	972	33.805	29.358	4.447
	La Playa de Tauro	101	3.513	3.051	462
	La Playa de Veneguera	38	1.322	1.148	174
	Playa del Cura	22	765	664	101
	Pueblo de Tauro	172	5.982	5.195	787
Puerto Rico	714	24.832	21.566	3.266	
La Rosilla	75	2.608	2.265	343	
Soria	110	3.826	3.322	504	
Tabaibales	5	174	151	23	
Taurito	11	383	332	51	
La Verga - Aquamarina	58	2.017	1.752	265	
El Zao	69	2.400	2.084	316	
La Carca	327	11.373	9.877	1.496	
El Vento	115	4.000	3.473	527	
	Suma	9.141	317.914	276.095	41.819



**Cuadro 4.2. Núcleos urbanos, población y consumos de la zona investigada (Fuente de datos: Plan Hidrológico de Gran Canaria) (Cont.)**

Municipio	Núcleo	Población	Consumo bruto (m <sup>3</sup> /año)	Consumo neto (m <sup>3</sup> /año)	Pérdidas (m <sup>3</sup> /año)
San Bartolomé de Tirajana	Ayacata	58	3.117	2.301	816
	Cercados de Araña	161	8.652	6.386	2.266
	Montaña Blanca	33	1.773	1.309	464
	La Plata	20	1.075	793	282
Suma		272	14.617	10.789	3.828
San Nicolás de Tolentino	Tasarte	737	29.417	23.624	5.793
	Tasartico	70	2.794	2.244	550
Suma		807	32.211	25.868	6.343
<b>TOTAL</b>		<b>10.220</b>	<b>364.742</b>	<b>312.752</b>	<b>51.990</b>

Generalizando todos estos datos para el área estudiada se puede concretar que para abastecer a una población total de 10.220 habitantes se gastan 0,364 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 0,052 hm<sup>3</sup>/año, es decir el 14,25%, no llega a los consumidores por pérdidas en la red. Por consiguiente las dotaciones netas actuales oscilan entre 82 y 110 l por habitante y día.

Si se estima una dotación ideal de 250 l por habitante y día, se necesitarían 0,932 hm<sup>3</sup>/año incluyendo unas pérdidas en la red del 20%.

La conclusión final de lo anteriormente expuesto es que existe un déficit de 0,568 hm<sup>3</sup>/año para cubrir las necesidades del consumo urbano en toda la zona comprendida entre el Barranco de Tasartico y el de Arguineguín (sector Suroeste de la isla).

La evolución de la población seguirá las mismas pautas que en el resto de la isla, en consecuencia no se esperan incrementos que alteren la demanda significativamente.

## **4.2. Demanda turística**

### **4.2.1. Demanda actual**

Las principales áreas turísticas existentes en la actualidad dentro del sector estudiado, que se han podido desagregar de la demanda urbana, son las siguientes:

- Urbanización Puerto de Mogán
- Urbanización Puerto Rico
- Urbanizaciones comprendidas entre Puerto Rico y Arguineguín (Cornisa del Suroeste)

y Calas de Gran Canaria)

- Urbanizaciones existentes entre Arguineguín y Maspalomas (Urbanización Pasito Blanco)

Las tres primeras zonas pertenecen al municipio de Mogán, mientras que la última corresponde a San Bartolomé de Tirajana.

Las características de tipo estacional de la población turística, así como la escasa relación entre el número de plazas teóricas y el número de plazas ocupadas (posibilidad de alojarse un número de personas superior al de las plazas de cada vivienda), hace difícil establecer un censo turístico de relativa fiabilidad.

Las oscilaciones en la población de este tipo acusan grandes variaciones según la época del año. En términos generales, de manera orientativa, se pueden estimar unos regímenes de ocupación distribuidos de la siguiente manera:

- 80% a 100% de ocupación durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero
- 35% a 40% de ocupación durante los meses de Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio
- 60% a 70% de ocupación durante los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre

Los datos de consumos, pérdidas y población abastecida por término medio al año, se reflejan en el cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3. Distribución y consumos de agua de la población turística**

Municipio	Zona abastecida	Nº Plazas	Habitantes	Consumo bruto (m <sup>3</sup> /año)	Consumo neto (m <sup>3</sup> /año)	Pérdidas (m <sup>3</sup> /año)
Mogán	Puerto de Mogán	1.500	1.500	59.400	53.600	5.800
	Puerto Rico	27.000	18.000	1.600.000	1.277.000	323.000
	Cornisa del Suroeste y Calas de Gran Canaria	14.000	9.000	450.000	345.000	95.000
Suma		42.500	28.500	2.109.400	1.675.600	423.800
San Bartolomé de Tirajana	Pasito Blanco	12.000	9.000	821.250	689.850	131.400
<b>TOTAL</b>		<b>54.500</b>	<b>37.500</b>	<b>2.930.650</b>	<b>2.365.450</b>	<b>555.200</b>

A modo de resumen del citado cuadro se puede establecer que para abastecer una población turística total de 37.500 habitantes se consumen 2.930.650 m<sup>3</sup>/año de los cuales 555.200 m<sup>3</sup>/año, es decir el 18,9% no llega a los consumidores por fugas en la red de distribución.

Así mismo se pueden deducir las siguientes dotaciones en litros por habitantes y día:

- Puerto de Mogán
  - dotación neta 97,89 l/h.d
  - dotación bruta 108,49 l/h.d
- Puerto Rico
  - dotación neta 194,36 l/h.d
  - dotación bruta 243,53 l/h.d
- Cornisa del Suroeste y Calas de Gran Canaria
  - dotación neta 105,02 l/h.d
  - dotación bruta 136,98 l/h.d
- Pasito Blanco
  - dotación neta 210 l/h.d
  - dotación bruta 250 l/h.d

Estas dotaciones son claramente deficitarias excepto en el caso de Puerto Rico y Pasito Blanco.

La zona residencial del Puerto de Mogán es abastecida por la misma entidad urbanizadora con aguas subterráneas procedentes de captaciones del Barranco de Mogán.

La zona de Puerto Rico, de cuyo abastecimiento se encarga la propia entidad urbanizadora (Puerto Rico, S.A.), se abastece en un 66,6% con agua subterránea, un 26,9% de potabilización de agua de mar y un 6,5% de aguas superficiales.

Cornisa del Suroeste y Calas de Gran Canaria son abastecidas por la empresa Aguas de Arguineguín, S.A., que utiliza aguas subterráneas procedentes de captaciones situadas en el Barranco de la Verga, Barranco Balito y Lomo del Burro.

Pasito Blanco es abastecido por ELECTRICA MASPALOMAS S.A. (ELMASA). Esta sociedad tiene unas prestaciones de entre 225 y 250 l/h.d en toda su zona de cobertura. La procedencia del agua es aproximadamente en un 96% subterránea y en un 4% a partir de potabilizadoras de agua de mar. En el primer caso las extracciones se realizan de captaciones existentes en el Barranco de Fataga y Los Vicentes fuera del área de estudio considerada. La calidad del agua que se ofrece es la misma para todos los usuarios ya que tanto las aguas potabilizadas como las de procedencia subterránea se mezclan antes de su distribución.

En el caso de incrementar las dotaciones de la población turística, anteriormente referida, hasta un volumen ideal de 250 l/h.d se necesitaría un total de 3,422 hm<sup>3</sup>/año.

De lo anteriormente expuesto se puede considerar que en la zona estudiada existe un déficit de 0,491 hm<sup>3</sup>/año en el abastecimiento de la población turística.

#### 4.2.2. Demanda futura

La población turística se ha incrementado notablemente en los últimos años, las pautas de dicho crecimiento se sitúan en torno a un 18,4% anual.

El interés por parte de las entidades municipales de aprovechar esta importante fuente de ingresos ha sido la causa de los diferentes planes parciales de urbanización que actualmente se están llevando a cabo y que previsiblemente serán aprobados en su totalidad en un futuro próximo.

En lo que respecta al municipio de Mogán están previstas las siguientes zonas residenciales:

		Nº de Viviendas	Nº de Habitantes
<b>Zona A</b>	<b>(Casas de Veneguera)</b>		
	Polígono 1	60	240
	Polígono 2	70	280
	Polígono 3	47	188
<b>Zona B</b>	<b>(Valle de Mogán)</b>		
	Polígono 4 (Mogán casco)	468	1.870
	Polígono 5 (Mogán casco)	258	1.030
	Polígono 6 (Molino de Viento)	420	1.680
	Polígono 7 (Molino de Viento)	32	130
	Polígono 8 (Los Navarros)	162	648
	Polígono 9 (El Cercado)	26	100
	Polígono 10 (Playa de Mogán)	192	770
	Polígono 11 (Playa de Mogán)	219	875
	Polígono 12 (Playa de Mogán)	535	2.140
<b>Zona C</b>			
	Polígono 13 (El Platero)	91	364
	Polígono 14 (M. Alta de Tauro)	215	860
	Polígono 15 (P. Tauro)	342	1.370
	Polígono 16 (Haldsoladem)	37	150
	Polígono 17 (Tauro)	1.849	7.396
	Polígono 23 (Morro del Guincho)	188	750
	Polígono 24 (Comisa del Suroeste-Calas)	1.075	4.300
	Polígono 25 (Comisa del Suroeste-Sector 1)	575	2.300
	Polígono 26 (Golf)	1.685	6.471

	Polígono 27 (Comisa del Suroeste-Sector 3)	702	2.807
	Polígono 28 (Comisa del Suroeste-Sector 3)	2.099	8.395
	Polígono 29 (Comisa del Suroeste-Sector 4)	612	2.447
	Polígono 30 (Cortadores)	1.280	5.120
	Polígono 30' (Motor Grande)	645	2.580
	Polígono 31 (Bco. de Tauro)	503	2.013
	Polígono 32 (Tauritos II)	3.500	14.000
	Polígono 33 (Veneguera)	5.000	20.000
<b>Zona D</b>	Polígono 18 (Playa Arguineguín)	900	3.600
	Polígono 19 (Arguineguín)	380	1.520
<b>Zona E</b>	Polígono 20 (El Homo)	260	1.040
	Polígono 21 (Barranquillo Andrés)	72	288
	<b>TOTAL</b>	<b>24.499</b>	<b>97.722</b>

Para abastecer estas zonas, según las normas subsidiarias del planeamiento municipal del Ayuntamiento de Mogán, se entienden suficientes a corto plazo las reservas de agua del municipio con una explotación racional del acuífero disponible. Sin embargo en aquellos planteamientos turísticos con dificultades en las garantías de suministro se contempla la posibilidad de implantar desalinizadoras y potabilizadoras de agua de mar, así como el aprovechamiento integral de las aguas residuales depuradas para riegos.

De la misma manera, en dichas normas también se plantea la necesidad de ejecutar totalmente la Presa de los Palos, así como los canales de transvase a la Presa de Soria y a la Presa de Mulato.

En el caso de San Bartolomé de Tirajana los planes de urbanización previstos y cuya ubicación se encuentra dentro del área estudiada son las siguientes:

	<b>Nº de Viviendas</b>	<b>Nº de Habitantes</b>
Meloneras 2 A	3.057	12.228
Meloneras 2 B	1.117	4.468
Hornillo 3 A	1.228	4.912
Hornillo 3 B	1.738	6.952
Hornillo 3 C	1.467	5.868
Ampliación Pasito Blanco	1.190	4.760
Montaña Arena	500	2.000
<b>TOTAL</b>	<b>9.797</b>	<b>39.188</b>

Estas áreas residenciales se encuentran dentro del Plan General de Urbanización Maspalomas-Costa Canaria, el cual comprende actualmente desde Bahía Feliz hasta Pasito Blanco y será ampliado en un futuro hasta el Barranco de Arguineguín. Todo este sector está incluido en el área de cobertura de ELMASA por lo que se abastecerá previsiblemente con aguas cuya procedencia es la misma que la empleada en el abastecimiento de la Urbanización Pasito Blanco (ver epígrafe 4.2.1. Demanda actual).

En resumen, está prevista la creación de 136.910 nuevas plazas turísticas dentro del sector suroeste de la isla de Gran Canaria. Si se desea suministrar a esta población con una dotación mínima de 250 litros por habitante y día se necesitarán unos recursos del orden de 12,5 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 8,9 hm<sup>3</sup>/año se pretenden obtener a partir de aguas subterráneas captadas dentro del sector suroeste y mediante potabilización o desalación de agua de mar, y el resto se importará de otros sectores de la isla, en cuyo caso el origen podrá ser igualmente a partir de aguas subterráneas y potabilización de agua de mar.

Evidentemente estos volúmenes superan ampliamente los recursos disponibles por lo que será necesario analizar detalladamente la viabilidad y las fuentes de suministro de los distintos planes de urbanización previstos.

### **4.3. Demanda agrícola**

#### **4.3.1. Antecedentes**

Como consecuencia del problema que plantea la escasez de agua en la isla de Gran Canaria, en los últimos veinte años, se han realizado estudios por parte de diferentes organismos de la Administración con objeto de evaluar la situación del sector agrícola y más concretamente sus necesidades y consumos de agua para riego.

Los estudios y organismos que han aportado algunos datos al respecto son los siguientes:

- Proyecto SPA-15 (Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias) (1975)
- Proyecto MAC-21 (Proyecto de Planificación de la explotación y uso racional de los recursos de agua en las Islas Canarias) (1977)
- IRYDA (Estudio por encuesta de los consumos de agua en el cultivo de platanera de la Isla de Gran Canaria) (1983)
- PHGC (Plan Hidrológico de Gran Canaria) (1986)
- Consejería de Agricultura (1989)

Como resumen de los citados proyectos, en los cuadros 4.4. y 4.5. se recoge la evolución de las superficies de cultivos y consumos respectivamente.

**Cuadro 4.4. Evolución de las superficies cultivadas en regadío desde 1972 a 1989 (valores en hectáreas)**

Cultivo	1975 SPA-15	1977 MAC-21	1983 IRYDA	1986 PHGC	1989 Cons. Agric.
Plataneras	4.058	3.567	3.075	2.312	1.500
Hortalizas y flores aire libre	3.539	3.028	4.315	1.943	3.404
Hortalizas y flores invernadero	678	769	962	1.124	
Frutales	639	561	1.166	1.272	5.293
Papas	2.646	2.572	--	2.136	
Otros	2.361	1.781	--	2.336	
<b>TOTAL</b>	<b>13.921</b>	<b>12.278</b>	<b>9.518</b>	<b>11.123</b>	<b>10.197</b>

**Cuadro 4.5. Evolución de los consumos totales por cultivos desde 1975 a 1986 (valores en hm<sup>3</sup>)**

Cultivo	1975 SPA-15	1977 MAC-21	1983 IRYDA	1986 ECYN	1986 PHGC
Plataneras	62,76	50,50	40,07	22,82	22,98
Hortalizas y flores aire libre	35,25	20,63	16,90	18,70	18,10
Hortalizas y flores invernadero	4,78	6,44	5,44	10,26	9,02
Frutales	3,87	3,76	5,26	15,35	3,92
Papas	7,77	10,90	--	5,18	4,57
Otros	12,33	13,14	6,82	4,49	6,36
<b>TOTAL</b>	<b>126,76</b>	<b>105,37</b>	<b>74,49</b>	<b>76,80</b>	<b>64,95</b>

La superficie cultivada en la Isla de Gran Canaria en el año 1975 era de 13.921 ha. Dicha cantidad se ha visto reducida a 10.197 ha según datos para el año 1989. En general esta paulatina disminución de la superficie cultivada se ha producido de manera constante

excepto a principios de los años ochenta, época en la que por diferentes causas adversas a la agricultura se produjo un mínimo en la superficie cultivada, la cual se vio reducida hasta 9.518 ha en el año 1983.

De la misma manera, el consumo hídrico con fines agrícolas se ha reducido en un 50% pasando de 126,76 hm<sup>3</sup> en 1975 a 64,95 hm<sup>3</sup> en 1986. Este hecho no sólo es la lógica consecuencia de la disminución de superficies cultivadas, sino que también está producido por la progresiva eficiencia de riego debido a la introducción de nuevas tecnologías ante el coste de agua. Así, por ejemplo, las variaciones en los consumos unitarios para los diferentes cultivos entre los años 1975 y 1986 han sido las siguientes:

Cultivo	Año 1975 (SPA-15)	Año 1986 (PHGC)
Plataneras	15.466 m <sup>3</sup> /ha	9.937 m <sup>3</sup> /ha
Hortalizas y flores aire libre	9.960 m <sup>3</sup> /ha	9.298 m <sup>3</sup> /ha
Hortalizas y flores de invernadero	7.050 m <sup>3</sup> /ha	8.031 m <sup>3</sup> /ha
Frutales	6.056 m <sup>3</sup> /ha	3.081 m <sup>3</sup> /ha
Papas	2.937 m <sup>3</sup> /ha	2.141 m <sup>3</sup> /ha
Otros	5.222 m <sup>3</sup> /ha	2.724 m <sup>3</sup> /ha

En términos generales las especies que más han acusado una reducción en superficies cultivadas y por consiguiente en consumos totales, han sido la plantanera, las hortalizas y flores al aire libre. Si bien, en este último caso los consumos unitarios han permanecido prácticamente iguales.

#### 4.3.2. Evolución en el último quinquenio

Dentro del área estudiada las principales explotaciones agrarias se concentran en cuatro municipios. Estos municipios son: San Nicolás de Tolentino con las áreas de Tasarte y Tasartico, Mogán con los Valles de Mogán y Veneguera, San Bartolomé de Tirajana con el sector comprendido entre el Barranco de Arguineguín y Maspalomas, y finalmente Tejeda con algunos cultivos en las inmediaciones del Embalse de Chira.

Con objeto de valorar la evolución de los cultivos en estas zonas, durante los últimos cinco años, se han tomado como referencia los datos correspondientes al Plan Hidrológico de Gran Canaria para el año 1986 y los datos del censo agrario de 1991 facilitados por las Agencias de Extensión Agraria Locales.



### **Año 1986**

Las características de los diferentes cultivos por municipios durante el año 1986 se pueden apreciar en los cuadros 4.6., 4.7. y 4.8. En esta fecha la situación era la siguiente:

- La superficie total cultivada dentro del término de Mogán ascendía a 315 ha de las cuales el 51% correspondían a hortalizas cultivadas al aire libre, 21% a cítricos, 20% a platanera y 8% a frutal tropical. El consumo total de agua empleada en el riego de estas superficies fue del orden de 3 hm<sup>3</sup>/año con dotaciones medias de 5.132,84 m<sup>3</sup>/ha.año para los cítricos, 4.332,27 m<sup>3</sup>/ha.año para el frutal tropical, 10.062,60 m<sup>3</sup>/ha.año para la hortaliza y 14.567,78 m<sup>3</sup>/ha.año para la platanera.
- La zona cultivada entre el Barranco de Arguineguín y Maspalomas comprendía un total de 249 ha, ocupadas en un 57% por cultivos de hortaliza, 18% por cultivos de platanera, 17% por cítricos, 5% por frutal templado y 3% por frutal tropical. En este sector se consumieron del orden de 2,5 hm<sup>3</sup>/año de agua de riego según unas dotaciones medias que oscilaban entre los 14.272,40 m<sup>3</sup>/ha.año para la platanera y los 2.533,8 m<sup>3</sup>/ha.año del frutal templado.
- La superficie total cultivada en los barrancos de Tasarte y Tasartico era de 70 ha distribuidas de la siguiente manera: 81% hortalizas aire libre, 7% platanera, 6,5%

Cuadro 4.6. Características de los cultivos existentes en 1986 en el término municipal de Mogán

Cultivo	Cota (m.s.n.m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> /año)	Dotaciones (m <sup>3</sup> /ha.año)	
Cítricos	0 - 50	249.938	130.998,50	5.241,24	$\bar{x} = 5.132,84$
	50 - 100	51.937	27.567,86	5.307,94	
	100 - 150	104.624	51.937,36	4.964,19	
	150 - 200	74.875	40.183,11	5.366,69	
	200 - 250	99.500	49.892,97	5.014,37	
	250 - 300	59.500	29.918,79	5.028,37	
	300 - 600	0	0	-	
	600 - 800	15.375	6.067,11	3.959,09	
Subtotal		655.749	336.585,68		
Frutal Tropical	0 - 50	136.251	54.756,80	4.018,82	$\bar{x} = 4.332,27$
	50 - 100	40.438	19.490,90	4.819,95	
	100 - 150	23.687	10.465,35	4.418,18	
	150 - 200	18.813	10.347,15	5.500,00	
	200 - 250	17.001	7.616,05	4.479,77	
	250 - 300	17.188	7.093,90	4.127,24	
Subtotal		253.378	109.770,15		
Hortaliza Aire Libre	0 - 50	694.438	698.785,18	10.062,60	$\bar{x} = 10.062,60$
	50 - 100	151.063	152.008,65	10.062,60	
	100 - 150	139.500	140.373,27	10.062,60	
	150 - 200	263.500	265.149,51	10.062,60	
	200 - 250	162.625	163.643,03	10.062,60	
	250 - 300	80.375	80.878,15	10.062,60	
	300 - 400	112.125	112.826,90	10.062,60	
	400 - 500	8.250	8.301,64	10.062,60	
Subtotal		1.611.876	1.621.966,34		
Platanera	0 - 50	302.500	457.839,80	15.135,20	$\bar{x} = 14.567,78$
	50 - 100	52.812	79.932,02	15.135,20	
	100 - 150	156.187	214.351,04	13.724,00	
	150 - 200	25.750	36.381,15	14.128,60	
	200 - 250	89.625	124.870,39	13.932,60	
	250 - 300	2.500	3.483,15	13.932,60	
Subtotal		629.374	916.858,08		
<b>TOTAL</b>		<b>3.150.377</b>	<b>2.985.180,25</b>		

ORIGEN: Plan Hidrológico de Gran Canaria

**Cuadro 4.7. Características de los cultivos del área estudiada correspondientes al término municipal de San Bartolomé de Tirajana (Año 1986)**

Cultivo	Cota (m.s.n.m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> /año)	Dotaciones (m <sup>3</sup> /ha.año)	
<b>Cítricos</b>	0 - 50	24.937	9.972,67	3.999,15	$\bar{x} = 4.220,10$
	50 - 100	153.312	70.596,15	4.604,74	
	100 - 150	51.562	20.211,11	3.919,77	
	150 - 200	9.750	3.931,27	4.032,08	
	200 - 250	14.125	4.099,25	2.902,12	
	250 - 500	0	0	-	
	500 - 600	45.563	18.504,70	4.061,34	
	600 - 800	68.438	27.551,35	4.025,74	
	800 - 1000	46.186	19.776,24	4.281,87	
> 1000	8.625	3.655,75	4.238,56		
<b>Subtotal</b>		<b>422.498</b>	<b>178.298,50</b>		
<b>Frutal templado</b>	0 - 800	0	0	-	$\bar{x} = 2.503,38$
	800 - 1000	122.686	30.821,01	2.512,19	
	> 1000	10.625	2.551,75	2.401,65	
<b>Subtotal</b>		<b>133.311</b>	<b>33.372,76</b>		
<b>Frutal tropical</b>	0 - 50	33.937	11.321,60	3.336,06	$\bar{x} = 3.480,06$
	50 - 100	27.187	8.296,60	3.051,68	
	100 - 150	6.187	2.996,60	4.843,38	
	150 - 200	2.875	1.581,25	5.500,00	
	200 - 500	0	0	-	
500 - 600	2.250	1.012,05	4.498,00		
<b>Subtotal</b>		<b>72.436</b>	<b>25.208,10</b>		
<b>Hortaliza Aire Libre</b>	0 - 50	587.375	643.093,39	10.948,60	$\bar{x} = 10.948,60$
	50 - 100	764.250	836.746,75	10.948,60	
	100 - 150	68.000	74.450,48	10.948,60	
<b>Subtotal</b>		<b>1.419.625</b>	<b>1.554.290,63</b>		
<b>Plantanera</b>	0 - 50	449.250	641.187,57	14.272,40	
<b>TOTAL</b>		<b>2.497.120</b>	<b>2.432.357,5</b>		

ORIGEN: Plan Hidrológico de Gran Canaria

**Cuadro 4.8. Características de los cultivos del área estudiada correspondientes a los términos de San Nicolás de Tolentino y Tejeda (Año 1986)**

**SAN NICOLAS DE TOLENTINO**

Cultivo	Cota (m.s.n.m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> /año)	Dotaciones (m <sup>3</sup> /ha.año)	
<b>Cítricos</b>	0 - 50	5.125	2.345,23	4.576,10	$\bar{x} = 5.254,36$
	50 - 100	8.750	4.769,54	5.450,90	
	100 - 150	7.500	4.088,17	5.450,90	
	150 - 200	15.625	8.517,03	5.450,90	
	200 - 250	0	0	-	
	250 - 300	8.625	4.253,04	4.931,10	
<b>Subtotal</b>		<b>45.625</b>	<b>23.973,01</b>		
<b>Frutal Tropical</b>	50 - 100	16.625	9.231,25	5.552,60	$\bar{x} = 5.660,19$
	100 - 150	11.250	6.318,75	5.616,70	
	150 - 200	5.500	3.162,50	5.750,00	
	200 - 250	0	0	-	
	250 - 300	5.250	3.150,00	6.000,00	
<b>Subtotal</b>		<b>38.625</b>	<b>21.862,50</b>		
<b>Hortaliza Alre libre</b>	0 - 50	85.688	48.219,21	5.627,30	$\bar{x} = 5.609,85$
	50 - 100	137.688	77.481,17	5.627,30	
	100 - 150	87.750	49.379,56	5.627,30	
	150 - 200	93.375	52.544,91	5.627,30	
	200 - 250	3.875	2.157,60	5.568,00	
	250 - 300	42.250	23.524,80	5.568,00	
	300 - 400	113.875	63.405,60	5.568,00	
	400 - 500	8.625	4.802,40	5.568,00	
<b>Subtotal</b>		<b>573.126</b>	<b>321.515,25</b>		
<b>Platanera</b>	0 - 50	27.250	44.333,57	16.269,20	$\bar{x} = 15.945,18$
	50 - 100	8.250	13.422,09	16.269,20	
	100 - 150	0	0	-	
	150 - 200	13.125	19.777,80	15.068,80	
<b>Subtotal</b>		<b>48.625</b>	<b>77.533,46</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>706.001</b>	<b>444.884,22</b>		

**TEJEDA**

Cultivo	Cota (m.s.n.m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> /año)	Dotaciones (m <sup>3</sup> /ha.año)	
<b>Frutal Templado</b>	> 1.000	20.750	4.626,54	2.229,70	$\bar{x} = 2.229,70$

ORIGEN: Plan Hidrológico de Gran Canaria

cítricos y 5,5% frutal tropical. Estas plantaciones consumieron aproximadamente 0,5 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 321.515 m<sup>3</sup> corresponden al riego de hortalizas, 77.533 m<sup>3</sup> al de platanera, 23.973 m<sup>3</sup> al de cítricos y finalmente 21.862 m<sup>3</sup> al frutal tropical.

- Dentro del área correspondiente al municipio de Tejeda únicamente existían 2 ha ocupadas por frutal templado, dichos cultivos consumieron 4.626,54 m<sup>3</sup>/año con una dotación media de 2.229,70 m<sup>3</sup>/ha.
- En resumen se puede deducir una superficie total cultivada de 637,4 ha dentro del área estudiada para el año 1986. El consumo total de agua para el riego de dicha superficie, alcanzó en el citado año los 5,8 hm<sup>3</sup>.

#### Año 1991

Los datos actuales sobre la extensión, tipo de cultivos y dotaciones, según el Censo Agrario de 1991, se reflejan en los cuadros 4.9. y 4.10.

Cuadro 4.9. Características de los cultivos actuales existentes en el área estudiada

Cultivo	Mogán		Tasarte y Tasartico		Bco. de Arguineguín-Maspalomas	
	Superficie (m <sup>2</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /año)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /año)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /año)
Cítricos	270.000	177.390	31.100	20.432,7	440.607	289.478,8
Frutal tropical	200.000	98.550	96.600	47.599,6	54.327	26.769,6
Frutal templado	—	—	400	100,1	133.311	33.371,7
Hortaliza aire libre	570.000	312.075	34.100	18.669,7	709.812,5	388.622,3
Tomate	—	—	331.000	96.652	354.906,2	194.311,1
Platanera	400.000	175.200	—	—	449.250	196.771,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.440.000</b>	<b>763.215</b>	<b>493.200</b>	<b>183.454,1</b>	<b>2.142.213,7</b>	<b>1.129.325</b>

Cuadro 4.10. Dotaciones y tipos más frecuentes de riegos según los diferentes cultivos

Cultivo	Dotaciones (m <sup>3</sup> /ha.año)	Tipo de riego más frecuente
Cítricos	6.570	Microaspersión
Frutal tropical	4.927,5	Microaspersión
Frutal templado	2.503,3	Microaspersión
Hortaliza aire libre	5.475	Goteo
Tomate	2.920 (Tasarte) - 5.475 (Bco. de Arguineguín)	Goteo
Platanera	4.380	Microaspersión

De dichos cuadros se deduce que la superficie total cultivada en 1991 dentro del área estudiada es del orden de 407 ha, de las cuales el 35,5% corresponde al término municipal de Mogán, 52,5% a San Bartolomé de Tirajana (Bco. de Arguineguín-Maspalomas) y el 12% a San Nicolás de Tolentino (Tasarte y Tasartico). El consumo hídrico total es de 2,07 hm<sup>3</sup>/año.

Los cultivos mayoritarios son la hortaliza y la platanera en la zona de Mogán, la hortaliza y el cultivo del tomate bajo malla en Tasarte y Tasartico y la hortaliza, platanera y tomate en el sector más oriental. Así mismo es de destacar la ausencia total de cultivos tomates en todo el término municipal de Mogán.

El tipo de riego más utilizado es la microaspersión para el caso de los frutales, cítricos y plataneras y el riego por goteo para las hortalizas y los tomates. Ocasionalmente se utiliza el riego a manta en algunas parcelas pequeñas, las cuales no suponen más del 2% del terreno total cultivado.

Se estima una eficiencia media del regadío del 85%.

Por último, es de destacar la diferencia entre el volumen de agua empleado para el riego de tomates según las zonas. Las encuestas realizadas oscilan entre los 2.920 m<sup>3</sup> por hectárea y año en la zona noroccidental (Tasarte y Tasartico) y los 5.475 m<sup>3</sup> por hectárea y año en el sector suroriental (Bco. de Arguineguín-Maspalomas).

Como síntesis de lo anteriormente expuesto se pueden establecer las siguientes conclusiones para el sector estudiado (cuadro 4.11.):

**Cuadro 4.11. Evolución de superficies de cultivo y demandas hídricas en el último quinquenio**

Cultivo	1986		1991	
	Superficie (ha)	Demanda (m <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (m <sup>3</sup> /año)
Cítricos	112,4	538.857,19	74,2	487.301,5
Frutal tropical	36,5	156.840,75	35,1	172.919,2
Frutal templado	15,4	37.999,30	13,4	33.471,8
Hortaliza aire libre	360,4	3.497.772,10	131,4	719.367,0
Tomate	—	1.635.579	68,6	290.963,1
Platanera	112,7		84,9	371.971,5
<b>TOTAL</b>	<b>637,4</b>	<b>5.867.048,3</b>	<b>407,6</b>	<b>2.075.994,1</b>

- La superficie total cultivada ha disminuido de 637,4 ha en el año 1986 a 407,6 ha en 1991.

- De la misma manera, la demanda hídrica ha disminuido de 5,8 hm<sup>3</sup>/año a 2,07 hm<sup>3</sup>/año.
- Se observa una progresiva optimización de los métodos de riego que redonda en la reducción de los consumos hídricos.
- Existen grandes variaciones en el tipo de cultivo que vienen condicionadas por factores exógenos de mercado de los productos, fundamentalmente por la evolución de la demanda y los precios.

La última de las razones antes expuesta es la causa de que no se puedan realizar previsiones de futuro en cuanto a demanda de recursos hídricos con fines agrícolas. El carácter cambiante de los cultivos, y por consiguiente de las dotaciones de riego, no permite valorar a medio y largo plazo la evolución de dicha demanda, aunque debe considerarse que existen unas 640 ha con algún tipo de infraestructura de regadío.

#### 4.4. Resumen de demanda y consumo en la zona de estudio

La distribución del consumo actual se puede resumir de la siguiente manera:

	Urbano	Turístico	Agrícola	Total
Consumo (hm <sup>3</sup> /año)	0,364	2,930	2,076	5,370
Retornos (hm <sup>3</sup> /año)	0,052	0,555	0,311	0,918

Para un futuro, cuya previsión es sumamente difícil por la incidencia de factores exógenos al sistema (evolución del mercado turístico y agrícola), y admitiendo la mejor dotación del consumo urbano, la ejecución de los planes urbanísticos y la existencia de una superficie de regadío similar a la actual, la demanda se distribuiría de la siguiente manera:

	Urbano	Turístico	Agrícola	Total
Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	0,932	12,5	2,076	15,508
Retornos (hm <sup>3</sup> /año)	0,133	2,362	0,311	2,806

De lo expuesto se deduce que el consumo actual es de 5,37 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales retornan al acuífero por pérdidas en las redes y retornos de riego 0,918 hm<sup>3</sup>/año.

Las previsiones de futuro indican una demanda de 15,5 hm<sup>3</sup>/año que provocará unos retornos al acuífero de 2,8 hm<sup>3</sup>/año.

## 5. PRODUCCION DE AGUA POR METODOS NO CONVENCIONALES

La escasez, mala calidad y carestía del agua, así como los problemas de contaminación provocados por las aguas residuales en una zona cuya principal actividad es el turismo, han propiciado la factibilidad económica de la desalación de agua del mar o salobre, como fuente de abastecimiento y la necesidad de la depuración de aguas residuales.

La desalación se efectúa al agua del mar o salobre resultando un agua apta para prácticamente cualquier uso.

La depuración de aguas residuales afecta solamente a parte de las procedentes de los núcleos de población con infraestructuras de saneamiento y la depuración que se realiza es secundaria. El agua resultante, dada la ausencia de industria, es apta para algunos usos secundarios entre los que se incluye determinados regadíos.

Se ha efectuado un inventario de las plantas desaladoras y depuradoras (ver Anexo I), existentes en la zona de estudio.

A través de este inventario se ha podido constatar que existen actualmente tres plantas desaladoras de agua de mar, de ellas, dos funcionan por osmosis inversa y la tercera por el sistema de compresión vapor (cuadro 5.1. y figura 5.1.). Su capacidad de producción conjunta asciende a 1,35 hm<sup>3</sup>/año aunque su producción real no sobrepasa los 0,489 hm<sup>3</sup>/año. Esta última cifra representa el volumen total de agua desalinizada que se utiliza actualmente para cubrir parte de la demanda turística correspondiente a Nueva Urbanización de Barranco Balito, Urbanización Puerto Rico y Hotel La Canaria.

De la misma manera se han inventariado 10 estaciones depuradoras de aguas residuales todas ellas incluidas dentro del término municipal de Mogán (cuadro 5.2. y figura 5.1.). El sistema de funcionamiento de todas ellas es por aireación mediante difusores soplantes en fondo, y se encuentran en estado de uso en la actualidad, excepto la de Casas de Veneguera que está en fase de construcción. El agua reciclada por este método supera los 2,37 hm<sup>3</sup>/año de los cuales sólo 1,05 hm<sup>3</sup>/año se utiliza para riego de jardines en algunas urbanizaciones, el resto se vierte directamente al mar.

En resumen, la producción de agua por métodos no convencionales es:

	Capacidad instal. (hm <sup>3</sup> /año)	Producción (hm <sup>3</sup> /año)	Vertido al mar (hm <sup>3</sup> /año)
Potabilización	1,350	0,490	—
Depuración de aguas residuales	4,690	2,373	1,3
<b>TOTAL</b>	<b>6,040</b>	<b>2,863</b>	<b>1,3</b>



**CUADRO 5.1. CARACTERISTICAS DE DESALADORAS Y POTABILIZADORAS DE AGUA DE MAR**

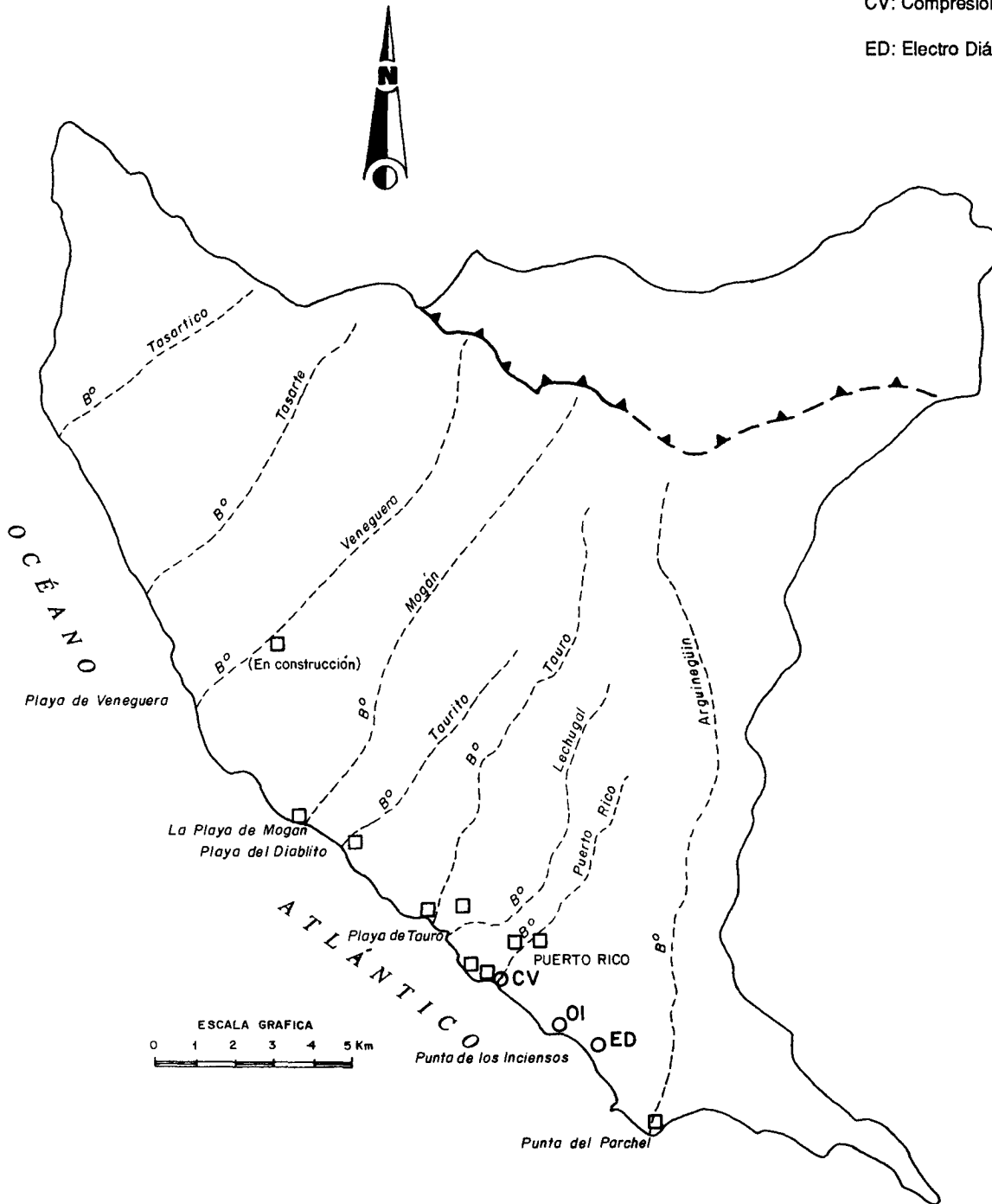
Municipio	Situación	Titular	Sistema	Capacidad de producción		Caudal actual		Utilización
				m <sup>3</sup> /día	hm <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /día	hm <sup>3</sup> /año	
Mogán	Barranco Balito	Cartemar	Ósmosis inversa	200	0,073	180	0,066	Nueva urbanización Barranco Balito (450 habitantes)
Mogán	Puerto Rico	Puerto Rico, S.A.	Compresión vapor	3.400	1,241	1.100	0,401	Urbanización Puerto Rico (20.000 habitantes)
Mogán	Patalavaca	Hotel La Canaria	Ósmosis inversa	100	0,036	60	0,022	Hotel La Canaria (480 plazas + piscina + jardín)
<b>TOTAL</b>				<b>3.700</b>	<b>1,350</b>	<b>1.340</b>	<b>0,489</b>	

CUADRO 5.2. CARACTERISTICAS DE DEPURADORAS DE RESIDUOS LIQUIDOS URBANOS

Municipio	Situación	Sistema	Capacidad de producción		Caudal actual		Estado	Reutilización del agua
			m <sup>3</sup> /día	hm <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /día	hm <sup>3</sup> /año		
Mogán	Puerto Mogán	Aireación difusores soplantes en fondo	300	0,109	150	0,054	En uso	Vertido al mar (Prevista en un futuro su utilización para el riego de los jardines de la urbanización)
Mogán	Casas de Veneguera	Aireación difusores soplantes en fondo	400	0,146	200 (previsto)	0,073	En construcción	Riego de aproximadamente 2,5 Ha
Mogán	Punta del Parchel (Arguineguín)	Aireación difusores soplantes en fondo	--	--	650	0,237	En uso	Vertido al mar
Mogán	Urb. Puerto Rico I	Aireación difusores soplantes en fondo	1.750	0,638	1.750	0,638	En uso	Riego de 16.000 m <sup>2</sup> de jardín
Mogán	Urb. Puerto Rico II	Aireación difusores soplantes en fondo	2.500	0,912	1.250	0,456	En uso	25% para riego de 3,1 Ha de jardín 75% vertido al mar
Mogán	Urb. Puerto Rico III	Aireación difusores soplantes en fondo	2.500	0,912	1.250	0,456	En uso	25% para riego de 8,5 Ha de jardín 75% vertido al mar
Mogán	Urb. Puerto Rico IV	Aireación difusores soplantes en fondo	2.500	0,912	1.250	0,456	En uso	25% para riego de 8,5 Ha de jardín 75% vertido al mar
Mogán	Hotel Taurito	Aireación difusores soplantes en fondo	1.200	0,438	--	--	En uso	--
Mogán	Playa del Cura	Aireación difusores soplantes en fondo	1.600	0,584	--	--	En uso	--
Mogán	Urb. Halsodalem	Aireación difusores soplantes en fondo	100	0,036	--	--	En uso	--
<b>TOTALES</b>			<b>12.850</b>	<b>4,690</b>	<b>6.500</b>	<b>2,373</b>		

# LEYENDA

- DEPURADORA DE AGUA RESIDUAL
- DESALADORA      OI: Osmosis Inversa
- CV: Compresión Vapor
- ED: Electro Diálisis



**FIG. 5.1.- SITUACION DE LAS DEPURADORAS Y DESALADORAS**

## **6. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO E HIDROLÓGICO**

Con el estudio de la climatología e hidrología superficial, cuya metodología y resultados se exponen a continuación, se pretende obtener uno de los parámetros necesarios para la realización del balance: las entradas al acuífero como consecuencia de la precipitación.

La climatología de la zona suroeste presenta algunas particularidades como la concentración de las precipitaciones en temporales intensos y de corta duración, su repartición en el tiempo con un amplio periodo seco de marzo a octubre y la influencia del fuerte relieve de la zona.

En cuanto a la hidrología superficial, se caracteriza por la existencia de numerosos barrancos radiales (del centro de la isla a la costa), que, con un tiempo de concentración corto, drenan rápidamente las intensas precipitaciones puntuales permaneciendo la mayor parte del tiempo secos.

En la cabecera de alguno de ellos se ubican embalses (Cueva de Las Niñas, Chira, etc.) destacando por su capacidad el de Soria.

Desgraciadamente no se dispone de datos de aforos en cauces, ni de datos de regulación de los embalses por lo que ha sido necesario establecer algunas hipótesis de trabajo.

### **METODOLOGÍA**

Para la realización del estudio de climatología e hidrología se han realizado las siguientes fases:

- 1) Recopilación de documentación
- 2) Análisis y depuración de datos
- 3) Elaboración de resultados

#### **1) Recopilación de Documentación.**

Se ha recopilado, además de la correspondiente a estudios previos, la información más reciente sobre el tema existente en la Oficina del Plan Hidrológico de Gran Canaria, servicio Hidráulico de Las Palmas e Instituto Nacional de Meteorología.

Además de ello, se intentó, infructuosamente, obtener la información acerca del Embalse de El Mulato y otros con objeto de efectuar un estudio de la correlación entre precipitaciones y aportaciones dada la ausencia de estaciones de aforo con funcionamiento fiable en la zona.

Se obtuvieron datos básicos referentes fundamentalmente a pluviometría y temperaturas y datos elaborados referentes a precipitaciones, aportaciones y características de las cuencas, habiendo sido de gran utilidad los datos elaborados por la Oficina del Plan Hidrológico de Gran Canaria referentes a pluviometría.

## 2) Análisis y depuración de datos.

Los datos termométricos se redujeron a los obtenidos en las estaciones de Mogán-Playa y Mogán-Inagua, que fueron completados por métodos estadísticos de regresión lineal.

De los datos pluviométricos se desestimaron los de las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología dado que dichas estaciones tenían lagunas considerables en la toma de datos y no se disponía de datos de precipitación diarios, fundamentales para la realización del estudio que se pretendía.

Dado que existía un tratamiento de los datos de las estaciones del Servicio Hidráulico de Las Palmas (la red más completa) efectuado por el P.H.G.C., se procedió a efectuar una nueva corrección, completado y contraste por métodos gráficos de regresión polinómica de las 15 estaciones de base definidas por el P.H.G.C. y situadas en la zona de estudio.

Las estaciones utilizadas son las que figuran en el cuadro 6.1. y fig. 6.1.

**Cuadro 6.1. Estaciones meteorológicas**

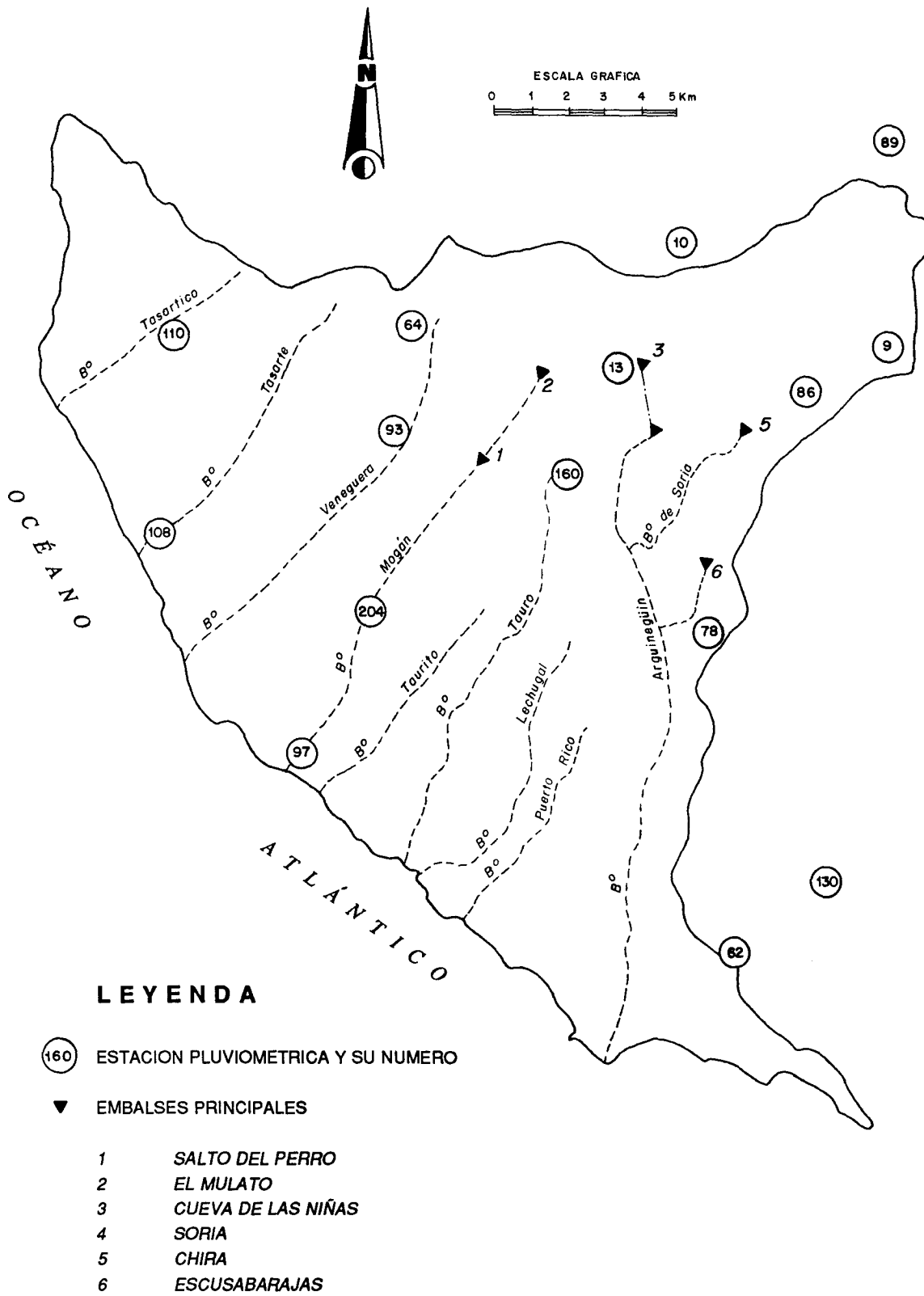
Estación		Coordenada U.T.M.			
Número	Nombre	X	Y	Cota	Red
009	Cuevas del Pinar	441.145	3.089.115	1.215	Thiessen
010	Pajonales - Pinar	435.315	3.091.800	1.195	Thiessen
013	Majada Alta	434.240	3.088.100	900	Thiessen
062	Salobre - Pozo	437.250	3.072.750	170	Thiessen
064	Inagua - Forestal	428.370	3.089.865	960	Thiessen
078	Lomos de Pedro Alfonso	436.910	3.081.540	875	Thiessen
086	Cercados de Araña	438.670	3.087.900	925	Thiessen
089	Culata de Tejado	441.120	3.095.00	1.195	Thiessen
093	Veniguera - Casas	428.150	3.086.750	255	Thiessen
097	Mogán - Playa	424.880	3.076.980	5	Thiessen
108	Tasarte - Playa	421.410	3.083.700	55	Thiessen
110	Tasartico	421.410	3.089.335	265	Thiessen
130	Ayagaures - Data	440.250	3.074.680	326	Thiessen
160	Barranquillo Andrés	433.200	3.085.720	650	Thiessen
204	Mogán - Cercadillo	427.160	3.081.915	150	Thiessen

### **3) Elaboración de Resultados**

El objeto final del estudio ha sido el conocimiento de la lluvia útil anual que, separada en infiltración y escorrentía, nos permita establecer un balance, lo más aproximado posible, de los recursos hídricos de la zona. Para ello se elaboraron las isoyetas medias anuales considerando los datos correspondientes a los 11 últimos años. Para el cálculo de la lluvia útil se consideraron los episodios lluviosos diarios y una capacidad de retención de agua del complejo suelo-plantas, constante para toda la zona de estudio, de 10 mm.

La ETP, fundamental para el cálculo de la lluvia útil, se ha calculado por el método de Thornthwaite y con una hipótesis de variación lineal de la misma en función de la cota.

La infiltración se ha calculado para la hipótesis de 20% de lluvia útil total anual, elaborándose un plano de isolíneas de infiltración.



**FIG. 6.1.- SITUACION DE LAS ESTACIONES CONSIDERADAS**

## **6.1. Climatología**

### **6.1.1. Pluviometría**

Aunque las series pluviométricas del Instituto Meteorológico Nacional (datos mensuales) consultadas, corresponden a un período mas amplio de recogida de datos, existen lagunas muy importantes en la toma de éstos; no obstante se procedió a un tanteo para completar las series siendo los valores de correlación inferiores a los mínimos (0,6). Se optó, en consecuencia, por no tomar en consideración dichos datos para este trabajo.

Los datos de partida corresponden a las precipitaciones diarias del período 1952-1990 de las 15 estaciones seleccionadas por el P.H.G.C. dentro de la zona de estudio y consideradas como básicas de las aproximadamente 50 existentes en la zona y sus alrededores.

Teniendo en cuenta que los datos de temperaturas son muy escasos y que los cálculos para obtener la evapotranspiración potencial se realizan en el período 1980-1990 se establece dicho período como representativo y se refieren a él los cálculos de precipitación.

Las series base, contrastadas por el P.H.G.C., se corrigieron y completaron estadísticamente, a nivel diario, por métodos gráficos utilizando regresión ortogonal por curvas polinómicas. Las series corregidas y completadas por dicho método se recogen en el ANEXO III (tabla 1 a 15).

A partir del análisis de los datos de pluviometría se pueden observar las siguientes particularidades sobre el régimen de precipitaciones:

- Las precipitaciones se producen fundamentalmente (más del 90%) entre los meses de octubre y marzo, siendo el mes más lluvioso noviembre.
- Los meses de mayo, junio, julio y agosto son totalmente secos.
- La precipitación está fuertemente afectada por la topografía. Si agrupamos las estaciones en función de su cota, se puede observar que las situadas por debajo de la cota 200 tienen una precipitación media anual de unos 75 mm, las situadas entre las cotas 200 y 900 presenta una precipitación media de 220 mm. (tres veces más) y las situadas por encima de la cota 900 tienen una precipitación media de 420 (casi seis veces más que en la zona costera).
- En el período de once años considerado en las distintas estaciones se observa la existencia de años particularmente secos como 1981 y 1986 en los que la precipitación



fue hasta un 60% menor que la media de los once años. Como año especialmente húmedo destaca 1989 con una precipitación 50% superior a la media de los once años considerados.

- Los valores extremos en la serie considerada se produjeron el año 1986 en la estación 130 (19,5 mm) y el año 1989 en la estación 009 (943,6 mm), siendo el mes más lluvioso, noviembre de 1988 (440,6 mm) en la estación 10.

A partir de los valores medios para once años en los distintas estaciones se han dibujado los planos de Isoyetas (Planos 3-1, 3-2, 3-3).

La precipitación media en la zona, obtenida a partir de la media de las estaciones, es de 251 mm, sin embargo con objeto de obtener un valor más real, se han planimetrado las superficies delimitadas por las isolíneas atribuyendo, a la franja así definida, la precipitación media de las isolíneas consideradas. Se obtiene así una precipitación total en la zona de 62,81 hm<sup>3</sup>/año.

### 6.1.2. Temperaturas

Los datos de temperatura que se utilizan en el presente trabajo, pertenecientes a las estaciones de Mogán y Mogán-Inagua, se completaron por métodos estadísticos de regresión ortogonal lineal. Dichos datos, completados para las dos estaciones base se encuentra en el anejo nº III (tabla 16). Se hace notar la pobreza de datos termométricos de que se dispone, lo que limita los resultados obtenidos a partir de los mismos.

Las temperaturas medias, obtenidas para el periodo que se dispone en las dos estaciones base del estudio son las siguientes:

Estación	Mes	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Media anual
Mogán (cota 10) datos 1989/1990		27	25	23	20	23	24	23	23	24	26	29	27	24,5
Mogán-Inagua (cota 950) datos medios del periodo (1961/62 - 1972/73)		20,4	16,8	13,6	14,1	14,7	15,6	15,8	19,3	21,8	28,9	28,7	24,0	19,5

El análisis de estos datos parciales nos permiten obtener las siguientes conclusiones:

- Las temperaturas son lógicamente menores en las estación de cota 950 m pero además, a dicha cota, las variaciones mensuales respecto a la media llegan a ser del 30% mientras en la zona costera (Mogán, cota 10) dichas variaciones no llegan al 10%.
- Si consideramos la temperatura media en la estación de cota 950 m se puede distinguir un época más fresca de noviembre a mayo con una media de 15,7º y una época templada de junio a octubre con una media de 24,7º.

Por otra parte, los datos estadísticos de la muestra considerada en Mogán-Inagua (varianza, desviación típica..) indican pequeñas desviaciones en los datos interanuales, lo que confirma el hecho, ya conocido, de la poca variación térmica en las temperaturas medias en Gran Canaria. Estos nos permite tomar como significativos los pocos datos de que disponemos como base de partida para los cálculos siguientes, sin arrastrar errores muy importantes en el orden de magnitud de los mismos.

### **6.1.3. Régimen de vientos**

Aunque los vientos dominantes en el archipiélago soplan del N-NE, las particulares condiciones de la zona de estudio, con importante relieves en la parte norte, dificultan esta circulación general.

Aunque no se tienen datos concretos, si tomamos como referencia la distribución de las isoyetas se podría afirmar que los vientos húmedos que originan las precipitaciones proceden del SSO.

#### 6.1.4. Evaporación y Evapotranspiración potenciales

No han podido obtenerse datos en cuanto a evaporación, al no disponer el Instituto Meteorológico Nacional de estaciones completas en la zona de estudio. Los datos obtenidos de Evapotranspiración potencial, necesarios para el estudio hidrológico, son el resultado de la aplicación de la fórmula de Thornthwaite. Dichos resultados para las dos estaciones citadas (Mogán, a la cota + 10 y Mogán-Inagua, a la cota + 950) vienen reflejados en el anejo nº III (tabla nº 17 y 18). Como dato significativo de la importancia de la cota en el cálculo de la evapotranspiración indicamos aquí los valores de ETP anual de la estación de Mogán (cota 10) y los valores de la ETP media anual del período considerado en la estación de Mogán-Inagua (cota 950).

Tabla de comparación de ETP a distinta cota (S/Thornthwaite)

Estación	ETP anual
Mogán (cota 10)	1352,3 (1989)
Mogán-Inagua (cota 950)	965,7 (media)

Vemos que los valores en la costa son del orden de un 50% superiores a los obtenidos en la zona alta (cota 950), para una distancia entre estaciones de menos de 12 km.

Además, como las características climatológicas de Gran Canaria son tales que la pluviometría se produce en aguaceros torrenciales de corta duración (3 días como máximo), concentrados en pocas horas, y espaciados temporalmente, no tiene sentido el cálculo de la evapotranspiración por medio de balances mensuales, siendo necesario el estudio de los balances diarios. Para ello se hace preciso tener unos datos de evapotranspiración diarios y representativos de las características climáticas y topográficas de la zona de estudio. Se ha partido por tanto de las siguientes premisas:

- Dado que la variación de la temperatura media a lo largo de un mes (y a lo largo del año) es pequeña podemos considerar la ETP diaria como sigue:

$$ETP \text{ diaria} = \frac{ETP \text{ media mensual}}{n^{\circ} \text{ días del mes}}$$

- El valor de la ETP media mensual, para cada una de las 15 estaciones, la obtenemos de la hipótesis de variación lineal de la ETP media mensual en función de la cota a la que se encuentra la estación. Interpolaremos por tanto los valores de la ETP para cada estación entre los valores obtenidos para la cota 10 y la cota 950.

Los resultados de ETP media mensual para cada una de las 15 estaciones, indicando la cota de la misma, se encuentran en la tabla nº 19 del anejo nº III.

- Durante el fenómeno tormentoso que produce la lluvia tiene lugar un ligero descenso de las temperaturas, al tiempo que se produce una disminución de la insolación. Para cuantificar este fenómeno no consideraremos valores de la ETP diaria superiores a 3 mm. Los valores de la ETP diaria considerados para el cálculo de balance hídrico se encuentran en la tabla nº 20 del anejo nº III.

Por otra parte, y dada la separación temporal entre períodos tormentosos, teniendo en cuenta las características geológicas generales de la zona, hemos supuesto que entre período tormentoso y período tormentoso el suelo se encuentra totalmente seco, con capacidad de retención de humedad suelo-plantas máxima, salvo el caso en que entre dichas tormentas la diferencia temporal sea menor que tres días, estableciendo balances independientes en el primer caso y conjuntos para todo el período en el segundo.

Para el cálculo de la humedad retenida por el complejo suelo-plantas se ha partido del estudio de las características del suelo y del tipo de vegetación. Un valor comunmente aceptado en zonas de regadío, con temperatura media mediterránea y suelo apto para dichos cultivos, oscila entre valores de 30 a 50 mm. Las características edáficas de la zona de estudio y el tipo de vegetación existente indican que los valores citados son de un orden de magnitud muy superior a los que debemos adoptar. La comprobación de la facilidad con que se produce escorrentía, para cada período tormentoso observado, nos induce a considerar valores sensiblemente inferiores. Hemos adoptado un valor medio de 10 mm.

## **6.2. Hidrología**

Para el estudio hidrológico los únicos datos disponibles han sido los datos pluviométricos citados anteriormente ya que no existen estaciones de aforo ni datos de caudales de regulación de los embalses existentes en la zona.

Existen en cambio un estudio actualizado de "Cálculo de avenidas en el sur de Gran Canaria", en el que se analizan los caudales de las avenidas de los siguientes barrancos del suroeste de Gran Canaria:

- Barranco de Argineguín.
- Barranco de Mogán.

Dicho estudio, realizado por el Plan Hidrológico de Gran Canaria actualiza un estudio anterior en base a los datos pluviométricos actualmente existentes. Consideramos que la metodología aplicada y los resultados obtenidos no pueden mejorarse sin tener datos de aforos y que sus conclusiones son de especial interés.

En el anejo II se incluye un resumen de dicho estudio, con los datos más significativos del mismo.

En dicho estudio y a partir de datos físicos de la cuencas estudiadas y aplicando, a través del método de los isocronas, la fórmula racional se obtienen caudales máximos para los distintos periodos de retorno y resultados de capacidad de arrastre de sólidos.

Los resultados, si bien no son de aplicación directa en el presente estudio climatológico, son de interés para conocer el orden de magnitud de las variables estudiadas y la capacidad de regulación de los embalses de la cuenca, así como sus posibilidades de aterramiento.

El estudio hidrológico, que hemos realizado, pretende, tras el análisis de las series de precipitación disponible, cuantificar el volumen de lluvia útil disponible:

$$LLu = P - ETR$$

donde:

LLu = Lluvia útil

P = Precipitación

ETR = Evapotranspiración real

La lluvia útil (LLu) será por otra parte:

$$LLu = E + I$$

donde

E = Escorrentía

I = Infiltración

la distribución de la lluvia útil entre escorrentía e infiltración dependerá de las características topográficas, climáticas, geomorfológicas, edáficas, etc y de la vegetación existente en la zona. El valor teórico obtenido de escorrentía e infiltración debería ser contrastado con datos de aforos para comprobar la validez de los resultados. Al no disponerse de datos de aforos hemos supuesto la siguiente hipótesis:

- La infiltración es del orden de un 20% de la lluvia útil y la escorrentía es un 80% de dicha lluvia útil.

Para el cálculo de la lluvia útil media se ha tenido en cuenta el período de 11 años (años hidrológicos 1979/80 a 1989/90), seleccionado para el estudio climatológico. Los resultados en cada una de las 15 estaciones de los valores de lluvia útil total del período, media mensual y anual, escorrentía e infiltración para la hipótesis citada se encuentran en el anejo nº III (tablas nº 21 a 35).

Observamos así que existe una diferencia sensible entre los datos de las precipitaciones medias anuales y los valores de la lluvia útil media anual. Comparando dichos valores en dos casos extremos (estación 009 y estación 097) tenemos los resultados siguientes.

Estación	Cota	Precipitación media anual (mm) (media de todos los años)	Lluvia útil (mm) (media del período)
009	1215	479	347,5
097	5	73,4	18,3

La diferencia de valores entre precipitación y lluvia útil es, como se ve, muy significativa.

Estos valores reflejan, pese a todo, la realidad del fenómeno climatológico de las islas ya que si hubiéramos calculado el balance por períodos mensuales, los resultados serían muy inferiores en el primero de los casos y nulos en el segundo. Vemos además que la influencia de la altitud en el cálculo de la lluvia útil se incrementa con respecto al cálculo de la precipitación anual; mientras que los valores de precipitación entre las dos estaciones de comparación están en relación 6:1, los valores de lluvia útil se encuentran en relación 19:1

Conocidos los datos de lluvia útil en la red de estaciones pluviométricas ya citada es preciso extrapolar los datos a toda la zona de estudio. No nos parece indicado utilizar la típica poligonización de Thiessen por que consideramos que no tiene suficientemente en cuenta la variación de las características topográficas generales y la sensible variación de los fenómenos lluviosos con la diferencia de cota. Este fenómeno, que es general en diferentes cuencas hidrográficas, es de especial importancia en el caso que nos ocupa, como puede observarse en la comparación de resultados de lluvia útil anteriormente citados y en la forma del trazado de las isoyetas, con un fuerte gradiente de la lluvia respecto a la variación de la cota.

Se han dibujado en los planos de isoyetas (3.1., 3.2. y 3.3.) las isolíneas de infiltración para la hipótesis considerada. Las isolíneas de la lluvia útil serán iguales pero multiplicadas por un factor 1/0,2 (=5). Se obtienen así unas bandas de lluvia útil que ocasionalmente engloban varias estaciones.

Atribuyendo un valor constante a cada banda de influencia de las estaciones obtenemos los siguientes valores (Cuadro 6.2.):

Cuadro 6.2. Cálculos de lluvia útil e infiltración

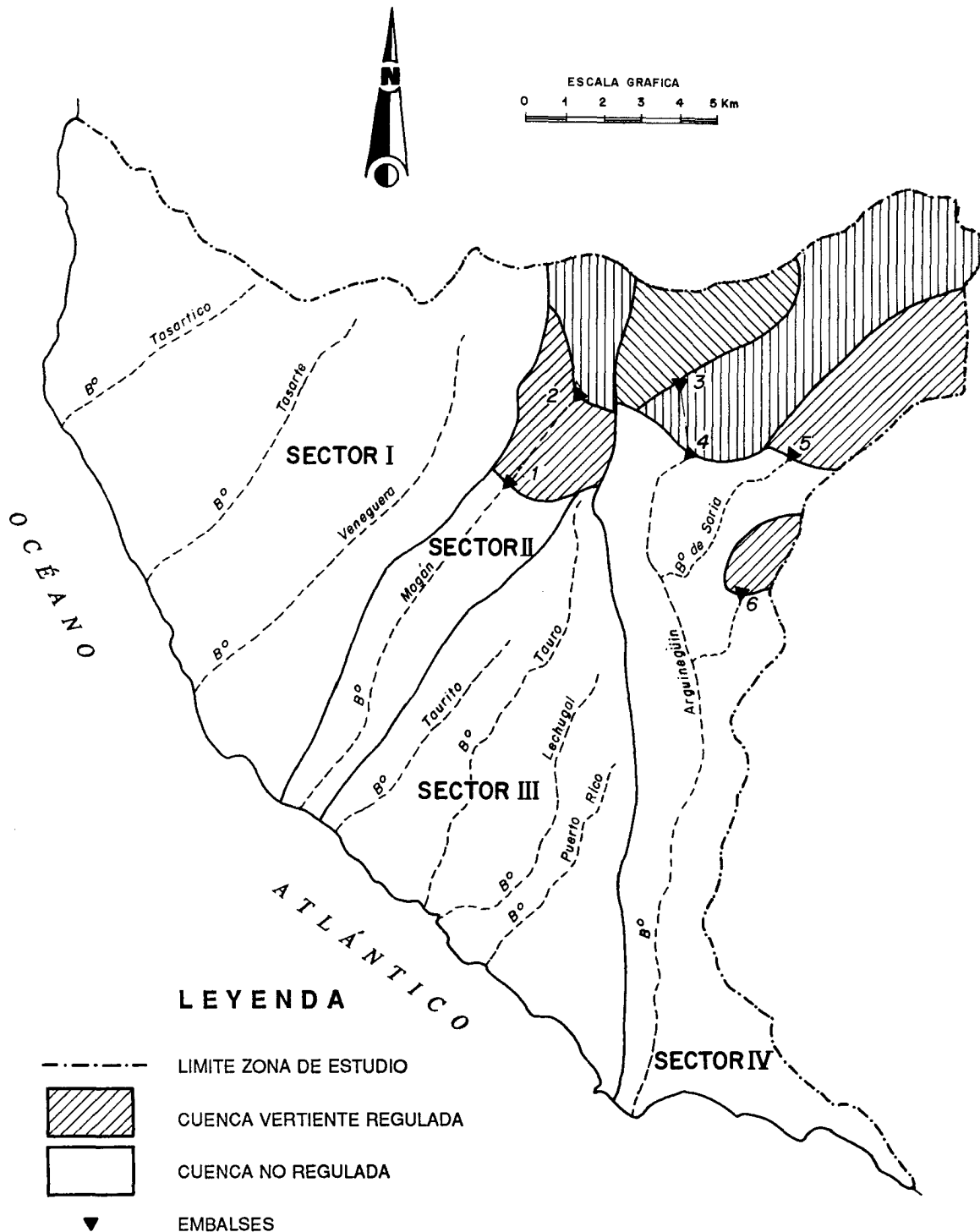
Zona de influencia de las estaciones	Superficie (km <sup>2</sup> )	Lluvia útil media (mm)	Lluvia útil hm <sup>3</sup> /año	Infiltración (mm)	Infiltración hm <sup>3</sup> /año
009	19,11	347,5	6,64	69,5	1,328
010/089	4,06	316,23	1,28	63,2	0,256
013	11,37	231,4	2,63	46,3	0,526
086	15,17	186,7	2,83	37,3	0,566
064/160	16,44	154,5	2,66	32,4	0,532
093/078	53,47	92,1	4,92	18,4	0,984
110	40,12	61,5	2,46	12,3	0,492
204	63,50	40	2,54	8,0	0,508
108/062/130	66,77	32,9	2,19	6,5	0,438
097	12,55	21	0,26	4,2	0,052
TOTAL	302,56		28,41		5,682
MEDIA		149,1		29,81	

Vemos que, para la hipótesis considerada, y con una lluvia útil total de 29 hm<sup>3</sup> se obtiene una infiltración de aproximadamente 6 hm<sup>3</sup> que representa un 10% de la Precipitación media.

Finalmente es necesario mencionar que la regulación solo se produce en la cabecera de los barrancos principales (cuyos datos de regulación no se disponen), quedando la mayor parte de la escorrentía no regulada.

Dicha escorrentía se infiltrará en parte a través de los cuaternario de fondo de barranco. Teniendo en cuenta períodos de concentración cortos y régimen de lluvias de temporales de escasa duración, estimamos que dicha infiltración en los cuaternarios debe ser del orden del 5% de la escorrentía.

Para calcular la escorrentía no regulada se ha dividido la zona en sectores como se expresa en la fig. 6.2. Dichos sectores son:



**FIG. 6.2.- EMBALSES, CUENCAS VERTIENTE Y DIVISION EN SECTORES**



- El sector I abarca los barrancos de Tasártico, Tasarte y Veneguera y no tienen obras de regulación.
- El sector II corresponde al barranco de Mogán y está regulado en cabecera por los embalses de El Mulato y Salto del Perro.
- El sector III corresponde a los barrancos del Taurito, Tauro, Lechugal y Puerto Rico y tampoco tienen regulación.
- El sector IV, está regulado en cabecera por los embalses de Cueva de los Niños, Soria y Cluva y una pequeña subcuenca por Escusabarajas. Corresponde al barranco de Arguineguín.

El cálculo de la escorrentía no regulada se ha realizado a partir de los plano de infiltración (3-1, 3-2 y 3-3) teniendo en cuenta que en la hipótesis considerada la infiltración es el 20% y la escorrentía el 80% de la lluvia útil.

Los sectores I y III se han considerado enteros y los sectores II y IV solamente la parte no regulada. Planimetrando dichas superficies y asignando las escorrentías correspondientes a las bandas definidas se obtienen los resultados que se expresan en el cuadro 6.3.

**Cuadro 6.3. Cálculo de escorrentía no regulada**

Sector	Superficie (km <sup>2</sup> )	Escorrentía hm <sup>3</sup> /año
I	100,14	4,89
II	23,74	0,92
III	49,31	1,50
IV	69,81	4,00
TOTAL	243,0	11,31

En consecuencia la infiltración a través del cuaternario de la escorrentía no regulada estimada en un 5% representa 0,56 hm<sup>3</sup>/año.

En conclusión, teniendo en cuenta las consideraciones desarrolladas en el presente capítulo, la precipitación media en la zona es de 251 mm; con las correcciones correspondientes a la influencia topográfica la precipitación supone 62,8 hm<sup>3</sup>/año.

Considerando el régimen de precipitaciones y la evapotranspiración se obtiene una lluvia útil de 28,41 hm<sup>3</sup>/año que, según la hipótesis adoptada, se distribuye en 5,68 hm<sup>3</sup>/año de infiltración y 22,73 hm<sup>3</sup>/año de escorrentía.

La escorrentía no regulada de 11,306 hm<sup>3</sup>/año posibilita una infiltración adicional por los cuaternarios de 0,565 hm<sup>3</sup>/año, lo que dará un total de infiltración de 6,247 hm<sup>3</sup>/año.

Expresándolo en porcentajes, sobre el total de la precipitación, el 47,46% es la lluvia útil, el 9,04% es la infiltración y el 36,18% la escorrentía.

## **7. HIDROGEOLOGIA**

El análisis hidrogeológico del suroeste de la isla de Gran Canaria se ha realizado utilizando el apoyo de otros análisis parciales que han permitido un mejor conocimiento de los acuíferos, de su disposición espacial, de las líneas generales de funcionamiento y de los parámetros hidráulicos que lo rigen.

Se han unificado los inventarios correspondientes al ITGE, Plan Hidrológico, SPA-15 y MAC-21 creando un inventario único que ha quedado cargado en la Base de Aguas de Canarias. A partir de dicho inventario se ha efectuado un análisis de los datos más significativos.

Se han realizado seis cortes hidrogeológicos, cuatro radiales y dos perimetrales, utilizando la información proporcionada por los inventarios y las columnas levantadas en algunos de los pozos, con objeto de definir los materiales atravesados y situar los niveles actuales de explotación.

Se ha comprobado así que la unidad hidrogeológica principal es la constituida por los materiales de la Formación Basaltos Antiguos, aunque ocasionalmente actúen como acuíferos los materiales detríticos que ocupan los fondos de los barrancos y las lavas riolítico-traquíticas con tobas intercaladas de la Formación Sálca.

Del análisis de la piezometría se ha deducido una dirección general de flujo radial, de cumbres a costa, la influencia del borde de la caldera en el esquema regional de flujo y las distorsiones que sobre este sistema ejercen las concentraciones de explotación en los barrancos principales y en la zona costera.

Para la obtención de los parámetros hidráulicos se han realizado dos ensayos de bombeo planificados de manera que los puntos de bombeo no se hubieran bombeado en los últimos días, que existiera en las proximidades un sondeo o pozo utilizable como piezómetro, que se dispusiera de elementos fiables de estimación del caudal aforado y que tanto el sondeo como el piezómetro no tuvieran obras horizontales que dificultasen la posterior interpretación.

A pesar de estas precauciones los ensayos realizados, por diversas circunstancias que analizaremos posteriormente, no han aportado datos lo suficientemente buenos como para interpretarlos con garantías de fiabilidad. No obstante, seleccionando los mejores datos e interpretando por distintos métodos, aún en condiciones poco favorables de validez, se han obtenido algunos valores orientativos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.

## 7.1. Análisis de los datos de Inventario

Una vez unificados los distintos inventarios de puntos de agua se puede tener una visión general de la información disponible en la zona de estudio. Los puntos principales son los siguientes:

- Existen en la zona 172 puntos de agua que se distribuyen de la siguiente manera:

Manantiales .....	5
Galerías .....	10
Sondeos .....	20
Pozos .....	137
	172
TOTAL	172

Se han considerado como sondeos los pozos con sondeo y como pozos, los que tienen taladros, galerías y otras obras.

- De los puntos de agua considerados están en uso 86 que se distribuyen de la siguiente manera

Pozos .....	76
Sondeos .....	9
Galerías .....	1
	86
TOTAL	86

- Las profundidades en los pozos y sondeos alcanzan los valores siguientes:

	POZOS	SONDEOS
Profundidad máxima	300 m	500 m
Profundidad mínima	5 m	57 m
Profundidad media	69,05 m	167,38 m
Profundidad mediana	57 m	145 m

- Teniendo en cuenta la cota del inicio de la obra y su profundidad se ha puesto de manifiesto que la cota media del fondo de las obras es 118 m. De los 140 puntos controlados 36 tienen la cota de fondo por debajo del nivel del mar, algunos hasta 145 m (4143-8-0015) y varios a más de 40 m (4143-8-0020, 4143-8-0008, 4143-8-0021, 4143-5-0009, 4243-5-0010, 4143-8-0006, 4143-4-0007, 4243-5-007 y 4243-5-0017).

- En cuanto a los caudales, existen dos fuentes de información: los reflejados en el bloque de explotación a partir de los cuales se obtienen la producción anual de la captación y los anotados en el bloque de Nivel/Caudal que corresponden con el Activo de Piezometría.

Respecto a los segundos, la suma de los caudales instantáneos de explotación asciende a 4.045 m<sup>3</sup>/h equivalentes a 1.123,6 l/s (35,43 hm<sup>3</sup>/año).

Respecto a los primeros la suma de caudales anotados es de 929,5 l/s (29,31 hm<sup>3</sup>/año), el valor máximo 36 l/s, el mínimo 1 l/s y el caudal medio 13,66 l/s.

- La producción anual en la zona, obtenida a partir del caudal instantáneo y del tiempo de utilización expresado por el propietario, asciende a 9.035 dam<sup>3</sup>/año (9 hm<sup>3</sup>/año).

Entendemos que este dato está sujeto a errores como consecuencia de que el caudal de explotación no es siempre el mismo y de que los períodos de utilización de la captación están sobredimensionados.

El error se pone claramente de manifiesto al comparar la producción anual con el consumo real obtenido al analizar la demanda.

Dicho consumo real no supera los 6 hm<sup>3</sup>/año aún teniendo en cuenta las pérdidas en la distribución por lo que no parece lógico que la producción total sea de 9 hm<sup>3</sup>/año.

- De los puntos inventariados tienen análisis químico 105. Dado que en algunos puntos se han realizado diversos análisis se dispone de un total de 239 muestras de agua analizadas.

- Respecto a la utilización del agua subterránea en la zona, a partir del inventario se deduce, que esta se produce de la siguiente manera:

Para agricultura: 65 puntos

Para Abastecimiento y agricultura: 13 puntos

Para Abastecimiento a núcleos urbanos: 1 punto

Para Abastecimiento que no sea a núcleo urbano: 6 puntos

Para Abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad: 2 puntos

En resumen el perfil tipo de un punto de agua, en la zona suroeste, es el de un pozo con o sin obras complementarias, de 70 m de longitud que con una probabilidad del 25% tiene su cota de fondo por debajo del nivel del mar. Este pozo tendrá un caudal medio de 14 l/s y está en funcionamiento tres meses al año, se utiliza para agricultura y tiene análisis químico del agua.

## **7.2. Cortes hidrogeológicos**

Como ya hemos indicado, se han realizado cuatro cortes radiales y dos perimetrales de carácter hidrogeológico, que tienen como objetivo dar una visión espacial en determinadas direcciones, de la disposición de las formaciones, comportamiento hidrogeológico de la zona y situación relativa de los puntos de agua respecto al corte.

La situación de los cortes se seleccionó haciéndolos coincidir con las zonas de mayor concentración de puntos acuíferos (Fig. 7.1.).

Con esta disposición de los cortes se puede tener una visión bastante completa de las unidades hidrogeológicas, tanto en superficie como en profundidad, así como de su evolución espacial, salvo en el dominio intracaldera donde no existen datos.

Se ha utilizado la información almacenada en la BAC del ITGE y para su representación gráfica se emplea la siguiente metodología:

Se ha decidido representar los cortes hidrogeológicos en dos perfiles relacionados cuya leyenda general aparece en la fig. 7.2.

En la parte superior se indica el número y nombre de la Hoja a escala 1:50.000 y el octante atravesados, así como el nombre y número de la hoja topográfica a escala 1:25.000 del S.G.E.

El primer perfil, situado en la parte superior, es un corte hidrogeológico a escala 1:25.000 tanto en la horizontal como en la vertical, en el que se representan las formaciones hidrogeológicas diferenciadas, los puntos de agua utilizados en el corte, situados en la cota absoluta respecto al nivel del mar del emboquillado si es un punto de agua con obra, o el punto de surgencia si es un manantial, así como su número de orden ITGE dentro de la hoja a la que pertenece el punto.

Se ha dibujado (en azul) un nivel piezométrico general que, dada la escala y las variaciones puntuales, es meramente orientativo aunque ajustado en lo posible a la piezometría del 90.

El segundo perfil, situado en la parte inferior, incluye para cada punto el número de orden de la hoja a la que pertenece, la cota absoluta de emboquillado o el punto de surgencia si es un manantial. Las columnas hidrogeológicas representadas incluyen los siguientes datos:

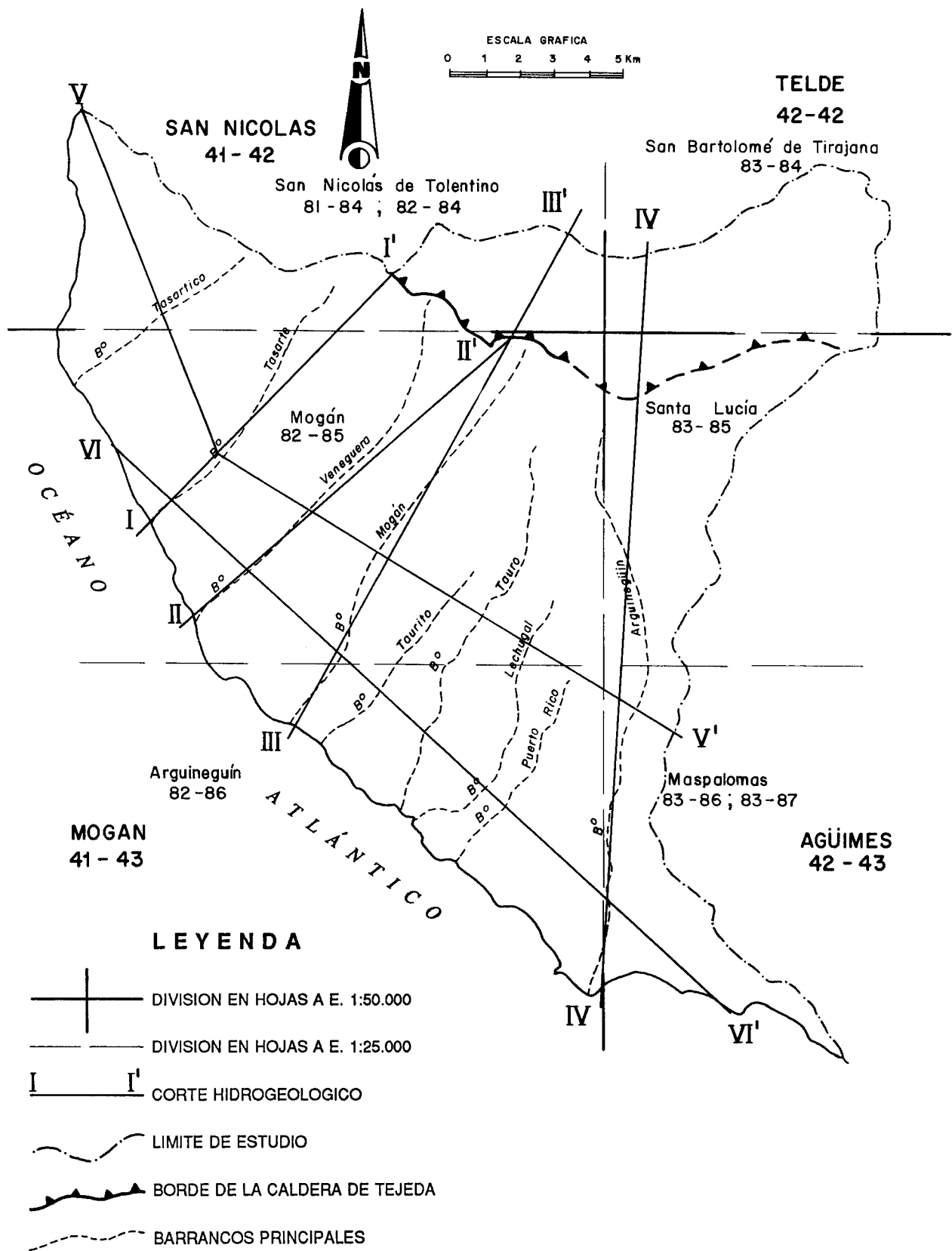
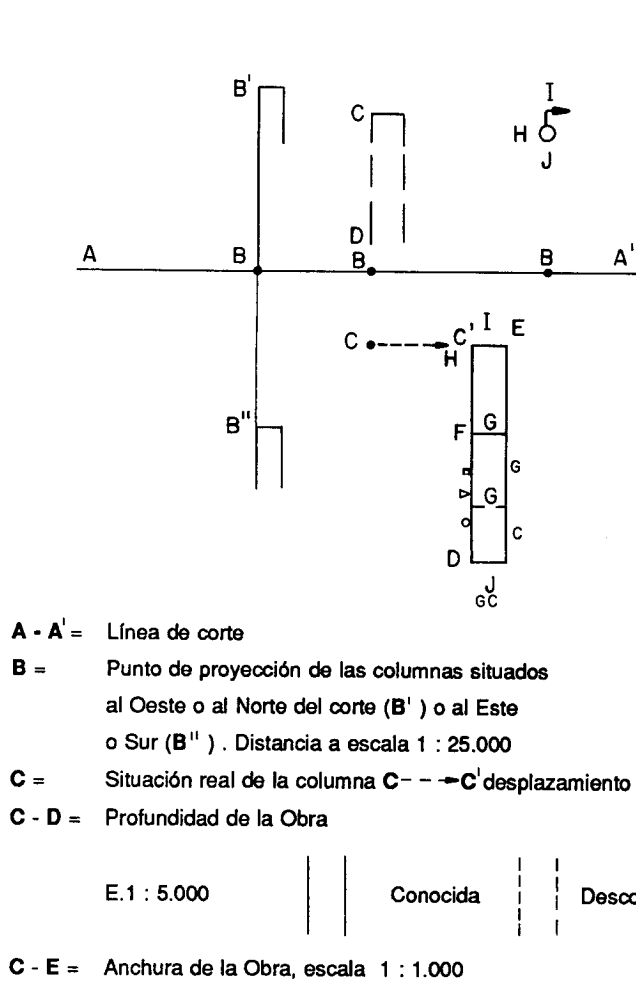


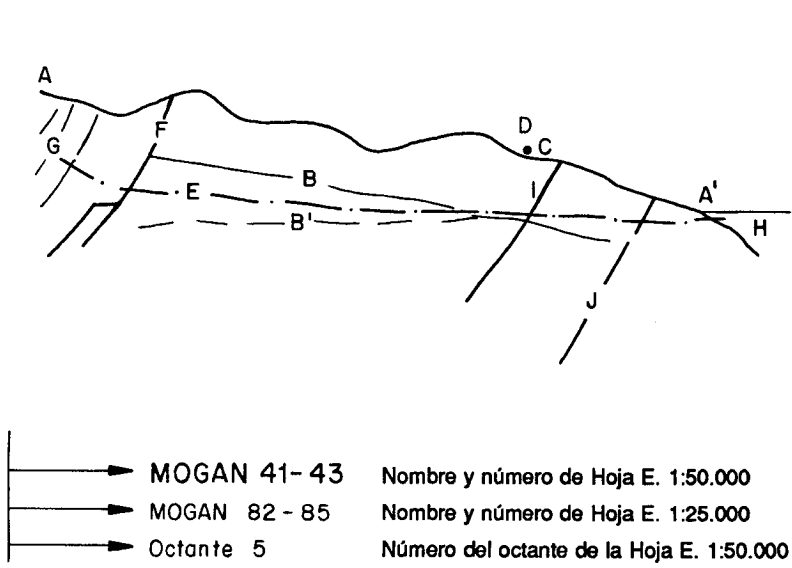
FIG. 7.1.- SITUACION DE LOS CORTES

## LEYENDA DE LAS COLUMNAS



- F =** Cota del agua. E. 1 : 5.000
  - Años 70
  - ▷ Años 80
  - Años 90
- G =** Contacto entre unidades geológicas
  - || Conocido
  - ||| supuesto
- H =** Cota del punto acuífero
- I =** Número I.T.G.E.
- J =** Símbolos de los puntos acuíferos
- G =** Galería a profundidad conocida
- C =** Cata a profundidad conocida
- GC =** Galería o cata a profundidad desconocida
- ⊙ Sondeo
- ⊗ Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro
- Manantial
- Pozo
- Galería
- ⊕ Pozo con galería o taladro horizontal
- ⊗ Pozo con sondeo
- ⊕ Pozo con galería y sondeo

## LEYENDA DE LOS CORTES HIDROGEOLOGICOS



- A - A =** Perfil topográfico
- B =** Contactos geológicos
- B =** Contactos geológicos supuestos
- C =** Punto de proyección de los puntos de agua sobre el plano de corte a su cota
- D =** Indicativo del punto acuífero
- E =** Piezometría ( nivel regional estimado en base a la última medida en los pozos )
- F =** Borde de la caldera de Tejada
- G =** Zona del " Cone Sheet "
- H =** Mar
- I =** Falla
- J =** Falla Supuesta

**FIGURA 7-2**



### **Constructivos**

La profundidad de la obra está representada a escala 1:5.000, el diámetro de la obra tiene escala 1:1.000, (en los sondeos se representan de 1 mm, cualquiera que sea su diámetro).

Debajo de la columna se coloca el símbolo de naturaleza del punto según la siguiente simbología:

### **Piezométricos**

En la margen izquierda se representa el nivel del agua con la simbología siguiente:

- Nivel del agua en los años 90
- ▷ Nivel del agua en los años 80
- Nivel del agua en los años 70

Se podrá así establecer visualmente de una manera rápida y cómoda el estado evolutivo de los niveles piezométricos o del nivel de explotación.

### **Obras complementarias**

En la margen izquierda se incluye la posición de las obras complementarias.

G : Galería

C : Cata

Cuando no se conoce la posición exacta, la simbología se sitúa en la parte inferior.

### **Posición relativa de los puntos acuíferos respecto al corte**

Los puntos acuíferos situados al oeste de los cortes radiales se desplazan hacia arriba de la línea de corte, los situados al este, se desplazan hacia abajo; en los cortes perimetrales, los puntos acuíferos situados al norte se desplazan hacia arriba y los situados al sur hacia abajo todos ellos según escala 1:25.000.

Por problemas de representación algunos puntos se han tenido que desplazar horizontalmente (ver leyenda general).

### **Geológicos**

Las formaciones atravesadas se indican con los colores correspondientes según la siguiente leyenda geológica (Fig. 7.3.).

## LEYENDA GEOLOGICA

EDAD	Nº CART.	Fm.	LITOLOGIAS	PERMEABILIDAD
HOLOC.	17	Reciente	17 Depósitos de barranco, eólicos y playas	Alta por porosidad intergranular
	16		16 Depósitos de ladera, deslizamientos y suelos	Media-alta por porosidad intergranular
PLIOCENO	15	F.D.P.	15 Conglomerados y arenas	Media-alta por porosidad intergranular
	14		14 Pitones y coladas fonolíticas R. N.	Impermeable
	13	Roque - Nublo	13 Brecha Volcánica R.N. en facies deslizadas y facies central	Baja por cementación
	12		12 Brecha Volcánica R.N.	Baja por cementación
	11		11 Coladas y piroclastos basálticos R.N.	Media por disyunción y lavas escoriáceas
	DOMINIO INTRACALDERA			
MIOCENO MEDIO	10	Sólida	10 Ignimbritas y coladas fonolíticas	Media-baja por disyunción y lavas escoriáceas
	8, 9		8 Tobas, ignimbritas y coladas riolítico-traquíticas con 9 Domos fonolíticos	Baja
DOMINIO EXTRACALDERA				
MIOCENO SUPERIOR	7	F.D.P.	7 Gravas, conglomerados y arenas	Media-alta por porosidad intergranular
	6		6 Lavas e intrusiones fonolíticas	Media en los niveles escoriáceos
	5	Sólida	5 Ignimbritas ( riolítico-traquíticas o fonolíticas), coladas piroclásticas, tobas y coladas peralcalinas	Baja
	4		4 Lavas Riolítico-traquíticas. Tobas intercaladas	Media. Niveles escoriáceos y disyunción columnar
	3		3 Tobas Vitrofidicas riolítico-traquíticas y traquibasálticas	Impermeable
	2		2 Lavas y piroclastos, basálticos y traquibasálticos	Baja. Niveles escoriáceos alterados
	1		1 DIQUES	Baja
MIOCENO MEDIO				

### SIGNOS CONVENCIONALES

	Borde de la Caldera de Tejada.
	Zona de alteración hidrotermal
	Contacto entre Unidades Geológicas
	Falla Normal
	Falla Supuesta
	Borde de la Zona de Estudio

FIGURA 7-3

Dado que en muchos puntos acuíferos falta información, fundamentalmente geológica, se ha interpretado siguiendo criterios geológicos y representado con líneas de trazos los contactos hipotéticos de las formaciones atravesadas. Cuando la longitud de la perforación no se conoce se representa dejando abierto y atrazos la parte final de la columna.

La descripción hidrogeológica que a continuación se realiza de cada uno de los cortes, está basada en la información geológica proporcionada por los Mapas Geológicos de España escala 1:25.000 del ITGE y del Archivo de Puntos de Agua de Gran Canaria, así como por la información facilitada por otros estudios y proyectos, como los trabajos realizados por el Plan Hidrológico de Gran Canaria, el Proyecto de Actualización del Conocimiento Hidrogeológico de la Isla de Gran Canaria y el Estudio para la Utilización de los Recursos Hídricos Subterráneos del Barranco de Tasarte (IRYDA).

La descripción de los cortes, que se incluyen en el Anejo IV, es la siguiente:

***Corte I-I'. Barranco de Tasarte (Anejo IV - Fig. IV.1.)***

Es el corte más occidental de la zona suroeste de Gran Canaria, tiene dirección NE-SO. Comienza en la Playa de Tasarte ascendiendo por las proximidades del Barranco de Tasarte y finaliza en las Montañas de Ojeda.

Atraviesa las hojas topográficas 1:25.000 de Mogán (82-85) y de San Nicolás de Tolentino (81-84).

Geológicamente el corte comienza cortando lavas basálticas, para continuar sobre lavas riolítico-traquíticas-alcálicas y peralcalinas de la Formación Sálica (4) que se sitúan en discordancia erosiva sobre la toba vitrofídica "composite flow" (3) y sobre la formación Basaltos Antiguos (2). El resto del perfil, hasta el borde de la caldera corta la Formación Basaltos Antiguos constituida por coladas pahoehoe y "aa", buzando entre 0° y 10° hacia el SE, formadas por basaltos olivínicos y olivínico-piroxénico-plagioclásicos.

La caldera, cuyo borde queda definido por los niveles de alteración hidrotermal (azulejos), está ocupada por la Formación Sálica (dominio intracaldera) con tobas, ignimbritas y coladas riolítico-traquíticas (8) sobre las que se sitúan niveles de coladas fonolíticas (10). Se ha representado dicho borde como una serie de fallas sin que se pueda afirmar que éste sea realmente el mecanismo de funcionamiento.

También el corte pasa ocasionalmente por depósitos de ladera y por materiales de fondo de barranco.

Se utilizó información de los puntos de agua cargados en la Base de Datos de Canarias (BAC) del ITGE distribuidos de la siguiente manera:

En la Hoja 41-43, diecisiete puntos del octante 3

En la Hoja 41-42, dos puntos del octante 2

Los puntos de agua son pozos, pozos con galerías y sondeos que suelen iniciarse en las proximidades del cauce del Barranco de Tasarte y geológicamente cortan en los primeros metros, depósitos de fondo de barranco formados por gravas y arenas mal seleccionadas y subredondeadas. Posteriormente atraviesan coladas basálticas alteradas de la Formación Basaltos Antiguos (2).

Hidrogeológicamente se explotan, el acuífero regional situado en esta zona en los Basaltos Antiguos, siendo sus tramos escoriáceos los más productivos, y ocasionalmente, en períodos de lluvia, los depósitos de fondo de barranco. Se puede observar en el perfil los conos de bombeo producidos por los pozos 1, 2, 3 y 30 en el tramo bajo del perfil, correspondiendo con una zona de mayor superficie de regadío; en el tramo medio los niveles están altos, posiblemente por influencia de los niveles colgados de los acuíferos detríticos de fondo de barranco y su menor utilización.

La pendiente general de la superficie piezométrica es del 40% y sólo se aprecian variaciones piezométricas entre los años 70-80-90 en el punto 3003.

En el tramo superior, aunque no hay puntos de agua, en la zona considerada, se supone que los azulejos actúan como nivel impermeable determinando un mayor nivel piezométrico intracaldera.

#### ***Corte II-II'. Barranco de Veneguera (Anejo IV - Fig. IV.1.)***

Está situado al este del corte I-I' y atraviesa la Hoja topográfica de Mogán (82-85) con dirección OSO-ENE desde la Playa de Veneguera hasta la Montaña del Reventón siguiendo la trayectoria del Barranco de Veneguera salvo, en el tramo superior, donde éste cambia bruscamente de dirección.

En la parte inicial del corte afloran las lavas riolítico-traquíticas y los traquibasaltos (14) de la Formación Sálica sobre la toba vitrofídica "composite flow" (3) que en esta zona presenta una potencia de 20-30 m y sus características litológicas bien definidas (riolítico-traquítica en la base y traquítica con intercalación de ignimbritas en el techo).

El resto del corte, hasta la caldera, está constituido por lavas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénico-plagioclásicas de la Formación Basaltos Antiguos (2).

En la caldera, los materiales aflorantes pertenecen a la Formación Sálica (dominio intracaldera) y se trata de tobas, ignimbritas y lavas riolítico-traquíticas peralcalinas (8).

También se cortan a lo largo del perfil materiales detríticos recientes correspondientes a los depósitos de ladera, fondo de barranco y depósitos de playa.

Se utiliza información de los puntos de agua cargados en el archivo de la Base de Datos de Canarias, de la Hoja escala 1:50.000 de Mogán (41-43), seis puntos en el octante 3 y catorce en el octante 4.

Los puntos de agua son pozos, pozos con galerías, pozos con sondeos en el fondo y sondeos, están emboquillados en el fondo del valle, y generalmente suelen comenzar en depósitos de barranco para pasar a cortar coladas basálticas más o menos alteradas de la Formación Basaltos Antiguos que suelen ser productivas en los tramos escoriáceos, sufriendo sucesivas reprofundizaciones para alcanzar nuevos niveles acuíferos.

Hidrogeológicamente es de características similares al corte I. La pendiente del nivel piezométrico es del 38% y se notan ascensos de nivel en la zona central, para el período 1980-1990. En el tramo superior los puntos de agua están muy alejados del corte, ya que están situados en el fondo del Barranco de Veneguera. Estos pozos, que son de poca profundidad, aprovechan el agua del acuífero colgado de los depósitos de barranco, aunque explotan también los Basaltos Antiguos. No se aprecian conos de depresión importantes.

#### ***Corte III-III'. Barranco de Mogán (Anejo IV - Fig. IV.2.)***

El corte III-III' discurre por el Barranco de Mogán con dirección SO-NE. Comienza en el Puerto de Mogán, Hoja nº 82-86 a escala 1:25.000 (Arguineguín). Atraviesa la Hoja a escala 1:25.000 de Mogán nº 82-85 y termina en la degollada que forma las Montañas de Solapas de la Carnicera y de Sándara en la zona suroeste del Pinar de Pajonales.

Geológicamente se inicia el corte en depósitos de playa actuales, para pasar a cortar parcialmente la Formación Sálica constituida por ignimbritas (riolítico-traquíticas o fonolíticas), coladas piroclásticas, tobas y coladas peralcalinas (5), bajo éstas, aflorando un kilómetro más arriba, aparecen lavas riolítico-traquíticas (4) de la misma formación que aumentan de potencia hacia el mar.

La toba vitrofídica "composite flow" (3) aflora en la parte media del corte, está parcialmente erosionada y no se aprecian variaciones importantes de potencia en todo el corte.

En la parte central del corte afloran fundamentalmente basaltos antiguos de la Formación Basaltos Antiguos (2) hasta el borde de la Caldera de Tejeda, que se ha dibujado como una sucesión de fallas sin que existan argumentos que ratifiquen esta hipótesis.

El borde de la Caldera pone en contacto materiales de la Formación Basaltos Antiguos (2) con tobas, ignimbritas y coladas riolítico-traquíticas de permeabilidad baja pertenecientes a la Formación Sálca (dominio intracaldera) (8).

Rellenando una antigua superficie de erosión se cortan esporádicamente, en la parte final del corte, ignimbritas y coladas fonolíticas intracaldera (10), bajo las cuales empezaría a manifestarse los diques del "cone sheet", que intruyen en la secuencia de tobas e ignimbritas riolítico-traquíticas, para finalizar cerca de la Montaña de Solapos de la Carnicera.

Ocasionalmente se cortan materiales cuaternarios detríticos constituidos por depósitos (17) del Barranco de Mogán y por depósitos de ladera (16).

Se utilizan en el corte los puntos de agua de la Hoja a escala 1:50.000 de Mogán (41-43), que se distribuyen de la siguiente manera:

- Tres en el octante 7
- Cuatro en el octante 8
- Cuarenta y cuatro en el octante 3

Su situación figura en el plano correspondiente y en los perfiles

Hidrogeológicamente, en el tramo que corta la Caldera de Tejada no se dispone de puntos de agua por lo que sólo se pueden establecer hipótesis sobre el funcionamiento hidrogeológico. La pendiente del nivel piezométrico tiene un valor medio del 38‰ situándose por debajo del nivel del mar en los tres kilómetros más próximos al mismo. La piezometría, que desciende en el período 70-90, presenta una recuperación, más o menos acentuada, a lo largo de todo el perfil en el período 80-90.

En el resto del corte el nivel piezométrico desciende suavemente hasta el mar atravesando las coladas basálticas de la Formación Basaltos Antiguos (2), quedando modificado por los conos de depresión de los pozos 4143-40021, 4143-40024 del Barranco de Mogán y en la zona de las Burrillas.

En el Barranco del Taurito, también se produce un cono de depresión muy importante (con cotas negativas de hasta 50 m) en los pozos 4143-80023, 4143-80008 y 4143-80006. El pozo 4143-80007 está seco.

En la parte final del perfil el nivel piezométrico está bajo el nivel del mar por lo que es de esperar que se esté produciendo intrusión marina.

### ***Corte IV-IV'. Barranco de Arguineguín (Anejo IV - Fig. IV.2.)***

Es el corte más oriental de la zona Suroeste de Gran Canaria. Tiene una dirección casi N-S.

Comienza en las inmediaciones del Morro de Pajonales, pasa por el Morro del Pinalete, en la Hoja 1:25.000 de San Bartolomé de Tirajana (83-84). En la Hoja 1:25.000 de Santa Lucía (83-85) corta el Embalse de Soria pasa por el Llano de Hueza y La Filipina para ponerse subparalelo al Barranco de Arguineguín.

En la Hoja 1:25.000 de Maspalomas (83-86; 83-87) corta por el borde NO, para atravesar la Hoja de Arguineguín (82-86) hasta la Punta del Perchel.

Para la realización del corte se utiliza la información de los puntos de agua situados en las hojas 1:50.000, Agüimes (42-43) y Mogán (41-43), distribuidos de la siguiente manera:

#### **Agüimes 42-43**

- Octante 1. Hoja 1:25.000 Santa Lucía (83-85), nueve pozos y dos pozos con galería o taladro horizontal.
- Octante 5. Hoja 1:25.000 Maspalomas (83-86; 83-87), tres pozos y un pozo con otras obras combinadas.

#### **Mogán 41-43**

- Octante 8. Hoja 1:25.000 Arguineguín (82-86), cuatro pozos y un pozo con galería.

Geológicamente comienza en coladas basálticas (11) de la Formación Roque-Nublo, muy próximo al Morro de Pajonales que es un pitón fonolítico (14) de la Formación Roque-Nublo, que intruye en las tobas e ignimbritas riolítico-traquíticas (8) de la Formación Sálica (dominio intracaldera).

En el Morro del Pinalete se cortan más de 100 m de Brecha Volcánica Roque-Nublo en facies deslizadas (13), bajo ésta aflora una colada fonolítica Roque-Nublo.

Bajo la brecha volcánica Roque-Nublo en facies deslizadas (13) se encuentra el borde de la Caldera de Tejeda que pone en contacto, el Dominio Intracaldera formado por tobas, ignimbritas y lavas riolítico-traquíticas (8) con ignimbritas riolítico-traquíticas (5) del Dominio Extracaldera.

En el Barranco de Arguineguín afloran las lavas basálticas de la Formación Basaltos Antiguos (2), en una zona muy fracturada.

En el extremo SO de la Hoja de Santa Lucia, se cortan de muro a techo, Basaltos Antiguos (2), toba vitrofídica (3), ignimbritas riolítico-traquíticas (5) y brecha volcánica Roque-Nublo en facies deslizadas (13).

En la zona sur del Corte, hojas 1:25.000 de Maspalomas (83-86; 83-87) y Arguineguín (82-86), son caracteres singulares: los cambios en la potencia de la toba vitrofídica (3), la presencia del miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (7) cubierto por Brecha Roque Nublo Deslizada (13) y en el extremo sur facies laháricas y mud-flows equivalentes al miembro superior de la Formación Detrítica Las Palmas (15) en la Punta del Perchel.

Se cortan depósitos de ladera (16) y depósito de barranco (17) fundamentalmente en la parte media y final del corte.

Tectónicamente, al norte del Cercado de Espino, aparecen fallas normales anteriores a los deslizamientos de la Brecha Roque-Nublo, afectando dichas fallas a las Formaciones Basaltos Antiguos (2), toba vitrofídica (3) e ignimbritas riolítico-traquíticas (5).

Hidrogeológicamente, en la zona norte del corte no hay información al no existir puntos acuíferos que se concentran en el cauce del Barranco de Arguineguín, sin embargo se ha prolongado hasta el límite del estudio para dar una interpretación geológica general.

En las proximidades de la localidad de Cercado de Espino se producen conos de depresión muy importantes, los pozos superan los 150 m de profundidad, aunque no alcanzan la cota 0 m. En la zona sur del corte, los niveles se sitúan por debajo de dicha cota pudiendo producirse intrusión marina.

En el primer tercio del corte el gradiente es del orden del 35% siendo en el resto del orden del 20-25%.

Se han detectado descensos del nivel constantes entre los años 70-80 y 80-90 en la zona correspondiente a los intensos bombeos de Cercado de Espino.

#### ***Corte V-V'. Perimetral Norte (Anejo IV - Fig. IV.3.)***

Con objeto de completar la información proporcionada por los cortes radiales se han realizado dos cortes perimetrales, uno más alejado de la costa que es el que comentamos a continuación y otro más próximo (Corte VI-VI'. Perimetral Sur).

El Perimetral Norte se inicia en el borde oeste de la zona y tiene dirección NNO-SSE cortando perpendicularmente los barrancos de Peñón Bermejo, Güigüi Chico y Grande, Tasartico y Tasarte. En éste último cambia de dirección a la ONO-ESE cortando los barrancos de Veneguera, Mogán, Taurito, El Cura, Tauro y Arguineguín. Finaliza en la divisoria de aguas de la margen izquierda de éste último barranco.



Atraviesa las Hojas topográficas a escala 1:25.000 de San Nicolás de Tolentino (81-84; 82-84), Mogán (82-85), Arguineguín (82-86) y Maspalomas (83-86; 83-87).

La información para la realización del corte se obtiene de los puntos de agua siguientes:

**San Nicolás de Tolentino (41-42)**

- Octante 7: seis pozos, dos sondeos y un manantial

**Mogán (41-43)**

- Octante 3: cinco pozos y un sondeo
- Octante 4: ocho pozos y dos pozos con galería o taladro horizontal

Geológicamente se cortan Basaltos Antiguos (2) y otros materiales del Dominio Extracaldera observándose las siguientes particularidades:

En la zona oeste, hasta la margen izquierda del Barranco de Tasarte aflora fundamentalmente la Formación Basaltos Antiguos (2). Sobre ella y en pequeños retazos situados en los interfluvios aflora la toba vitrofídica (3) y restos de las ignimbritas y coladas piroclásticas (5) de la Formación Sálca. En esta zona la toba vitrofídica disminuye sensiblemente de potencia y aflora a mayor cota de oeste a este.

A partir del Barranco de Tasarte, donde el corte cambia de dirección, las unidades que se superponen a la Formación Basaltos Antiguos (2) presentan un basculamiento en dirección ESE, según se refleja en la toba vitrofídica (3) que se corta en los Barrancos de Veneguera, Mogán y Arguineguín a cotas cada vez más bajas. Las lavas riolítico-traquíticas (4) de la Formación Sálca disminuyen de potencia hacia el ESE hasta acufarse entre los Barrancos de Taurito y Tauro. Aumenta de potencia la unidad de ignimbritas, coladas piroclásticas, tobas y coladas peralcalinas (5) en la misma dirección.

Sobre ésta última, se depositan en puntos singulares coladas fonolíticas de la Formación Sálca (6) (entre los Barrancos de Veneguera y Mogán, en los lomos de Cuevas Caidos y Laja de la Mula).

Las facies deslizadas de la Formación Roque-Nublo (13) rellenan un paleocauce en la margen derecha del Barranco de Tauro.

En los fondos de los barrancos principales se depositan gravas y arenas (17) con potencias que no superan los 5 m.

El nivel piezométrico obtenido a partir de los niveles en los pozos se supone que se adapta a la topografía ya que las explotaciones se concentran en los barrancos. Sin embargo,

los barrancos de Taurito y Tauro no inciden negativamente en la piezometría como consecuencia de una serie de factores superpuestos: disminución de los bombeos por cambios en el sistema de riego o en la superficie regada y aumento de los retornos de regadío realizados a partir de aguas superficiales a través del Canal del Mulato.

En el Barranco de Arguineguín la depresión está influenciada por el bombeo intenso de la zona de Cercado de Espino.

#### ***Corte VI-VI'. Perimetral Sur (Anejo IV-6)***

Comienza entre la Playa de las Aneas y la Punta de los Ureles y con dirección NO-SE corta los Barrancos de los Vallecillos, Tasarte, Los Secos, Veneguera, Mogán, Taurito, Playa del Cura, El Cura, Lechugal, Puerto Rico, Balito, de la Verga, Arguineguín y Las Cañadas del Galeón, de Corral Blanco y del Carpintero, terminando en la Punta de Pasito Blanco.

Atraviesa las hojas topográficas 1:25.000 de Mogán (82-85), Arguineguín (82-86) y Maspalomas (83-86; 83-87).

Se han utilizado para el análisis geológico e hidrogeológico los puntos de agua más próximos al perfil, todos ellos pertenecientes a la Hoja escala 1:50.000 de Mogán (41-43).

En el octante 3: cuatro pozos y un pozo con galería

En el octante 4: tres pozos y un pozo con galería

En el octante 8: cuatro pozos, cinco pozos con galería o taladro horizontal, cuatro sondeos y un pozo con otras obras complementarias

Geológicamente se cortan Basaltos Antiguos (2) y materiales del Dominio Extracaldera.

El zócalo lo constituye la Formación Basaltos Antiguos (2) compuestos por coladas "aa" y "pahoe-hoe" de composición basáltica olivino-piroxénica, hawaitas y mugaritas con algunos edificios de lapilli y escorias intercaladas, en el techo de la serie se suelen encontrar traqui-basaltos con fenocristales de plagioclasa, correspondientes a los niveles superiores de la Formación.

La Formación Basaltos Antiguos (2) aflora en el acantilado de la Punta de los Ureles, y en el fondo de los barrancos de Tasarte, de los Secos y de Veneguera. En el resto del perfil es posible situarla en base a los datos de los pozos.

La toba vitrofídica "composite flow" (3) tapiza la paleotopografía de los Basaltos Antiguos, la potencia es uniforme en todos los afloramientos del corte y se detecta un ligero buzamiento

hacia el SE. Este nivel guía queda interrumpido en el Barranco de Veneguera, con una diferencia de cota de unos 50 m, como consecuencia de una posible fractura con labio hundido hacia el oeste o simplemente una variación de la paleotopografía.

En el Barranco del Lechugal y en el Barranco de Puerto Rico aflora la toba vitrofídica en una posición que no le correspondería en función de la pendiente general hacia el SE por lo que se puede interpretar la existencia de una fractura, de unos 100 m de salto con labio hundido al oeste, entre los barrancos de El Cura y Lechugal.

Las lavas riolítico-traquíticas (4) de la Formación Sálca se sitúan en la mitad occidental del corte, presentan su mayor desarrollo en el tramo comprendido entre los barrancos de Veneguera y Mogán y desaparece lateralmente (por falta de depósito o erosión posterior) a partir del Barranco de El Cura hacia el este.

La unidad de ignimbritas, tobas, coladas piroclásticas y lavas traquítico-riolíticas (5) aflora a lo largo de todo el corte ocupando en la zona oeste (hasta el Barranco del Taurito) los interfluvios.

En el extremo oriental se cortan niveles de lavas fonolíticas (6) que en la zona de la playa de Las Meloneras llegan al mar.

El miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (7), constituido por depósitos conglomeráticos y arenosos, está ampliamente representado a partir del Barranco de Puerto Rico hacia el este, ocupando las zonas elevadas del perfil.

En la margen izquierda del Barranco de El Cura se canalizan las facies deslizadas de la Brecha Roque-Nublo (13) sobre la unidad de ignimbritas, tobas y coladas piroclásticas (5) mientras en la Cañada del Carpintero lo hacen sobre el miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (7) y más al este sobre las lavas fonolíticas (6).

En el fondo de los barrancos se desarrollan depósitos de hasta 15 m de potencia sobre todo en Tasarte, Veneguera, Mogán y Arguineguín.

Hidrogeológicamente el plano de agua regional es uniforme en todo el corte salvo en la zona de los barrancos donde desciende por encontrarse la mayor cantidad de puntos acuíferos en explotación que crean conos de depresión en sus inmediaciones.

Se detecta aumento en la salinidad (intrusión marina) en el Barranco de Mogán y más definida entre los Barrancos Playa del Cura y Arguineguín.

## **7.3. Unidades hidrogeológicas**

### **7.3.1. Acuífero fundamental**

Teniendo en cuenta el inventario de puntos de agua, las columnas litológicas de los pozos y los perfiles geológicos realizados, se llega a la conclusión de que el principal y casi único acuífero de la zona lo constituye el Acuífero Insular que se sitúa fundamentalmente en la Formación Basaltos Antiguos.

Los materiales de dicha formación que constituyen en el acuífero son fundamentalmente coladas basálticas de tipo "aa" superpuestas. Las potencias de las coladas son pequeñas (1 a 10 m) en relación con la extensión superficial (de 0,5 a varios km<sup>2</sup>).

Cada colada basáltica se compone generalmente de dos tramos escoriáceos en el techo y muro, que pueden llegar a representar el 50% del volumen de la colada, y un tramo intermedio masivo, ocasionalmente diaclasado verticalmente que puede presentar porosidad interna no conectada (vacuolar).

En menor proporción las coladas pueden ser del tipo pahoe-hoe en cuyo caso los niveles escoriáceos de techo y muro son sensiblemente menores o no existen y el diaclasado vertical está menos desarrollado.

Entre las coladas suelen existir almagres (paleosuelos) de desarrollo muy variable y con muy baja permeabilidad.

La permeabilidad y coeficiente de almacenamiento original de estos materiales debió de ser muy alta en ambos casos (tipo "aa" y "pahoe-pahoe"), como sucede en materiales análogos más recientes. Sin embargo, estos materiales, los más antiguos de la isla (Mioceno medio), se han apilado en potentes series en las que además han intruido diques. Su antigüedad, apilamiento y procesos posteriores han ocasionado una gran alteración con las siguientes consecuencias:

- Reducción de las características hidrogeológicas iniciales.
- Reducción de la porosidad vertical y horizontal de los tramos lávicos por colmatación y cementación (precipitación de ceolitas y carbonatos).
- Aumento de la permeabilidad por procesos de fracturación posterior (descompresión en zonas de barranco), y procesos de deformación por intrusiones.

Estos procesos han sido variables, local y puntualmente, lo que ha dado una gran anisotropía al conjunto.

Además de ello, la distribución espacial de las coladas, y en consecuencia de los niveles permeables, es otro factor de anisotropía horizontal. En efecto, las coladas durante su emplazamiento se imbrican unas con otras, discurrendo por zonas preferentes de circulación y adoptando estructuras rectilíneas o sinuosas.

Además de ello, el emplazamiento de diques modifica la estructura (s.l.) existente favoreciendo o dificultando la circulación del agua a nivel local y dificultándola a nivel regional.

En estas condiciones y teniendo en cuenta las alteraciones posteriores y la presencia de diques, se puede intuir el alto grado de anisotropía tanto vertical como horizontal.

Por tanto, desde el punto de vista hidrogeológico, las características deposicionales de estos materiales basálticos, los procesos a que han estado sometidos y su disposición espacial, imprimen las siguientes características generales al conjunto:

- Existen niveles con buena permeabilidad por porosidad y fisuración por conservación de las estructuras iniciales (escoriácea, pahoe-pahoe, lapillis).
- Existen toda una gama de niveles cuyas características hidrogeológicas primarias (permeabilidad y coeficiente de almacenamiento) se han reducido por los procesos a que han estado sometidas (alteración, compresión, colmatación, etc.), resultando materiales de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento desde muy bajos a medianos.
- Los almagres entre coladas cuando tienen suficiente desarrollo, actúan como capas impermeables.
- Como resultado de la aleatoriedad tanto en vertical como en horizontal de la distribución de los distintos niveles (escoriáceos, lávicos, etc.), y de las distintas respuestas que éstos han tenido en procesos posteriores, existe una gran anisotropía tanto en vertical como en horizontal, que está aumentada por la intrusión de diques.

Como consecuencia de todo ello, la gama de variación de los parámetros hidráulicos, a nivel puntual y zonal, es muy amplia, superando los tres órdenes de magnitud.

Se trataría de un acuífero multicapa en el que cada una de las capas actuaría con unas características hidráulicas propias, variables en la horizontal, y que pueden presentar ocasionalmente un cierto grado de confinamiento que lateralmente pueden perder.

A pesar de la presencia de tramos, de buenas características hidrogeológicas, este acuífero a nivel regional presenta como consecuencia de su anisotropía y demás fenómenos comentados, unas características hidrogeológicas medianas a bajas, cuya confirmación precisaría de la modelación hidráulica del mismo.

### **7.3.2. Otros niveles de interés**

Aunque, como hemos indicado, el funcionamiento hidrogeológico de la zona suroeste está basado en el acuífero formado por la Formación Basaltos Antiguos, existen otras formaciones cuyos materiales pueden ocasionalmente constituir acuíferos.

Así por ejemplo, los niveles riolítico-traquíticos con tobas intercaladas de la parte inferior de la Formación Sálica; estos niveles presentan una buena permeabilidad en las zonas tobáceas y cuando existe diaclasado en las zonas compactas.

Ocasionalmente constituyen acuíferos colgados. Igual ocurre con los materiales cuaternarios que rellenan los fondos de barranco. Se trata de arenas, gravas y bloques que con una potencia de 2 a 6 m rellenan los fondos de barranco. Actúan como acuíferos libres ocasionales por porosidad intergranular regulando la escorrentía y se explotan puntualmente para cubrir pequeñas necesidades, aunque es necesario tener en cuenta su estacionalidad.

### **7.4. Piezometría**

Se analiza en este apartado la piezometría relativa correspondiente a distintas fechas y campañas: SPA-15 (medidas tomadas en 1971), MAC-21 (medidas de 1980) y las correspondientes a 1990, realizadas en su mayoría por el Plan Hidrológico de Gran Canaria y recopiladas para este proyecto.

A partir de todos estos datos, cargados en la Base de Datos de Aguas de Canarias (BAC), se han seleccionado aquellas medidas de nivel con mayor garantía de que se tratara de nivel estático y en aquellos puntos en los que hubiera medidas de las distintas campañas con objeto de analizar la evolución piezométrica.

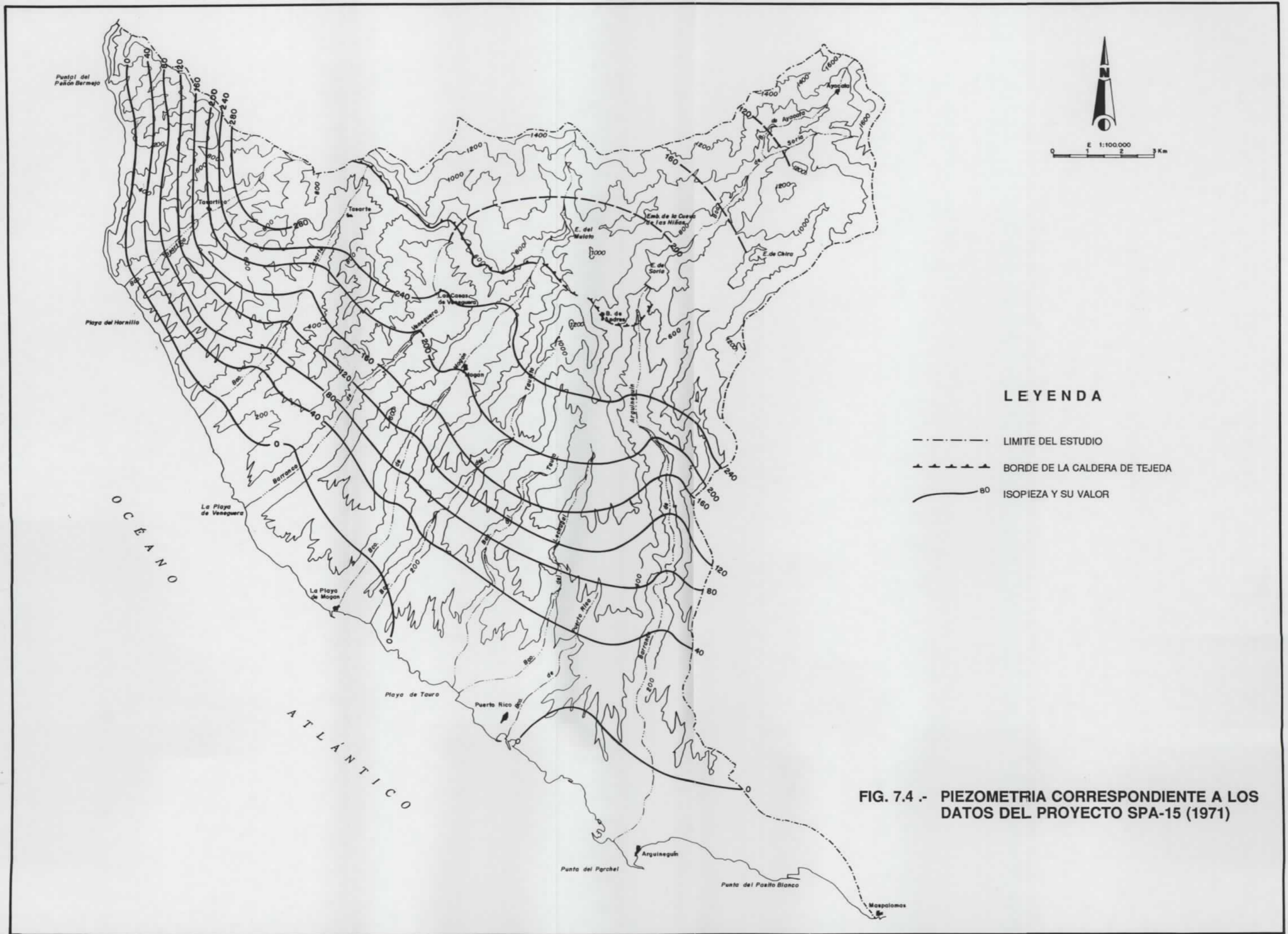
Se han dibujado los planos piezométricos a escala 1:25.000 para las distintas campañas planos 4 ( 4.1. a 4.9.) y se ha realizado una reducción para acompañar a los comentarios relativos a cada campaña.

#### **7.4.1. Piezometría correspondiente al SPA-15 (1971)**

Los datos fiables utilizados han sido unos 20 y a partir de ellos y contando con el apoyo de los datos de la campaña del SPA-15, se ha dibujado el plano piezométrico adjunto (Fig. 7.4.).

En general se observa:

- Piezometría concéntrica marcando flujo radial.
- Ligera influencia por explotación en los barrancos.



**LEYENDA**

- LIMITE DEL ESTUDIO
- - - - - BORDE DE LA CALDERA DE TEJEDA
- 80 — ISOPIEZA Y SU VALOR

**FIG. 7.4 .- PIEZOMETRIA CORRESPONDIENTE A LOS DATOS DEL PROYECTO SPA-15 (1971)**

- Una zona de elevación en el noroeste coincidiendo con la Montaña de Horgazales.
- Una zona de elevación relativa en la cabecera del Barranco de Arguineguín probablemente relacionada con una zona abierta en el borde de la Caldera de Tejeda.
- Dos pequeñas zonas con piezometría negativa entre los Barrancos de Mogán y Veneguera y al este del Barranco de Puerto Rico.

#### **7.4.2. Piezometría correspondiente al MAC-21 (1980)**

Los datos utilizados superan los 50 puntos y se concentran en los barrancos. A partir de ellos se ha dibujado la piezometría (Fig. 7.5.) pudiendo observarse las siguientes particularidades:

- La tendencia general de flujo radial se mantiene salvo alteraciones locales.
- La influencia del bombeo en los barrancos se va haciendo más patente sobre todo en los de Mogán y Veneguera.
- Las zonas con piezometría negativa se amplían y acentúan.

#### **7.4.3. Piezometría correspondiente a 1990**

Se realiza con más de 100 puntos de nivel correspondientes a los trabajos realizados por el Plan Hidrológico de Gran Canaria, el estudio de actualización del conocimiento hidrogeológico y las medidas específicamente realizadas para este proyecto.

El plano dibujado (Fig. 7.6.) a partir de estos datos permite observar las siguientes particularidades:

- La piezometría marca un flujo radial.
- El trazado de las isopiezas se modifica por las explotaciones, particularmente en los barrancos de Mogán y Veneguera y en el de Arguineguín, donde una fuerte explotación puntual provoca la modificación general que se observa.
- La piezometría negativa se extiende a lo largo de toda la costa en algunos puntos a más de 1 km de distancia (Arguineguín).
- El borde de caldera, en su zona fracturada, modifica el trazado de las isopiezas, sobre todo entre los Barrancos de Mogán y Arguineguín.



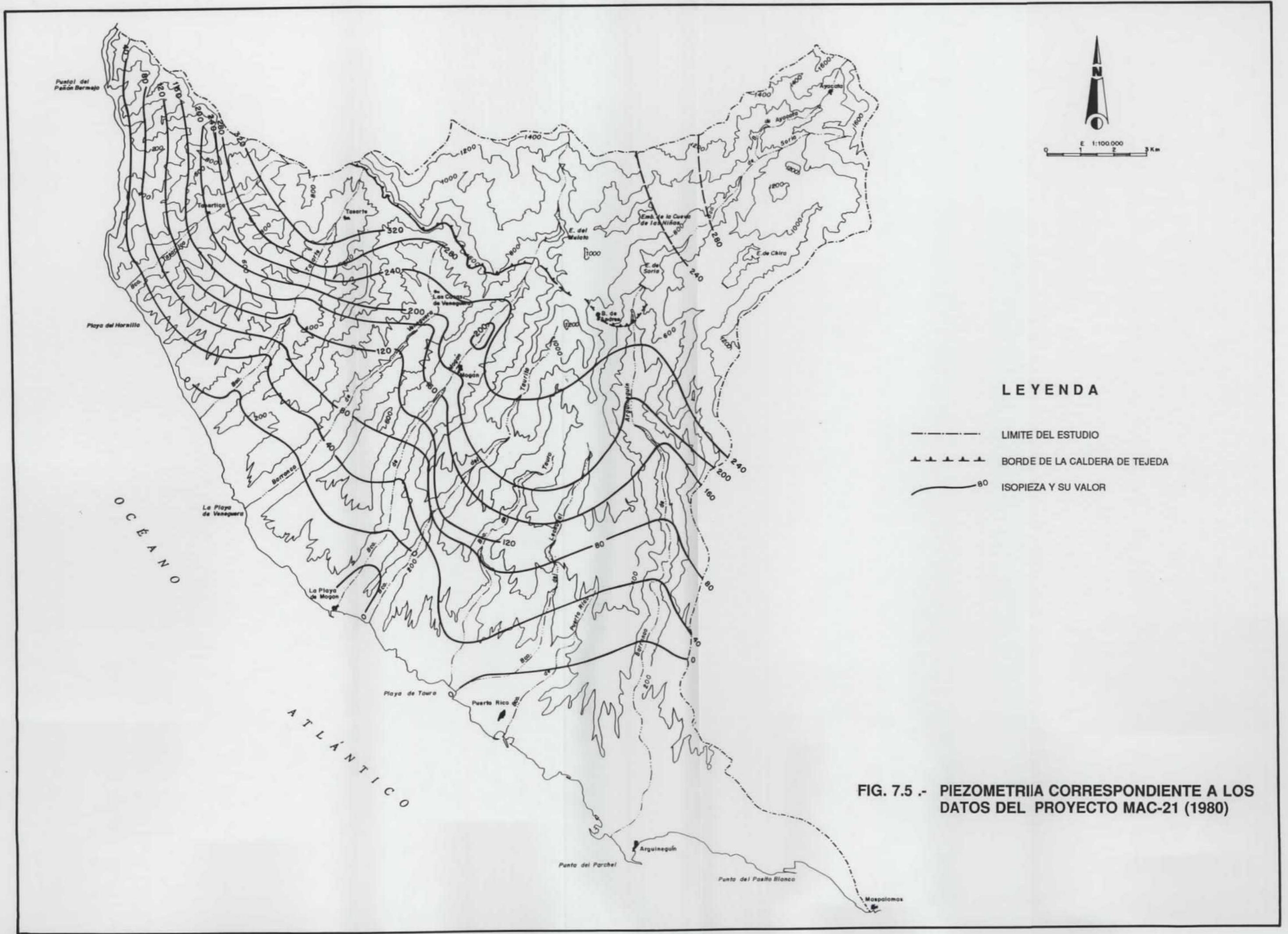


FIG. 7.5 .- PIEZOMETRIA CORRESPONDIENTE A LOS DATOS DEL PROYECTO MAC-21 (1980)

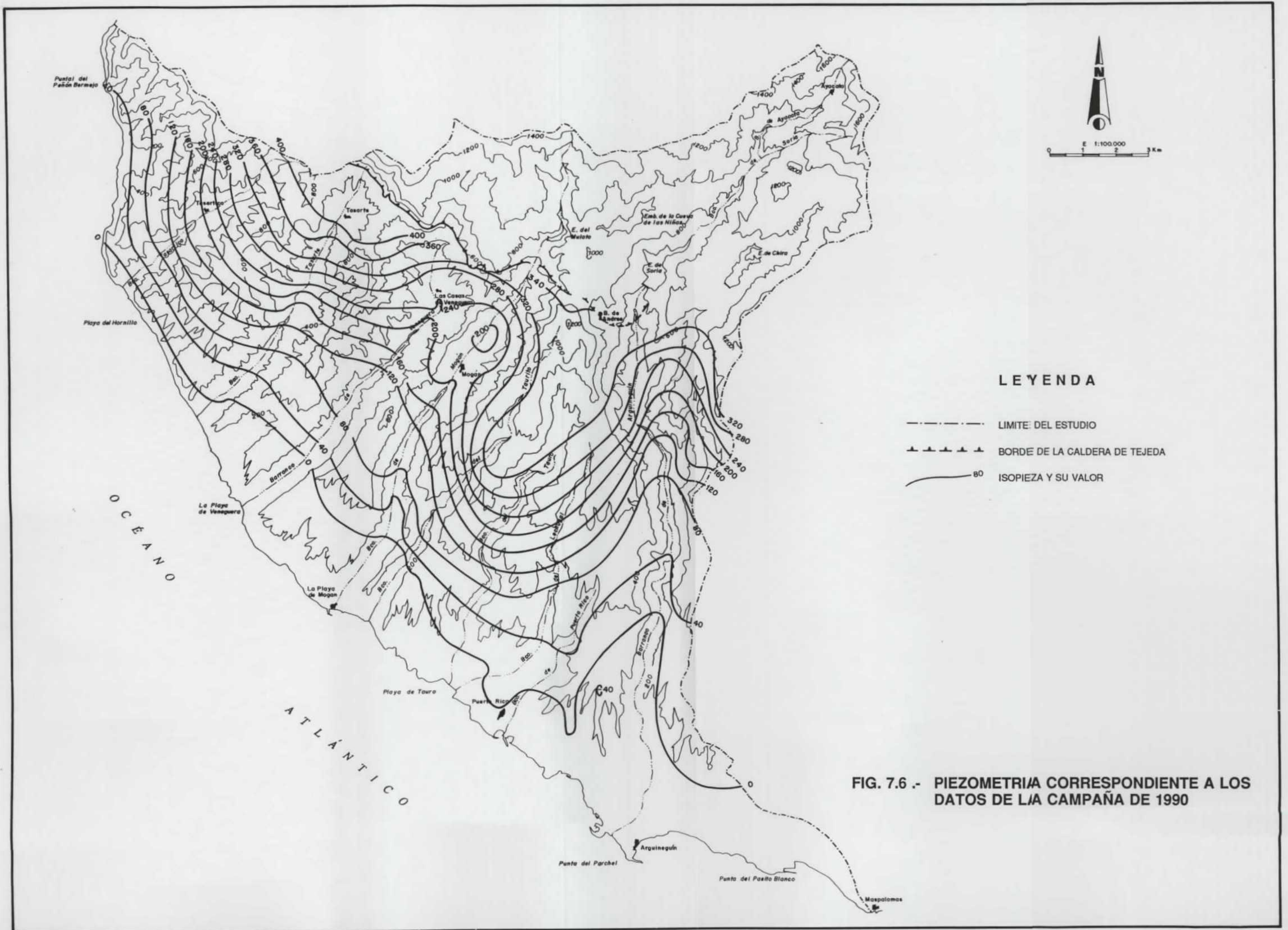


FIG. 7.6 .- PIEZOMETRIA CORRESPONDIENTE A LOS DATOS DE LA CAMPAÑA DE 1990

#### **7.4.4. Evolución piezométrica**

Uno de los objetivos que se pretendía alcanzar con la recopilación de la información de los proyectos SPA-15 y MAC-21, era el análisis de la evolución piezométrica a lo largo del tiempo.

Seleccionando puntos con medidas de nivel estático correlacionables se han obtenido datos significativos sobre la evolución piezométrica aunque insuficientes para dibujar planos de isodescensos. Se pueden, no obstante, dibujar unas zonas en las que los descensos o ascensos son especialmente significativos (Fig. 7.7.) comparando las parejas de medidas correspondientes a 1971-1990 y 1980-1990.

Comparando la piezometría de 1971 con la de 1980, se observa:

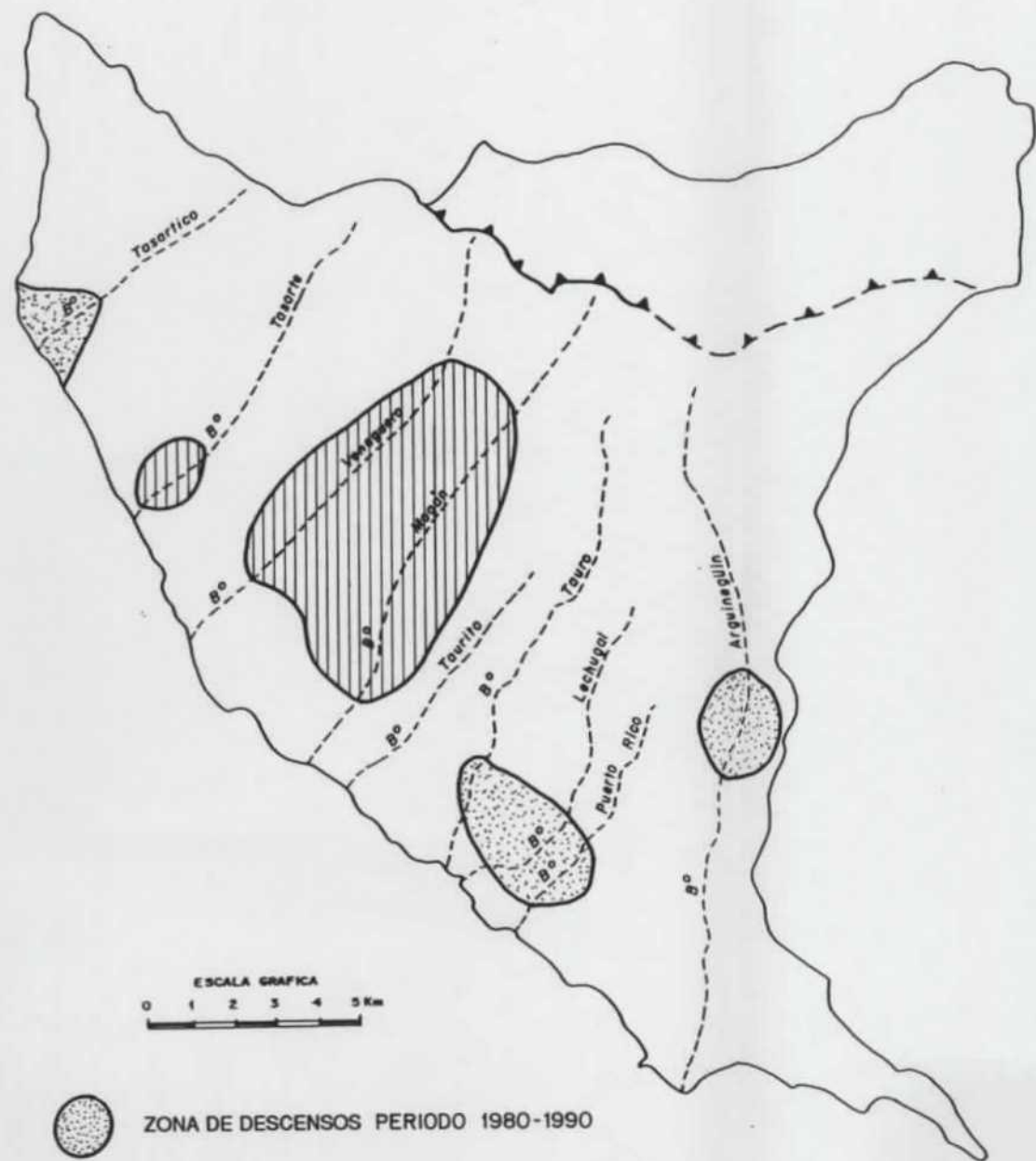
- Un descenso generalizado que supera los 30 m en la parte final del Barranco de Mogán, que amplía, en la zona costera, la superficie con niveles negativos y alcanza los 40 m en la desembocadura del Barranco de Tasarte.
- Una zona al noroeste del estudio que no modifica su piezometría (Barranco de Tasartico).
- Una zona en la cabecera de los Barrancos de Arguineguín, Tauro y Mogán donde ascienden los niveles (15-20 m).

Comparando la piezometría de 1980 con la de 1990 se pueden observar las siguientes particularidades (Fig. 7.7.):



- En la desembocadura del Baranco de Tasarte se produce un aumento de los niveles del orden de 10-15 m.
- En los Barrancos de Mogán y Veneguera se producen ascensos en toda la zona media.
- En el Barranco de Arguineguín los descensos se acentúan.
- La zona del Barranco de Tasartico no varía. Salvo en la desembocadura.
- Se produce una fuerte inflexión de las isopiezas en la cabecera del Barranco de Tauro indicando un posible flujo localizado a partir de la zona fracturada del borde de caldera.
- En la zona costera de Puerto Rico se produce descenso.

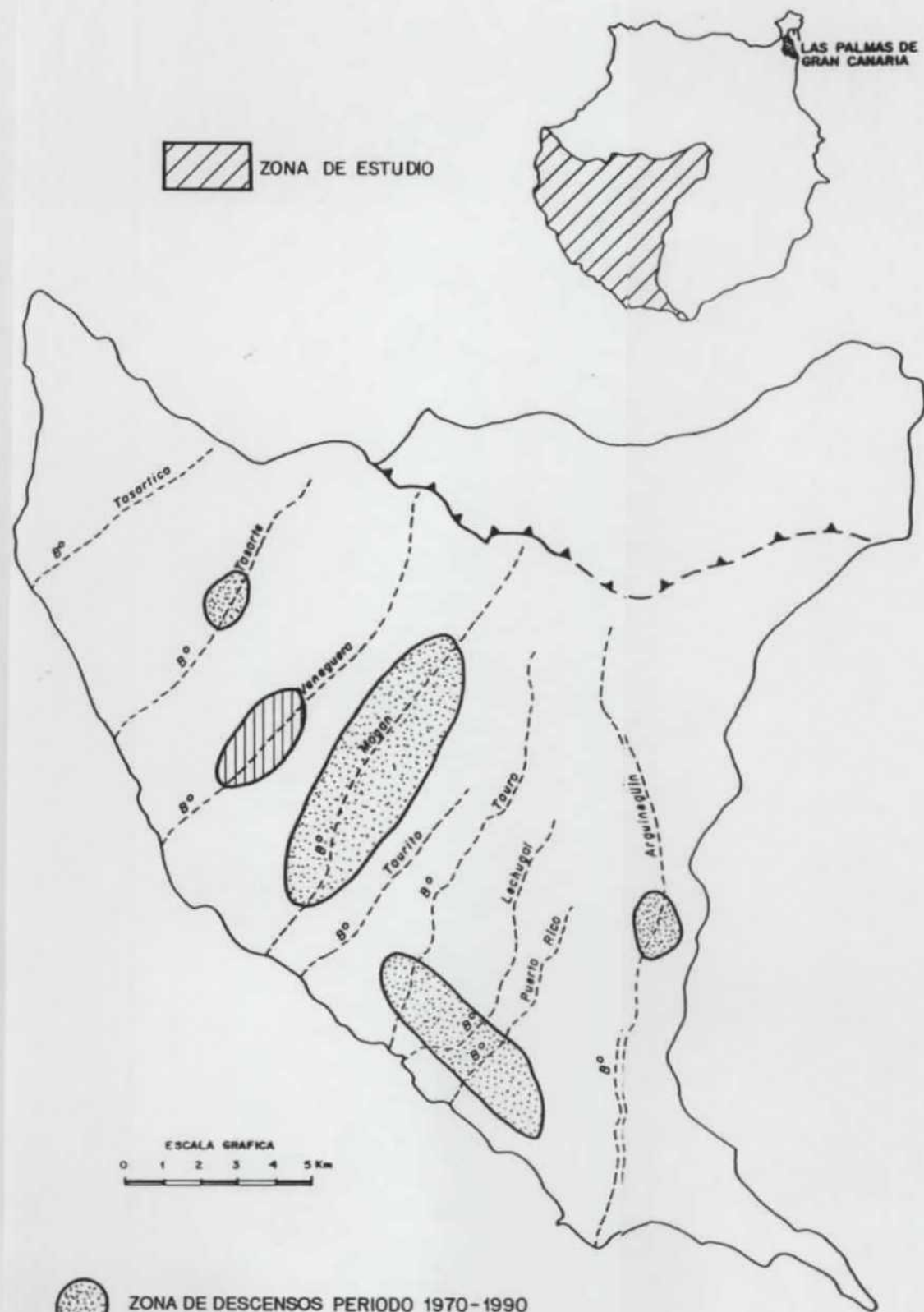
Finalmente, al comparar los años 1971 y 1990 el resultado es el siguiente (Fig. 7.7.):


- Los ascensos producidos en el período 1980-1990 en la zona de Mogán no son suficientes para compensar los descensos producidos en el período 1971-1980.



ESCALA GRAFICA  
0 1 2 3 4 5 Km

-  ZONA DE DESCENSOS PERIODO 1980-1990
-  ZONA DE ASCENSOS PERIODO 1980-1990



 ZONA DE ESTUDIO

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCALA GRAFICA  
0 1 2 3 4 5 Km



-  ZONA DE DESCENSOS PERIODO 1970-1990
-  ZONA DE ASCENSOS PERIODO 1970-1990

FIGURA 7-7.- EVOLUCION PIEZOMETRICA

- En el Barranco de Arguineguín y zona costera de Puerto Rico los descensos se superponen en ambos períodos llegando a ser de 100 m en Arguineguín.

Para explicar la evolución piezométrica señalada es necesario tener en cuenta una serie de fenómenos ocurridos en la zona en el período considerado:

- Disminución de los regadíos y en consecuencia disminución de los bombeos. Esta circunstancia puede haber influido en la zona de Tasarte y Veneguera.
- Cambios en los sistemas de riego con la implantación de riego por goteo que reducen el consumo de agua.
- Puesta en servicio del Canal del Mulato que permite sustituir agua subterránea por agua superficial. Esta circunstancia ha influido en los ascensos de nivel de la zona Mogán-Veneguera.
- Incremento de la demanda turística como consecuencia de la ampliación en la zona costera del alojamiento. Esta demanda ocasiona el descenso continuado de la zona costera comprendida entre el Barranco de Tauro y el Barranco de Puerto Rico.
- El descenso, de unos 100 m en el período 1971-1990, en la zona de Arguineguín es muy localizado y está condicionado por la explotación intensiva de un sondeo en la zona de Cercado del Espino.

#### **7.4.5. Gradientes**

El análisis de los gradientes resulta generalmente útil como instrumento de comparación con los valores de transmisividad puntuales, ya que mayores gradientes implican peores transmisividades.

Para su estudio se ha tenido en cuenta las piezometrías establecidas para las distintas campañas.

Con los datos relativos a 1971 los gradientes son del 50‰ en la zona del Barranco de Tasartico, del 28‰ en Mogán y del 20,8‰ en Arguineguín, manteniéndose en todos los casos constante a lo largo de los perfiles radiales salvo en la zona costera entre Veneguera y Arguineguín donde el gradiente baja al 13-15‰.

Con la piezometría correspondiente a 1980 los gradientes se mantienen en los mismos rangos variando desde Tasartico (40‰) hasta Arguineguín (21,5‰). Se producen sin embargo variaciones significativas en el análisis radial como en el Barranco de Mogán que se pasa de un 12‰ en cabecera a un 40‰ en la zona central para volver a ser del 20‰ en la costa.

Para el año 1990 en el Barranco de Tasartico se alcanza un valor de 70%. En Arguineguín aumenta el gradiente significativamente (hasta un 80%) como consecuencia del bombeo intensivo, mientras en Mogán se mantiene en un 35% en su zona central disminuyendo a 12% en la zona costera.

A partir de estos datos se puede generalizar y obtener las siguientes conclusiones:

- El gradiente general es alto (entre un 50% y un 20%), y en consecuencia las permeabilidades serán en general bajas.
- El gradiente disminuye hacia la costa, con variaciones de 40% a 10% en los perfiles radiales.

## 7.5. Parámetros hidráulicos

Como hemos señalado en el punto 7.3. al definir el acuífero principal, los parámetros hidrogeológicos están sometidos a una gama de variación de varios órdenes de magnitud.

Con objeto de obtener datos puntuales fiables se han realizado los ensayos que se recogen en el Anexo V y se han recopilado otros ensayos de la zona. Se pone de manifiesto, como veremos, la gran variabilidad general y el valor concreto obtenido en los ensayos.

Se seleccionaron los sondeos Cañada Honda y Goteras situados ambos en el Barranco de Veneguera, por cortar en su totalidad materiales lávicos de la Formación Basaltos Antiguos, estar instalados y con la posibilidad de medir los caudales, tener en las proximidades un piezómetro, no tener galerías y contar con la colaboración del propietario.

Los valores obtenidos que figuran en el cuadro 7.1. adjunto denotan un mejor comportamiento hidrogeológico en la zona de Cañada Honda con valores medios de  $T = 193 \text{ m}^2/d$  y  $S = 5,2 \times 10^{-3}$  mientras en la zona Goteras la transmisividad media es tres veces menor ( $T = 66,6 \text{ m}^2/d$ ). (Los valores de coeficiente de almacenamiento no los consideramos comparables al haberse obtenido en Goteras a partir de medidas tomadas en el propio pozo de bombeo).

En el sondeo Goteras se han podido interpretar los valores tomados en el sondeo durante la recuperación por Hantush que es un procedimiento especialmente diseñado para acuíferos semiconfinados; esta circunstancia nos permite afirmar que en la zona Goteras y en determinadas condiciones el acuífero se comporta como semiconfinado.

Entre la documentación consultada destacamos el "Estudio para la utilización de los recursos hidráulicos subterráneos del Barranco de Tasarte. Gran Canaria", realizado por el IRYDA, de dónde se han obtenido diversos valores de transmisividad y un coeficiente de almacenamiento que se resumen en el cuadro 7.2.

**Cuadro 7.1. Resumen de los ensayos de bombeo**

Zona	Ensayo	Medidas en	Interpretación	Transmisividad (m <sup>2</sup> /día)	Coficiente almacenamiento
Cañada Honda	Bombeo	Piezómetro	Jacob	189,7	4,8 x 10 <sup>-3</sup>
	Recuperación	Piezómetro	Jacob	205,1	7,8 x 10 <sup>-3</sup>
			Theis	183,4	3,1 x 10 <sup>-3</sup>
Goteras	Bombeo	Sondeo	Jacob	42,3	2,9 x 10 <sup>-2</sup>
	Recuperación	Sondeo	Jacob	85,6	
			Theis	63,03	1,4 x 10 <sup>-3</sup> *
			Hantush	75,6	8,9 x 10 <sup>-4</sup> *

\* Los valores obtenidos en el sondeo tienen un valor relativo

**Cuadro 7.2. Ensayos del Informe del IRYDA**

Pozos	Transmisividad (m <sup>2</sup> /día)		Coficiente almacenamiento
	Bombeo	Recuperación	
Tasarte I	8 - 4	5	-
Tasarte II	128 - 58	-	-
Tasarte III	2,5	2	-
Veneguera II	22	15	-
Veneguera III	25 - 50	23 - 18	9 x 10 <sup>-3</sup> - 3 x 10 <sup>-2</sup>

## **7.6. Conclusiones hidrogeológicas**

Teniendo en cuenta los análisis parciales que se han realizado para determinados aspectos hidrogeológicos, los rasgos más significativos son los siguientes:

- El acuífero principal lo constituyen los materiales de la Formación Basaltos Antiguos ocasionando un acuífero multicapa con fuertes anisotropías en la horizontal y en la vertical.
- El flujo es radial marcándose significativamente la explotación concentrada en los barrancos.
- El borde de caldera, que en general actúa como barrera impermeable, presenta en la zona comprendida entre los Barrancos de Mogán y Arguineguín las suficientes discontinuidades para permitir aparentemente un flujo localizado.
- En la zona costera una amplia banda de 1,5 a 2 km de anchura tiene niveles por debajo de la cota cero (Puntualmente en el Barranco de Arguineguín hasta 40 m).
- La evolución piezométrica pone de manifiesto los descensos de nivel sistemáticos de pequeñas áreas y el beneficio que, sobre los niveles, supone la disminución de las zonas regadas, el cambio de sistema de riego y la utilización de aguas superficiales alternativamente.
- Los parámetros hidráulicos, cuya obtención presenta muchas dificultades por la naturaleza misma del acuífero, varían sensiblemente de unos puntos a otros aunque parecen normales para dicho acuífero (Transmisividades entre 40 y 200 m<sup>2</sup>/d y coeficiente de almacenamiento del orden de  $5 \times 10^{-3}$ ).



## **8. HIDROGEOQUIMICA**

### **8.1. Datos de partida**

Para estudiar la calidad química de las aguas subterráneas en la zona suroeste de la isla de Gran Canaria, se ha utilizado la información procedente de distintos inventarios: SPA-15, MAC-21, IRYDA, Plan Hidrológico Insular de Gran Canaria e ITGE, que reúne un conjunto de 239 muestras de aguas, recogidas entre febrero de 1971 y agosto de 1991, correspondiendo muchas de ellas al mismo punto en varios períodos de estudio.

En las muestras se han analizado los parámetros siguientes: pH, conductividad, residuo seco, calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos, nitritos y sílice. En 108 muestras se han analizado además amonio y fosfatos y en treinta muestras se incluyen algunos valores de bromuros, litio, hierro, manganeso, cobre, cinc, plomo, cromo, níquel o estroncio.

En cuanto a los análisis isotópicos, sólo se dispone de análisis de tritio, oxígeno-18 y deuterio en cuatro muestras procedentes de tres puntos situados en los barrancos de Tasarte, Mogán y Arguineguín.

### **8.2. Características hidrogeoquímicas generales**

El estudio de las características químicas generales se centra en los datos más recientes obtenidos por el ITGE entre septiembre de 1990 y agosto de 1991, correspondiendo 93 muestras a 1990 y 29 a 1991.

En las campañas realizadas se muestrearon pozos, sondeos, galerías y obras mixtas (pozos con galería, pozos con sondeo y pozos con galería y sondeo), con profundidades comprendidas entre 5 y 270 m, y manantiales.

La distribución de los puntos muestreados (Fig. 8.1.) es muy irregular, existiendo una gran densidad de información en las proximidades de los barrancos de Tasartico, Tasarte, Veneguera, Mogán y Arguineguín, y en las proximidades de la costa entre las Playas del Cura y de la Verga. Por el contrario, no se dispone apenas de muestras en las proximidades de los barrancos de Taurito, Tauro, Lechugal y Puerto Rico, ni en la zona de las cumbres.

Para el análisis de las variaciones que experimenta la calidad del agua subterránea a lo largo del tiempo, se analizan los datos disponibles desde 1971.

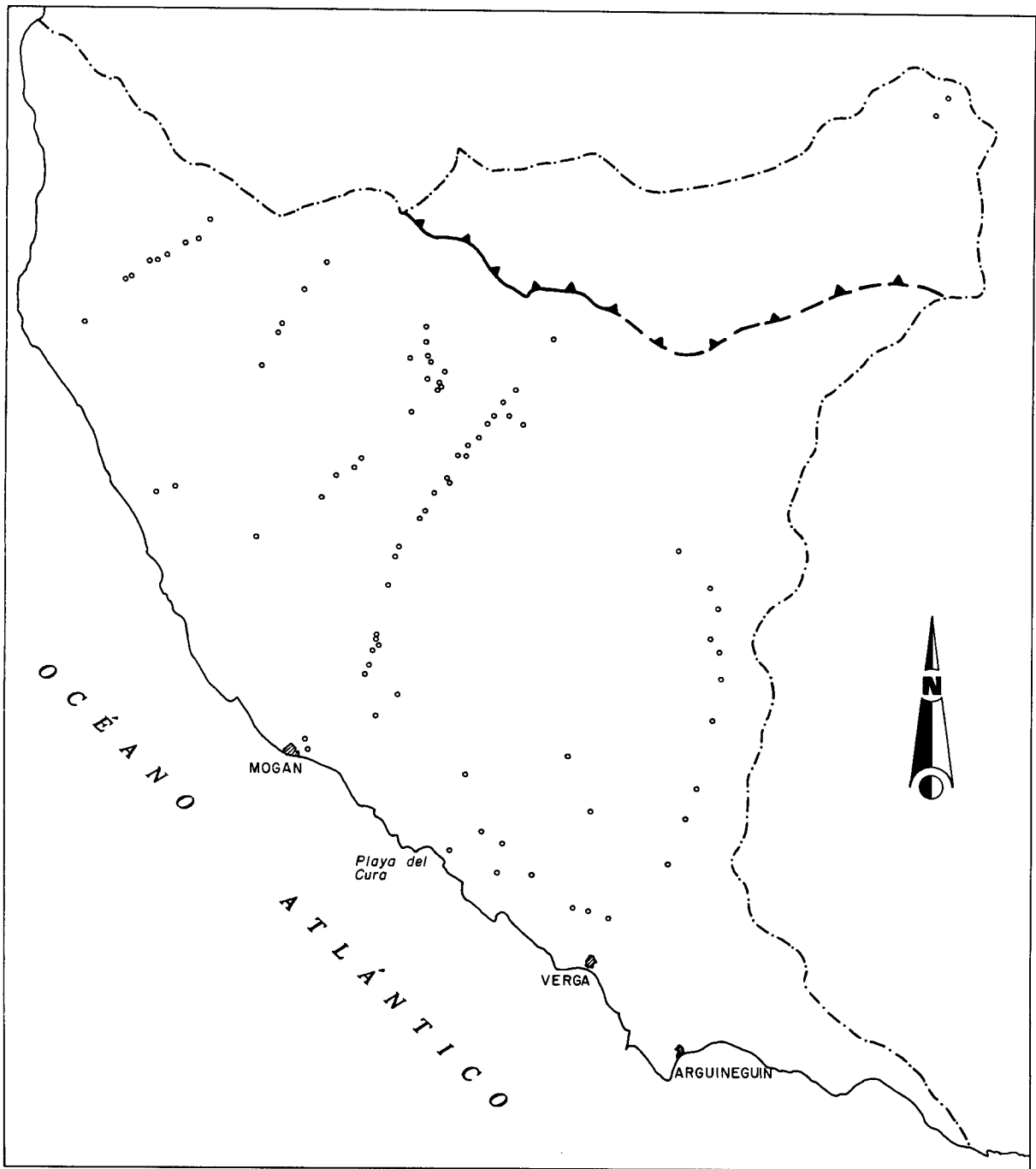


Fig. 8.1. Distribución espacial de los puntos muestreados en Noviembre-Diciembre de 1990

### 8.2.1. Análisis estadístico de las especies analizadas

El número de muestras analizadas entre septiembre de 1990 y agosto de 1991 es de 122. Este número de muestras puede considerarse lo suficientemente amplio como para someter a la población a un análisis estadístico. Dicho análisis se realiza aquí con ayuda del paquete gráfico-estadístico STATGRAPHICS.

Los valores máximo y mínimo, así como la media aritmética y la desviación típica encontrados para la mayor parte de los parámetros analizados se recoge en el cuadro 8.1. En dicho cuadro se observa que el rango de variación es amplio en la mayor parte de las determinaciones, con desviaciones típicas ( $\sigma$ ) elevadas, que en ocasiones superan a la media aritmética ( $\text{CO}_3^{2-}$  y  $\text{NO}_2^-$ ).

En las figuras 8.2. y 8.3. se han representado las distribuciones de frecuencias de los valores de pH, conductividad, calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos y sílice. En general, los valores se distribuyen a lo largo de un amplio margen, reflejando en muchos casos la existencia de varias poblaciones (calcio, magnesio, carbonatos, sulfatos, cloruros y nitritos).

Cuadro 8.1. Valores de algunos de los estadísticos para los parámetros analizados  
( $\bar{x}$  = media aritmética,  $\sigma$  = desviación standard)

	Nº de muestras	$x_{\text{máximo}}$	$x_{\text{mínimo}}$	$\bar{x}$	$\sigma$
Cond. ( $\mu\text{S/cm}$ )	122	566	4960	1638	836
pH	122	7.11	8.77	7.91	0.27
$\text{Ca}^{++}$ (mg/l)	122	2.9	175.6	62.1	29.8
$\text{Mg}^{++}$ (mg/l)	122	3	160.2	49.9	24.9
$\text{Na}^+$ (mg/l)	122	49.9	932	202.8	150.7
$\text{K}^+$ (mg/l)	122	0.9	32.4	9.9	7.5
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	122	10	1408	335.2	267
$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	122	5	442	116.2	76.2
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	122	65	506	240.1	86.8
$\text{CO}_3^{2-}$ (mg/l)	113	0	23	0.82	3.6
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	117	0.7	130	27.1	26.1
$\text{NO}_2^-$ (mg/l)	29	0	0.02	0.004	0.007
$\text{SiO}_2$ (mg/l)	93	22.5	75	51.1	11.3

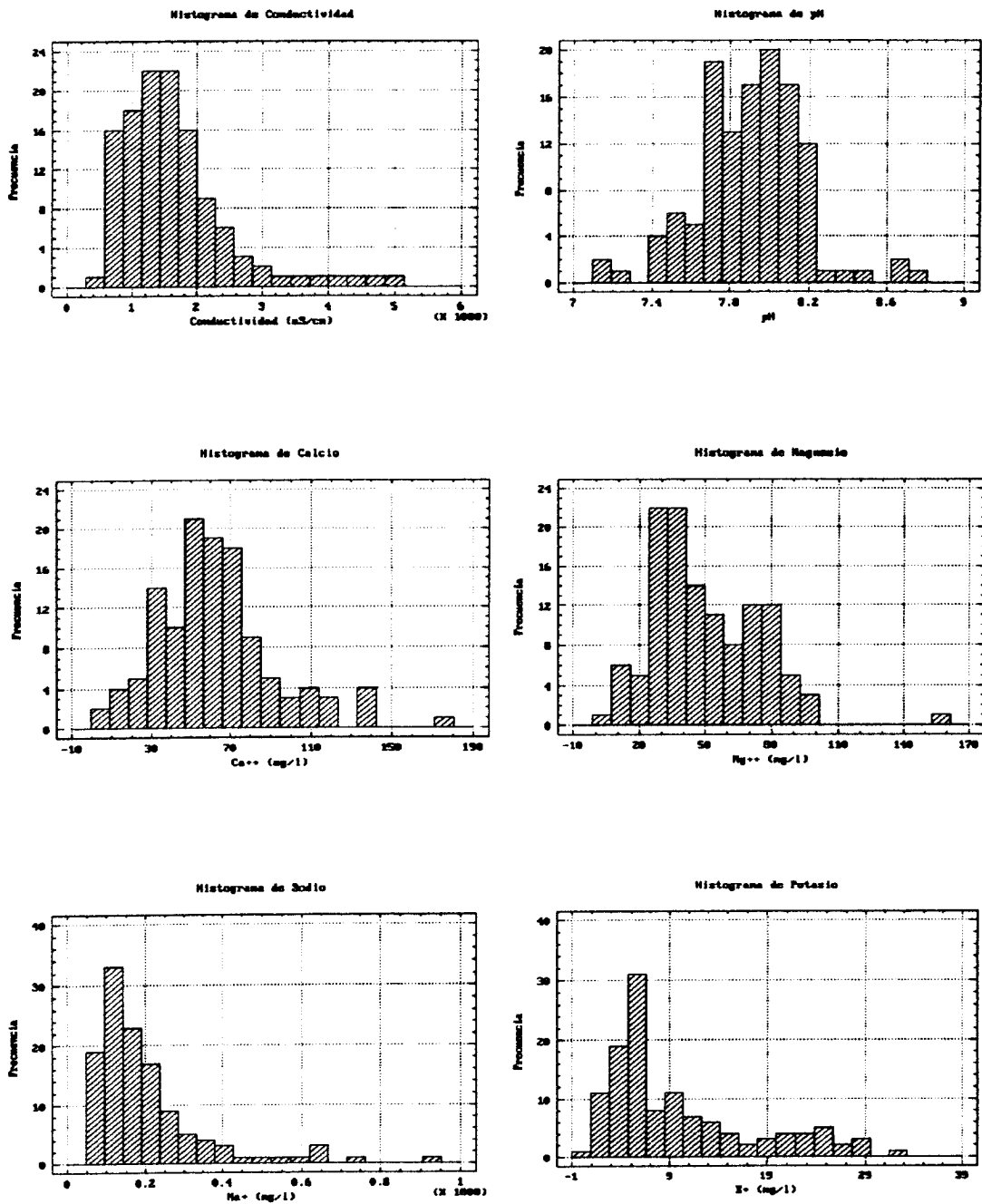


Fig. 8.2. Diagramas de distribución de frecuencias de los valores de conductividad, pH, calcio, magnesio, sodio y potasio

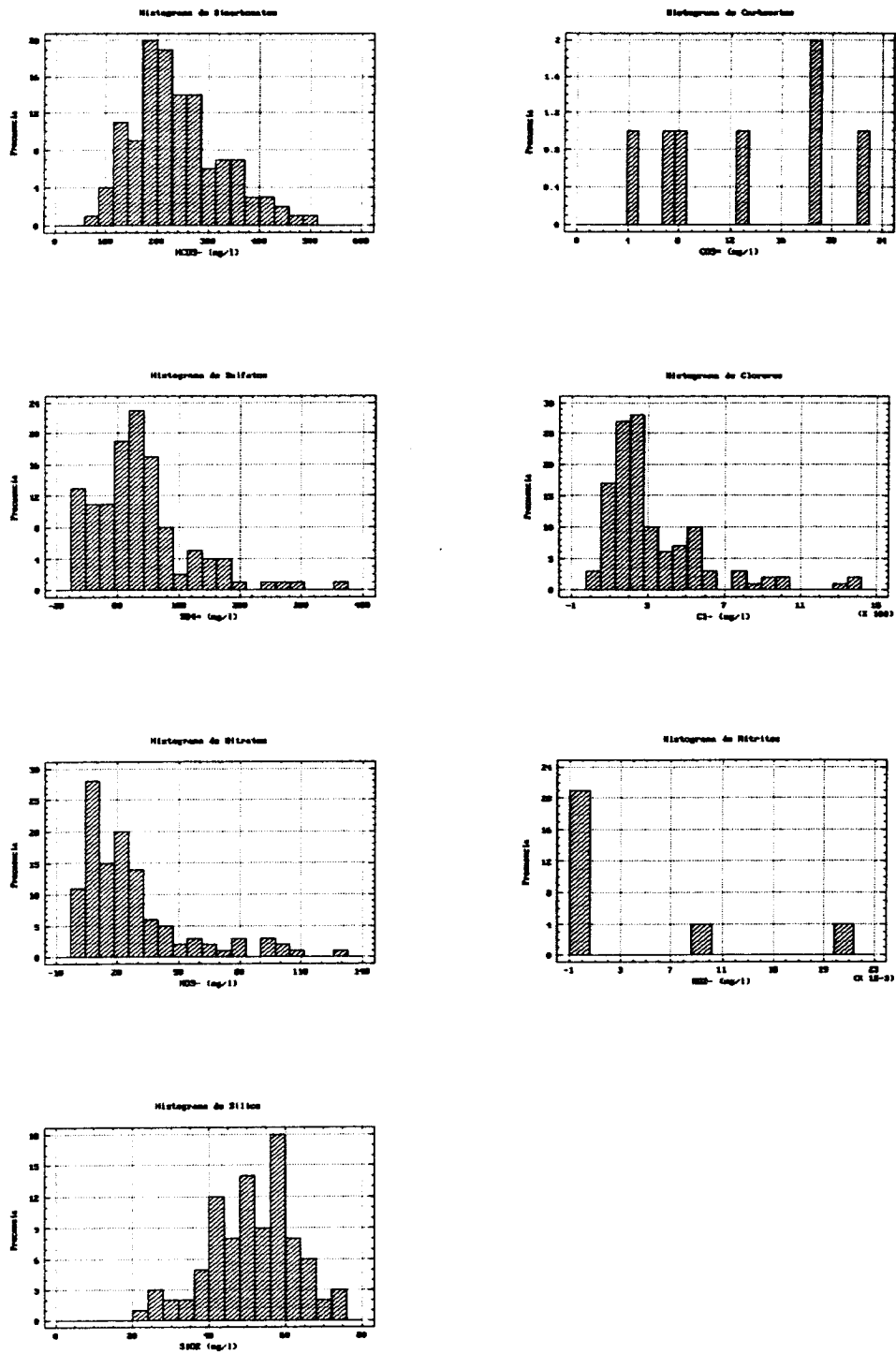


Fig. 8.3. Diagramas de distribución de frecuencias de los valores de bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos y sílice

La distribución de cada variable se ha sometido a un test de ajuste, comparándola con las funciones "tipo" normal y lognormal (exceptuando el pH, que lleva implícito ya el carácter logarítmico). Los resultados se resumen en el cuadro 8.2.

Cuadro 8.2. Resultados obtenidos en el ajuste de distribución para las variables determinadas entre septiembre de 1990 y agosto de 1991

Variable	Tipo de distribución ajustada	Media $\bar{x}$	Desviación típica $\sigma$	Nivel de significación	
				Test $\chi^2$	Test de Kolmogorov-Smirnov
Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	Normal	1638	836	$2.5 \times 10^{-4}$	0.02
	Lognormal	1635	807	0.84	1
pH	Normal	7.91	0.27	0.11	0.48
$\text{Ca}^{++}$ (mg/l)	Normal	62	29.8	0.06	0.136
	Lognormal	65	42	$3.6 \times 10^{-3}$	0.039
$\text{Mg}^{++}$ (mg/l)	Normal	50	25	$2.8 \times 10^{-3}$	0.191
	Lognormal	51.6	34	$2.6 \times 10^{-4}$	0.068
$\text{Na}^+$ (mg/l)	Normal	202.8	150.7	$3.7 \times 10^{-12}$	$3.29 \times 10^{-4}$
	Lognormal	199.6	131.8	0.639	0.21
$\text{K}^+$ (mg/l)	Normal	9.98	7.55	$1.68 \times 10^{-14}$	$6.76 \times 10^{-4}$
	Lognormal	10.2	9.18	$6.34 \times 10^{-9}$	0.47
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	Normal	335.2	267	$1.66 \times 10^{-12}$	$1.89 \times 10^{-5}$
	Lognormal	342.6	304.1	0.04	0.319
$\text{SO}_4^{--}$ (mg/l)	Normal	116.2	76.2	$1.2 \times 10^{-4}$	0.05
	Lognormal	123.5	112.5	$2.0 \times 10^{-4}$	$8.4 \times 10^{-3}$
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	Normal	240	86.8	0.09	0.35
	Lognormal	240.8	93.1	0.64	1
$\text{CO}_3^{--}$ (mg/l)	Normal	0.82	3.62	0	0
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	Normal	27.1	26.1	$2.17 \times 10^{-11}$	$2.57 \times 10^{-4}$
	Lognormal	29	38.5	0.45	0.999
$\text{NO}_2^-$ (mg/l)	Normal	$4.14 \times 10^{-3}$	$7.33 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-11}$	$2.9 \times 10^{-5}$
$\text{SiO}_2$ (mg/l)	Normal	51.1	11.28	0.295	0.999
	Lognormal	51.2	12.69	0.02	0.334

La realización de los test de ajuste  $\chi^2$  y Kolmogorov-Smirnov permite aceptar o descartar la hipótesis de que la población se distribuye de forma normal o lognormal (la aplicación de métodos estadísticos multivariantes, como el análisis factorial exige que las poblaciones sigan una distribución tipo de las mencionadas).

Los resultados de aplicar el test  $\chi^2$  a las variables consideradas indican que sólo la conductividad, y los contenidos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{NO}_3^-$  poseen niveles de significación relativamente altos para un ajuste de tipo lognormal. Para el resto de variables, la hipótesis de una población normal o lognormal única puede rechazarse.

Con el test de Kolmogorov-Smirnov, también podrían ser incluidas como poblaciones normales el pH y la sílice, y como lognormales, el potasio, aunque los niveles de significación en el caso del pH y potasio no son muy elevados (alrededor de 0.5).

A partir de los resultados obtenidos, se puede pensar en la existencia de diferentes poblaciones, de forma que la distribución global es la suma de varias superpuestas.

Se ha calculado la matriz de correlación (cuadro 8.3.) de todas las variables (sólo en 93 casos, porque el cálculo de la matriz de correlación requiere que los datos de entrada estén completos). Las relaciones más significativas ( $r > 0.70$ ) corresponden a:

- 1) Conductividad con  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$  y  $\text{Cl}^-$ . Esto puede interpretarse como que  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$  y  $\text{Cl}^-$  son las variables más importantes en la mineralización global del agua.
- 2)  $\text{Cl}^-$  con  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ , que pueden indicar un aporte común, posiblemente debido a problemas de intrusión marina, o a la existencia en el terreno de sales solubles de estos iones.
- 3)  $\text{SO}_4^-$  con  $\text{Ca}^{++}$ , asociación debida a un origen litológico común.

El resto de coeficientes de correlación son bastante mediocres, por lo que parece conveniente la aplicación de análisis factorial para resaltar otras posibles relaciones entre variables. Este es un método usado con frecuencia en geoquímica, debido a que permite reducir el número de datos (muestras o variables) inicial a un menor número de variables (factores) que conserve la información primordial, pero que sea más fácil de manejar.

En este análisis existen tres etapas fundamentales:

1. Cálculo de la matriz de correlación o covarianza.
2. Estimación de los factores de carga (primera extracción de factores).

Cuadro 8.3. Matriz de correlación para las variables determinadas entre septiembre de 1990 y agosto de 1991

	Cond.	pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SiO <sub>2</sub>
Cond.	1									
pH	-0.224	1								
Ca <sup>++</sup>	0.713	-0.279	1							
Mg <sup>++</sup>	0.493	-0.196	0.813	1						
Na <sup>+</sup>	0.929	-0.138	0.437	0.170	1					
K <sup>+</sup>	0.674	-0.195	0.431	0.211	0.657	1				
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.177	0.188	0.191	0.492	-0.357	-0.422	1			
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.737	-0.192	0.739	0.660	0.589	0.349	0.064	1		
Cl <sup>-</sup>	0.973	-0.223	0.605	0.339	0.959	0.730	-0.353	0.612	1	
SiO <sub>2</sub>	-0.107	-0.036	0.030	0.225	-0.178	-0.132	0.271	-0.009	-0.144	1



3. Rotación de los factores para facilitar su interpretación. En este caso se ha empleado la rotación VARIMAX, en la que los ejes de los factores se sitúan de modo que la varianza de cada factor sea máxima.

Como datos de entrada se ha incluido la matriz de correlación del cuadro 8.3., evitando así el efecto producido por la utilización de variables expresadas en distintas unidades.

Inicialmente se analizaron las comunalidades, incluidas en el cuadro 8.4., que en general son muy cercanas a la unidad, es decir, se puede continuar aplicando el método.

El análisis factorial continúa sustituyendo los elementos diagonales de la matriz de correlación por sus comunalidades, y extrayendo los factores calculados. Dos son los factores que con un autovalor superior a 0.9 se han seleccionado en la primera extracción. En conjunto explican un 83.5% de la varianza total de la población (cuadro 8.4.).

En el primer factor se agrupan conductividad,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$  y  $\text{Cl}^-$ , es decir los iones que participan en mayor proporción en la mineralización total del agua.

El segundo factor agrupa a  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{HCO}_3^-$ , aunque con coeficientes negativos, que hacen pensar en procesos de precipitación de carbonatos.

Para facilitar la interpretación, estos factores han sido sometidos a rotación VARIMAX. El resultado (también incluido en el cuadro 8.4.) sigue agrupando a las mismas variables en los dos factores extraídos.

Las conclusiones no parecen haber mejorado considerablemente la información obtenida por la matriz de correlación. La desviación de la distribución de las variables de partida respecto al comportamiento normal/lognormal puede ser la causa, aunque como datos de entrada se aportó la matriz de correlación, que de alguna forma normaliza los datos.

**Cuadro 8.4. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial**

Variable	Comunalidad	Factor	Autovalor	Porcenta de Varianza	Porcentaje Acumulado
Conductividad	0.994	1	4.802	56.6	56.6
pH	0.205	2	2.284	26.9	83.5
$\text{Ca}^{++}$	0.946	3	0.704	8.3	91.8
$\text{Mg}^{++}$	0.972	4	0.317	3.7	95.5
$\text{Na}^+$	0.996	5	0.176	2.1	97.6
$\text{K}^+$	0.635	6	0.144	1.7	99.3
$\text{HCO}_3^-$	0.939	7	0.048	0.6	99.9
$\text{SO}_4^-$	0.949	8	0.011	0.1	100.0
$\text{Cl}^-$	0.997	9	-0.003	0.0	100.0
$\text{NO}_3^-$	0.552	10	-0.010	0.0	100.0
$\text{SiO}_2$	0.198	11	-0.089	0.0	100.0

**Cuadro 8.4. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial (Cont.)**

**Matriz de factores**

Variable	Factor	
	1	2
Conductividad	0.978	0.111
pH	-0.314	0.050
Ca <sup>++</sup>	0.791	-0.463
Mg <sup>++</sup>	0.575	-0.779
Na <sup>+</sup>	0.863	0.418
K <sup>+</sup>	0.679	0.278
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.186	-0.815
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.801	-0.301
Cl <sup>-</sup>	0.940	0.305
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.108	-0.518
SiO <sub>2</sub>	-0.112	-0.283

Variable	Comunalidad Estimada
Conductividad	0.969
pH	0.101
Ca <sup>++</sup>	0.841
Mg <sup>++</sup>	0.937
Na <sup>+</sup>	0.919
K <sup>+</sup>	0.538
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.698
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.733
Cl <sup>-</sup>	0.977
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.279
SiO <sub>2</sub>	0.092

**Matriz de factores rotados por Varimax**

Variable	Factor	
	1	2
Conductividad	0.983	-0.052
pH	-0.310	-0.069
Ca <sup>++</sup>	0.762	0.509
Mg <sup>++</sup>	0.527	0.812
Na <sup>+</sup>	0.886	-0.366
K <sup>+</sup>	0.694	-0.236
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.234	0.802
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.782	0.348
Cl <sup>-</sup>	0.957	-0.248
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.077	0.523
SiO <sub>2</sub>	-0.128	0.276

Debido a la desviación encontrada respecto al comportamiento normal/lognormal de las variables hidrogeoquímicas, se utilizan a continuación otras técnicas gráficas en la interpretación de los datos disponibles, con el fin de completar la información obtenida a partir del tratamiento estadístico.

### **8.2.2. Análisis gráfico. Diagramas de Piper y Schöeller**

En cualquier estudio hidrogeoquímico conviene visualizar los datos químicos disponibles mediante la utilización de gráficos o diagramas, ya que así se ponen de relieve las características generales de las muestras, y se observan fácilmente posibles agrupaciones de muestras o la relación existente entre ellas.

Para el análisis gráfico, se analizan en este apartado los datos obtenidos en la campaña realizada por el ITGE entre noviembre y diciembre de 1990, que reúne el mayor número de puntos muestreados (84, frente a los 29 de agosto de 1991).

Se utilizan los datos procedentes de una única campaña para que las variaciones estacionales que puede experimentar la composición química del agua no lleven a conclusiones erróneas.

La interpretación se realiza partiendo del conjunto de muestras, agrupadas por barrancos, hasta llegar al tratamiento individual de las mismas, en función de su posición en el espacio.

Los diagramas triangulares de Piper son muy útiles para la interpretación hidrogeoquímica, ya que informan sobre las características generales de las muestras consideradas y si son o no uniformes en composición.

Permiten tratar un gran número de muestras conjuntamente, aunque tienen el inconveniente de no indicar las concentraciones de las distintas especies en valores absolutos sino en porcentajes (% de meq/l), y por tanto no se tiene información sobre la salinidad total.

En la figura 8.4. se incluye el diagrama de Piper correspondiente al conjunto de las muestras, aunque divididas por barrancos.

Existe una gran variedad en la composición global de las aguas subterráneas analizadas. No obstante, en cuanto al catión predominante, las muestras se distribuyen en un rango de variación que va desde términos netamente sódicos hasta otros sodico-magnésicos. Las primeras pertenecen a los pozos muestreados en las proximidades de la costa y en el Barranco de Arguineguín y las últimas se sitúan en el Barranco de Veneguera.

S0 Gran Canaria Nov-Dic 1990

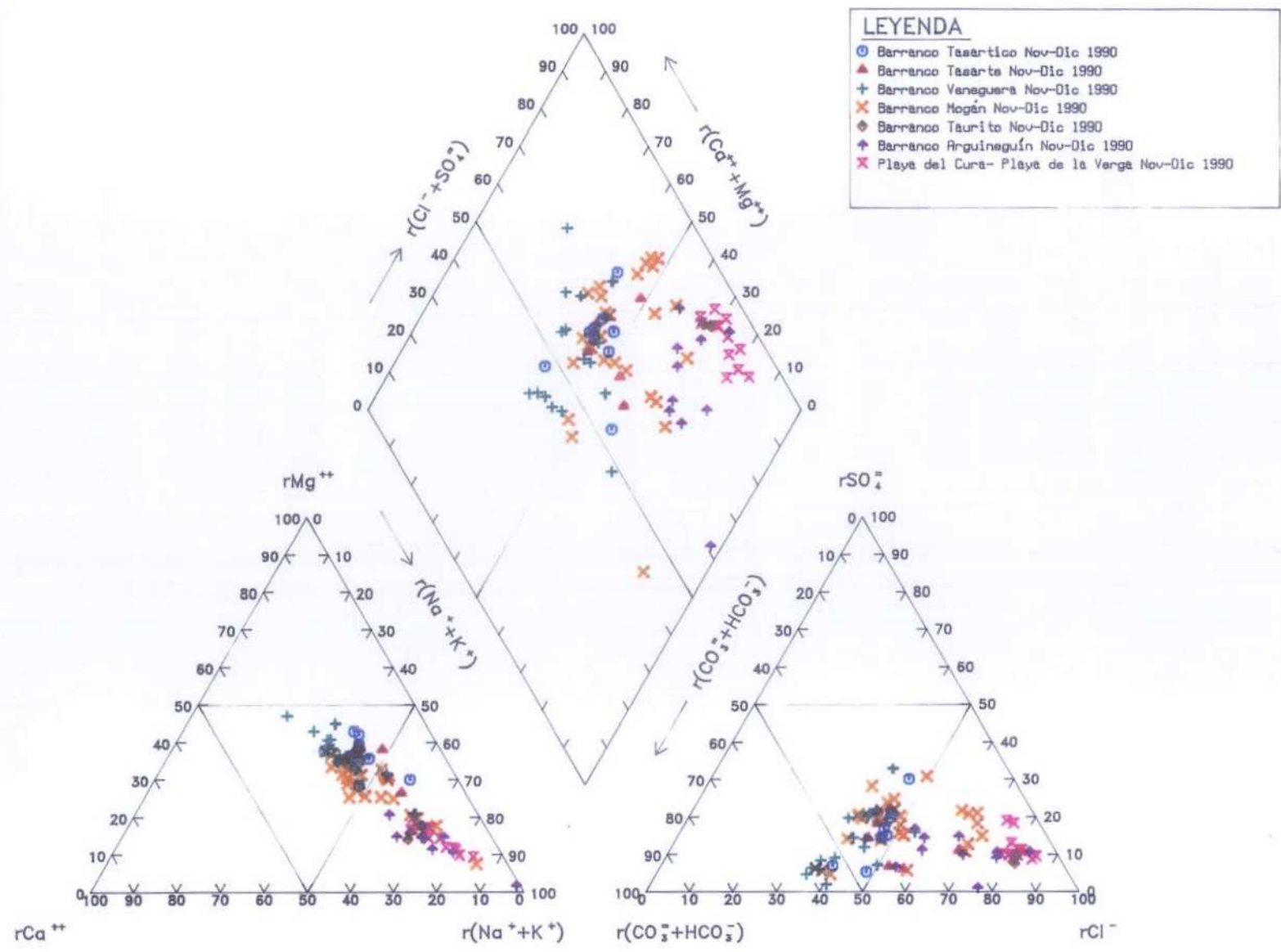


Fig. 8.4. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del S.O. de Gran Canaria

En cuanto al anión predominante, las aguas subterráneas presentan una composición intermedia entre cloruradas y bicarbonatadas, con distinta proporción de sulfatos. No obstante, las aguas que tienen una mayor representación en la zona de estudio son las de carácter clorado (pozos situados cerca de la costa, y en los Barrancos de Arguineguín, Taurito, y gran parte del de Mogán).

Para obtener una mayor claridad en las figuras, y poder analizar las muestras de forma individual, se han representado los diagramas de Piper y de Schöeller para los distintos grupos de aguas de la figura 8.4., correspondientes a los Barrancos de Tasartico, Tasarte, Veneguera, Mogán, Taurito y Arguineguín, y a la zona de la costa comprendida entre la Playa del Cura y la Playa de la Verga.

Los diagramas de columnas verticales logarítmicas de Schöeller se adaptan bien al estudio de zonas reducidas, con aguas no demasiado diversificadas. En ellos puede verse directamente, por la inclinación de los trazos, algunas relaciones iónicas.

El problema que plantea este tipo de representación es no poder reflejar en un mismo gráfico un conjunto importante de análisis, por ello, en algunos casos es necesario desglosar el conjunto de muestras de un mismo barranco (Barranco Mogán) en varios diagramas.

A continuación se analizan de forma separada cada uno de los grupos de aguas mencionadas anteriormente, con la ayuda de los diagramas de Piper y Schöeller.

#### **8.2.2.1. Barranco Tasartico**

Es el más occidental de los estudiados. En la campaña de muestreo realizada entre noviembre y diciembre de 1990 se recogieron un total de 9 muestras situadas en este barranco. La composición química de las mismas se representa en las figuras 8.5. y 8.6. En general se trata de aguas clorado-bicarbonatadas sodico-magnésicas, en las que la muestra menos salina (414270013) corresponde a un manantial y la de mayor salinidad (414330005), al pozo más profundo, de 61 m.

La relación iónica  $rCa/rMg$  es inferior a la unidad en todos los casos, mientras que  $rNa/rCl$  unas veces es mayor y otras menor que 1. En cuanto a  $rCl/rSO_4$ , se observan valores altos, que pueden llegar a ser superiores a 10.

#### **8.2.2.2. Barranco Tasarte**

En él se sitúan un total de 7 muestras (figs. 8.7. y 8.8.), de composición intermedia entre cloruradas sódicas y clorado-bicarbonatadas sodico-magnésicas, con relaciones iónicas más uniformes que en el Barranco Tasartico.

Barranco Tasartico Nov-Dic 1990

LEYENDA

⊙	41427003	23	01/11/90
△	41427004	24	01/11/90
+	41427006	44	01/11/90
×	41427007	32	01/12/90
◆	41427008	29	01/12/90
+	41427010	01	12/90
×	41427013	0	01/11/90
△	41427014	0	01/11/90
×	41430005	61	01/12/90

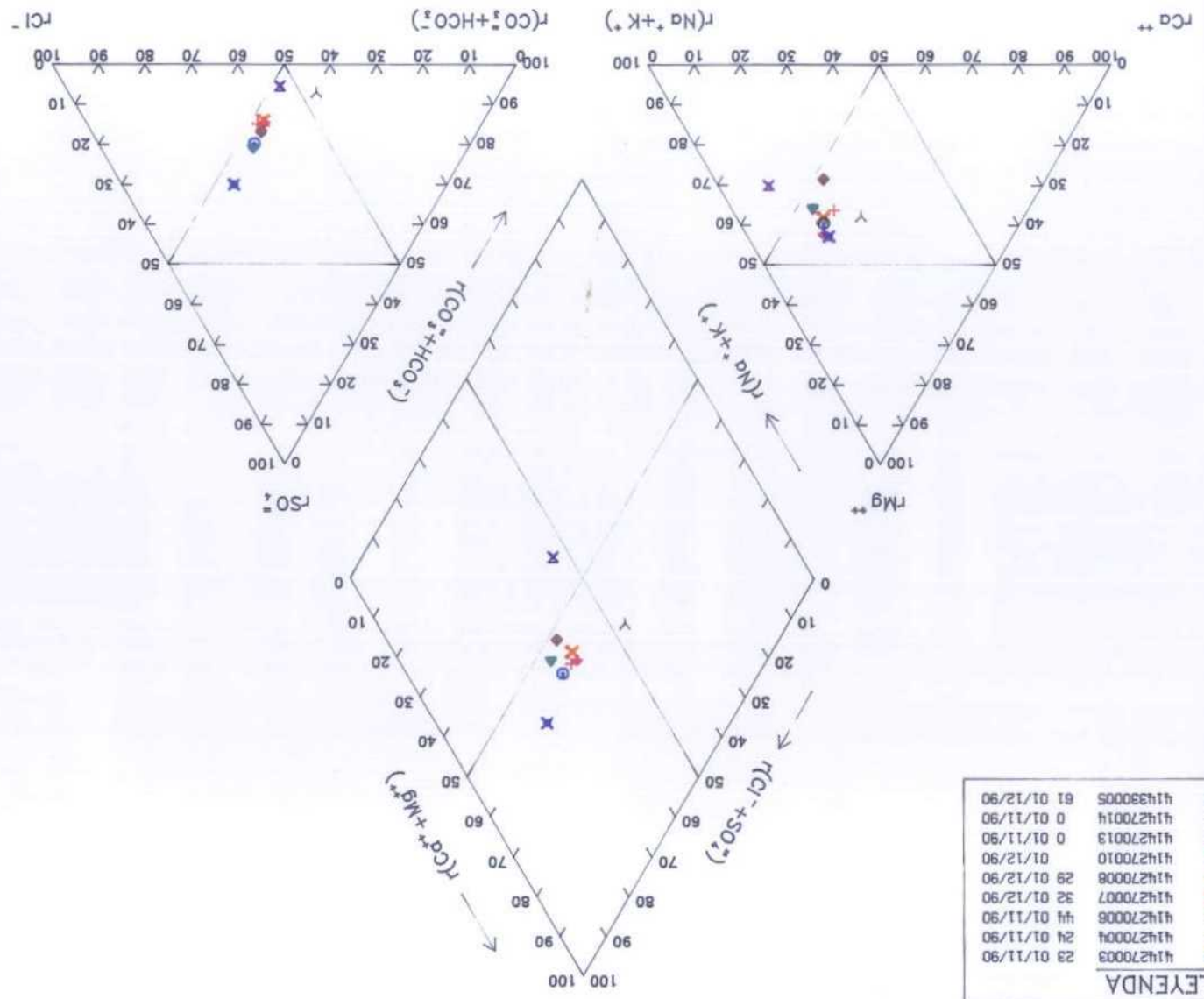


Fig. 8.5. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Tasartico

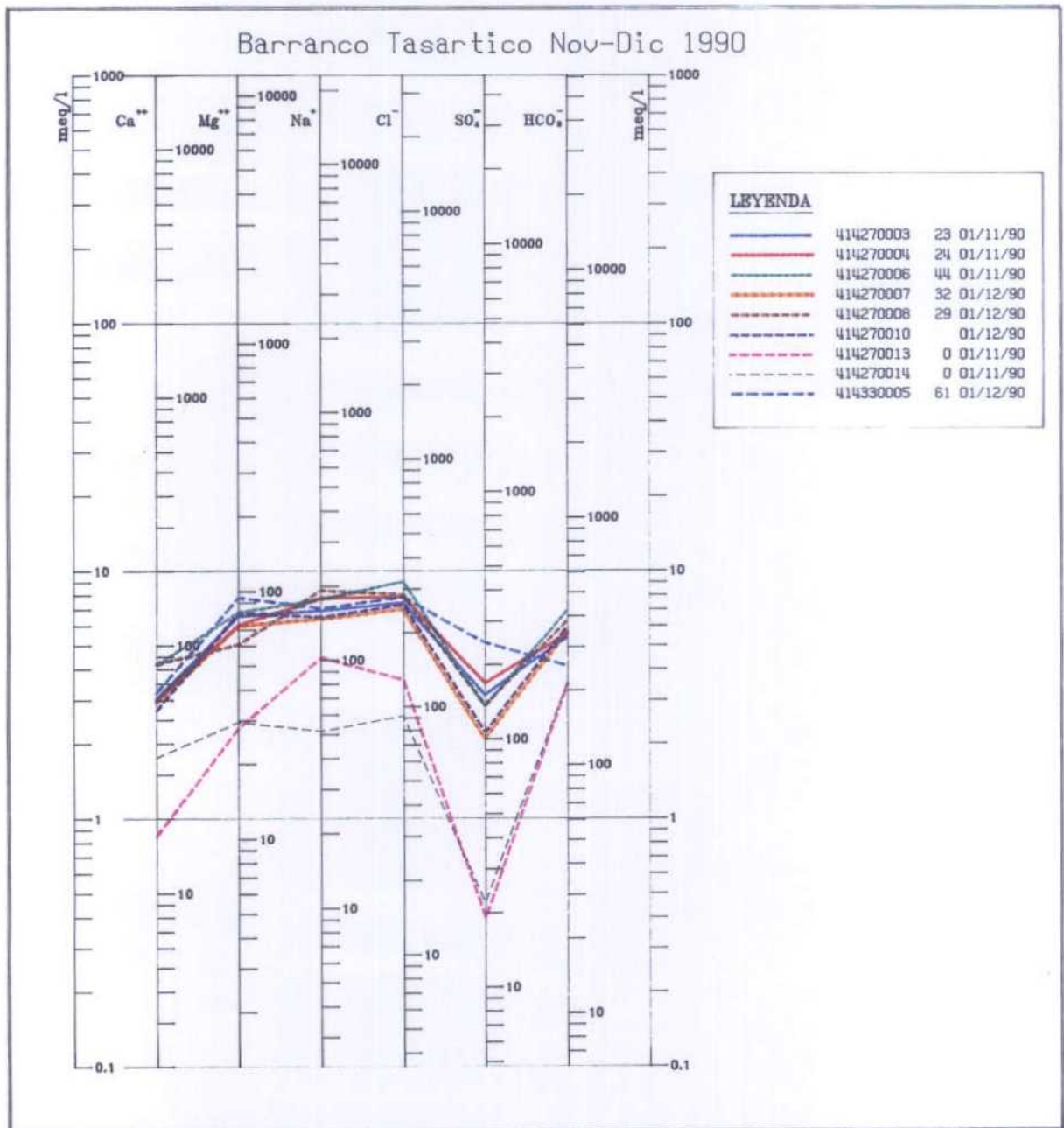


Fig. 8.6. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Tasartico

# Barranco Tasarte Nov-Dic 1990

LEYENDA		
⊙	414270015	34 01/11
▲	414270016	16 01/12
+	414330012	57 01/12
×	414330016	25 01/11
◆	414330020	41 01/12
♦	414330028	61 01/12
×	414330030	107 01/11

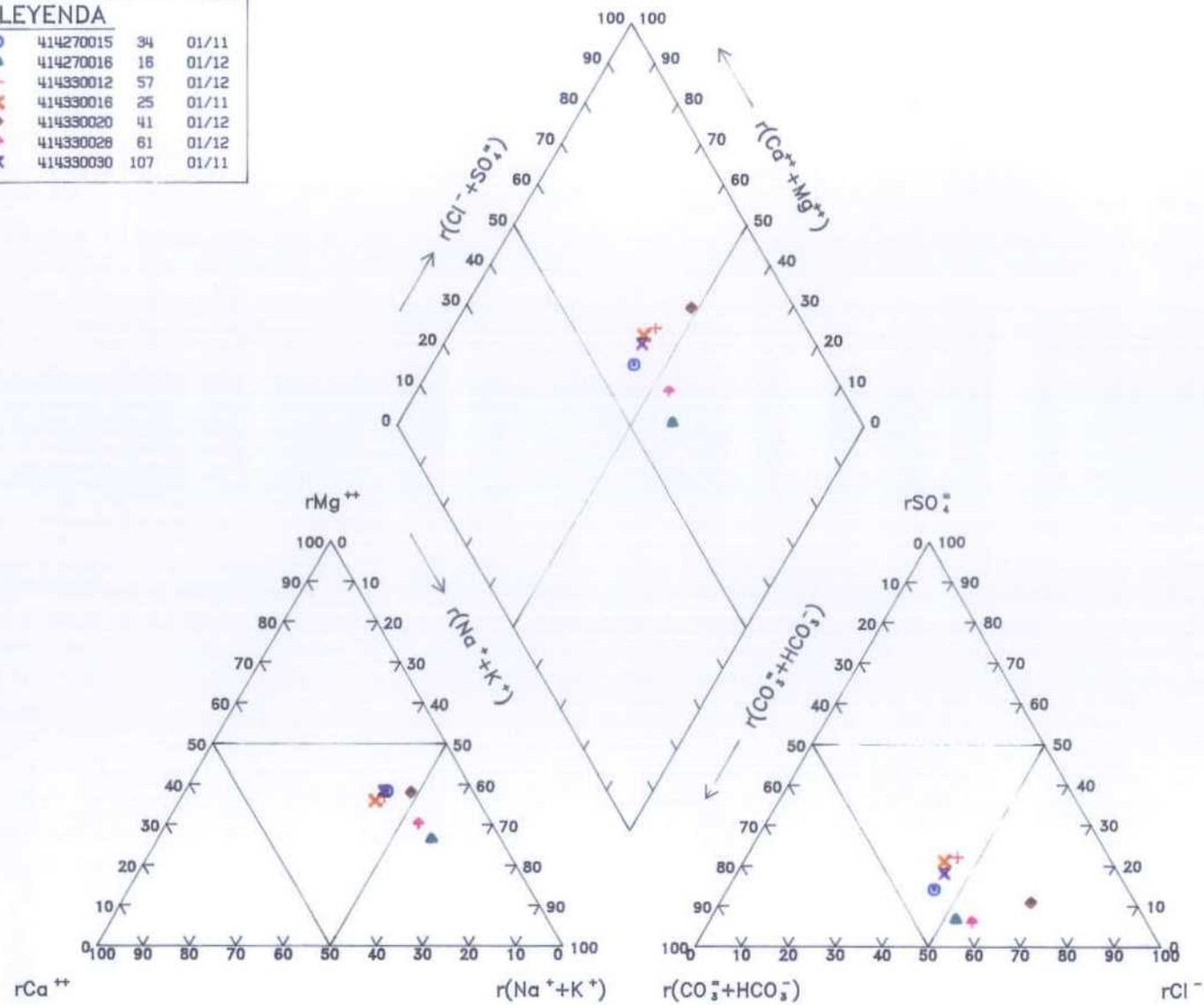


Fig. 8.7. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Tasarte



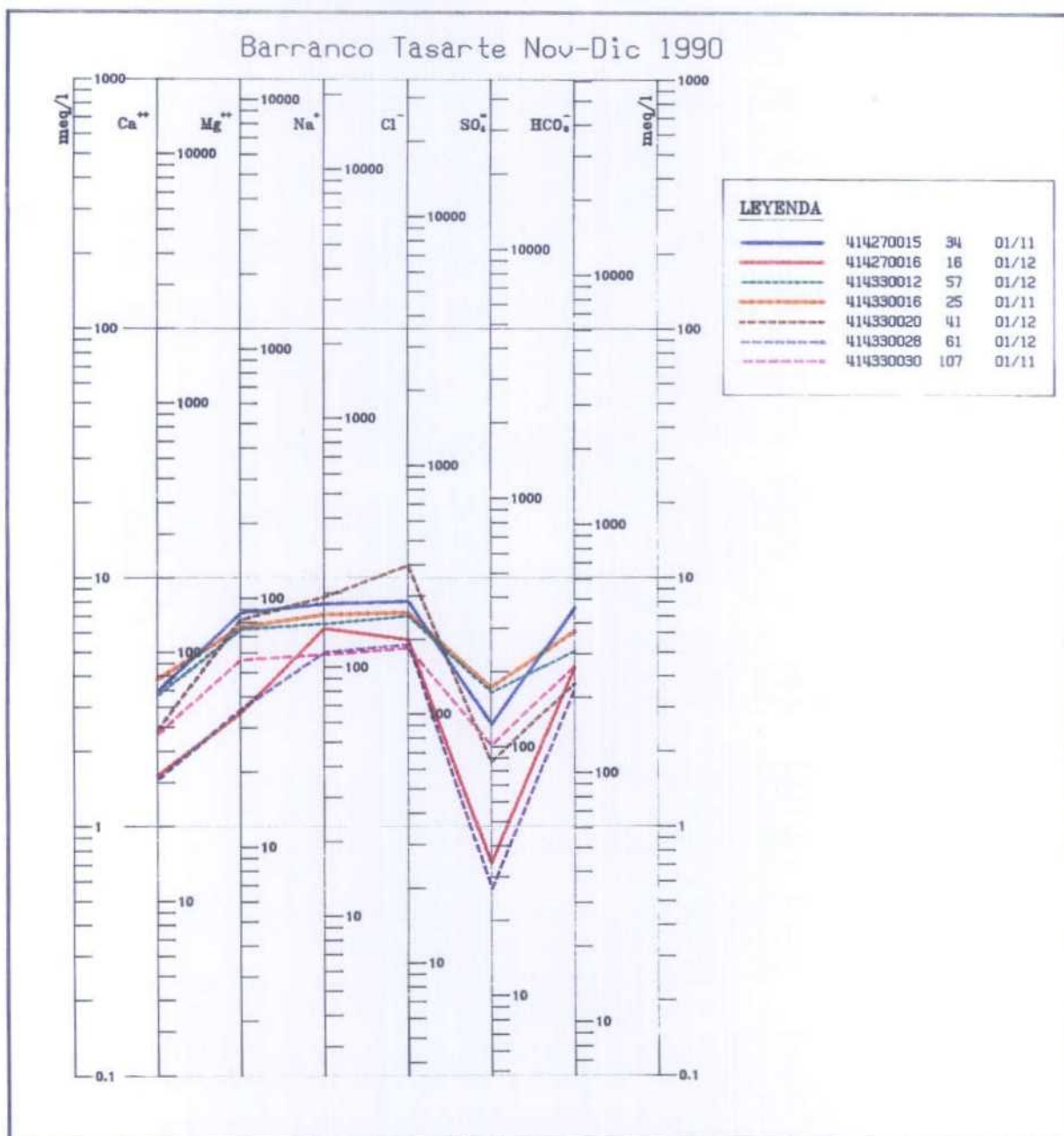


Fig. 8.8. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Tasarte

### 8.2.2.3. Barranco Veneguera

En él aumenta el número de muestras disponibles (16), existiendo mayor densidad de información en la parte alta del barranco. Las profundidades de muestreo oscilan entre 10 y 179 m.

En el diagrama de Piper (Fig. 8.9.) se observa una variación desde términos bicarbonatado-sódicos (414340008) hasta otros clorurado-magnésicos (414340055), con una baja proporción de calcio. En la figura 8.10., se refleja la gran heterogeneidad existente en las aguas subterráneas de este barranco, con variaciones composicionales importantes, especialmente en el caso de los sulfatos, que oscilan entre 5 y 250 mg/l. Destaca la relación  $rCl/rSO_4$ , que alcanza un valor próximo a 20 en la muestra 414340061.

### 8.2.2.4. Barranco Mogán

Se dispone de un conjunto de muestras procedentes de este barranco bastante completo (27 en total), que abarca desde el Paso de Ojeda hasta la Playa de Mogán.

En las figuras 8.11. y 8.12. se incluyen los diagramas de Piper y Schöeller de estas aguas.

En la figura 8.11., se refleja para los cationes la misma tendencia observada en casos anteriores. Las aguas son sódicas o sodico-magnésicas. En cambio, en el triángulo de los aniones existe una mayor diversificación, desde aguas cloruradas a bicarbonatadas, pasando por los términos intermedios clorurado-bicarbonatadas o bicarbonatado-cloruradas. Así, analizando la relación  $rNa/rCl$  de las figuras 8.12.a., 8.12.b. y 8.12.c. se comprueba esta evolución.

Los términos más salinos se localizan generalmente cerca de la costa, y corresponden a las aguas con una concentración de cloruros superior a 350 mg/l.

### 8.2.2.5. Barranco Taurito

Sólo se dispone de dos análisis químicos de las aguas de este barranco, cerca de la costa. Proceden de un pozo de 32 m de profundidad y de un pozo con galería de 171 m de profundidad.

Estas aguas tienen una composición muy similar entre sí (figs. 8.13. y 8.14.), clorurada sódica, con relaciones iónicas semejantes, salvo en el caso de  $rCa/rMg$  y  $rSO_4/rHCO_3$ .

La muestra procedente del pozo (414380007) es la de mayor salinidad (probablemente por su mayor proximidad a la costa), reflejando procesos de precipitación de carbonato cálcico con el aumento de las concentraciones iónicas.

# Barranco Veneguera Nov-Dic 1990

**LEYENDA**

○	414330023	57	01/11/90
▲	414330029	40	01/12/90
+	414330032	179	01/12/90
×	414340008	23	01/12/90
◆	414340009	20	01/12/90
+	414340011	10	01/11/90
×	414340042	148	01/11/90
Y	414340052	14	01/11/90
×	414340053	10	01/12/90
✱	414340054	13	01/12/90
×	414340055	19	01/12/90
+	414340061	84	01/12/90
+	414340062	76	01/12/90
○	414340063	31	01/11/90
▲	414340064	13	01/12/90
+	414340065	21	01/12/90

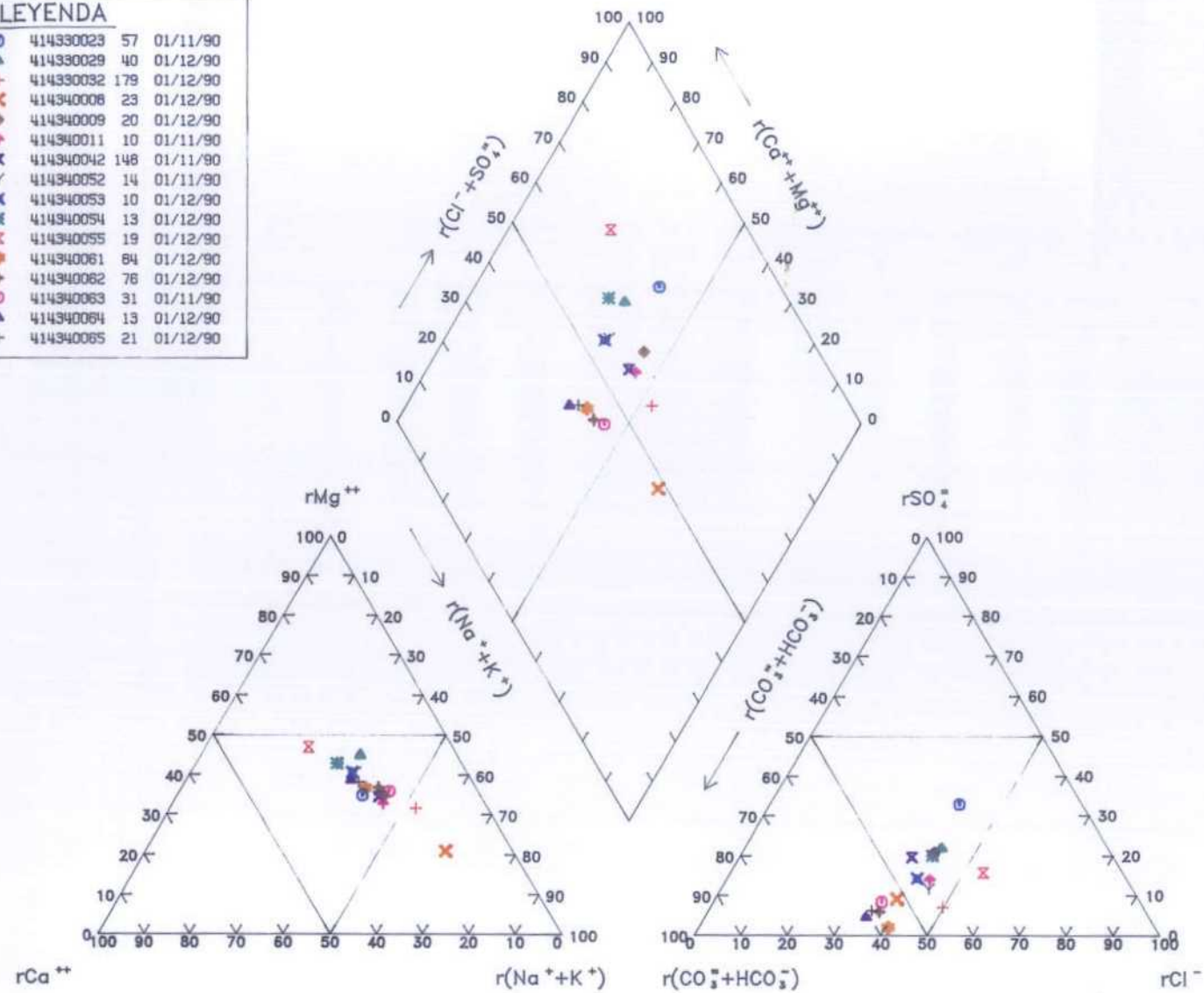


Fig. 8.9. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Veneguera

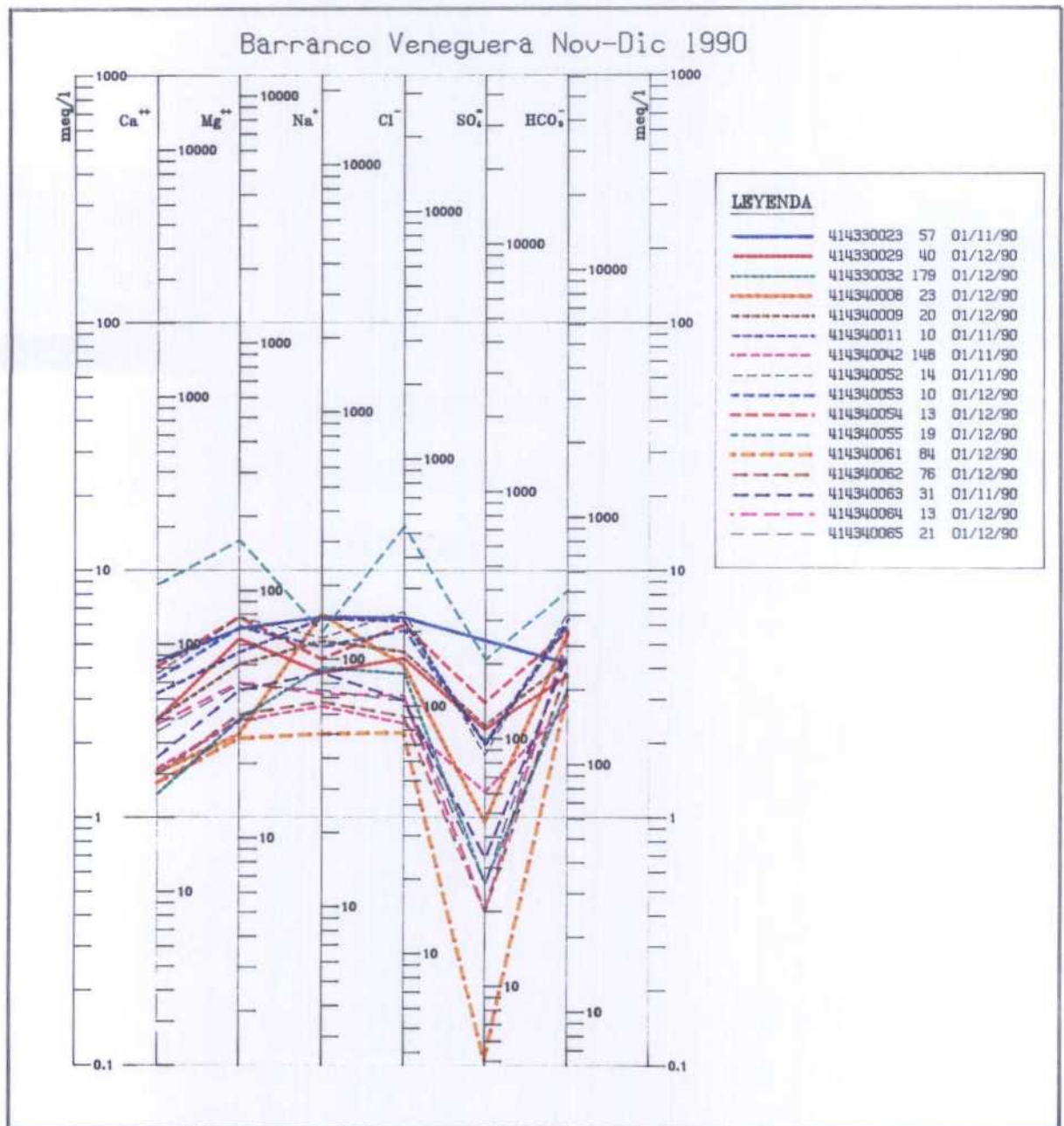


Fig. 8.10. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Veneguera

# Barranco Mogán Nov-Dic 1990

## LEYENDA

⊙	414340012	0	01/11/90
▲	414340013	82	01/12/90
+	414340014	21	01/12/90
×	414340015	73	01/12/90
◆	414340016		01/11/90
+	414340020	20	01/11/90
×	414340021	112	01/12/90
Y	414340022	60	01/12/90
×	414340024	77	01/12/90
⊗	414340025	69	01/12/90
×	414340027	90	01/11/90
+	414340028	69	01/12/90
+	414340032	106	01/11/90
⊙	414340037	130	01/11/90
▲	414340043	68	01/12/90
+	414340047	60	01/11/90
×	414340049	29	01/11/90
◆	414340050	56	01/12/90
+	414340051	25	01/12/90
×	414340057	37	01/12/90
Y	414340058	49	01/12/90
×	414340068		01/11/90
⊗	414340069	69	01/12/90
×	414340070	53	01/11/90
◆	414340074	109	01/12/90
+	414370002	10	01/11/90
⊙	414370003	5	01/12/90

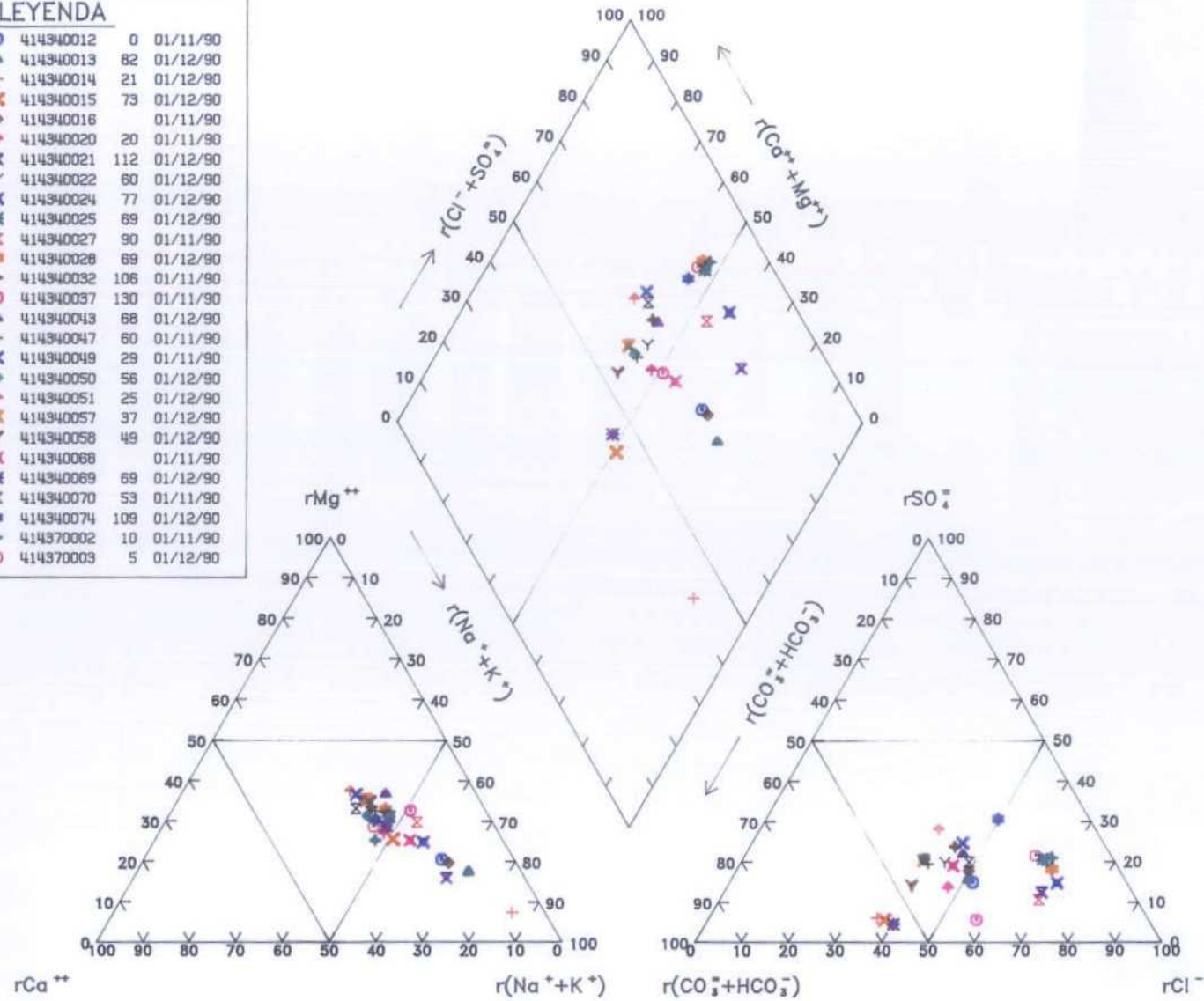


Fig. 8.11. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Mogán

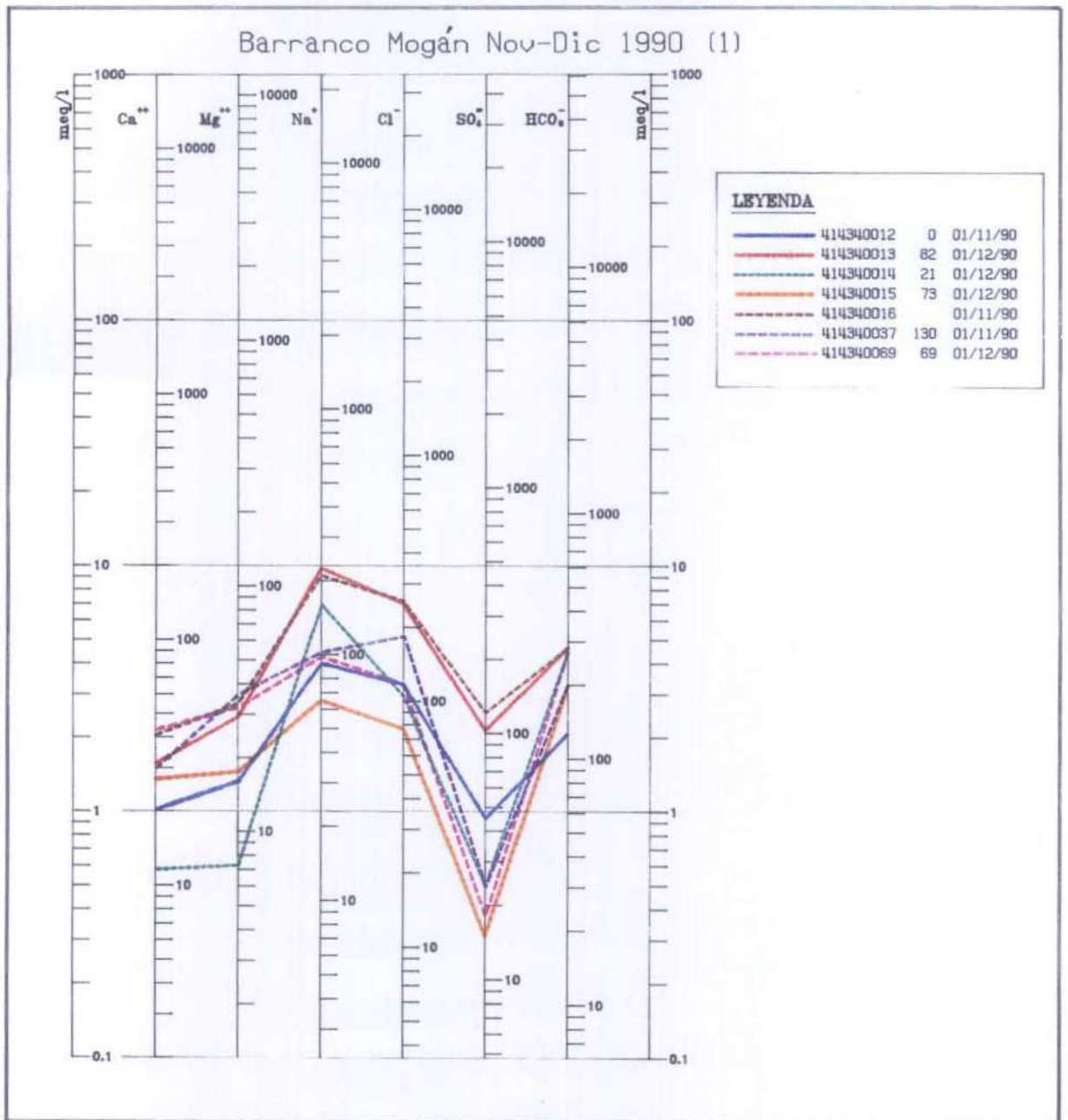
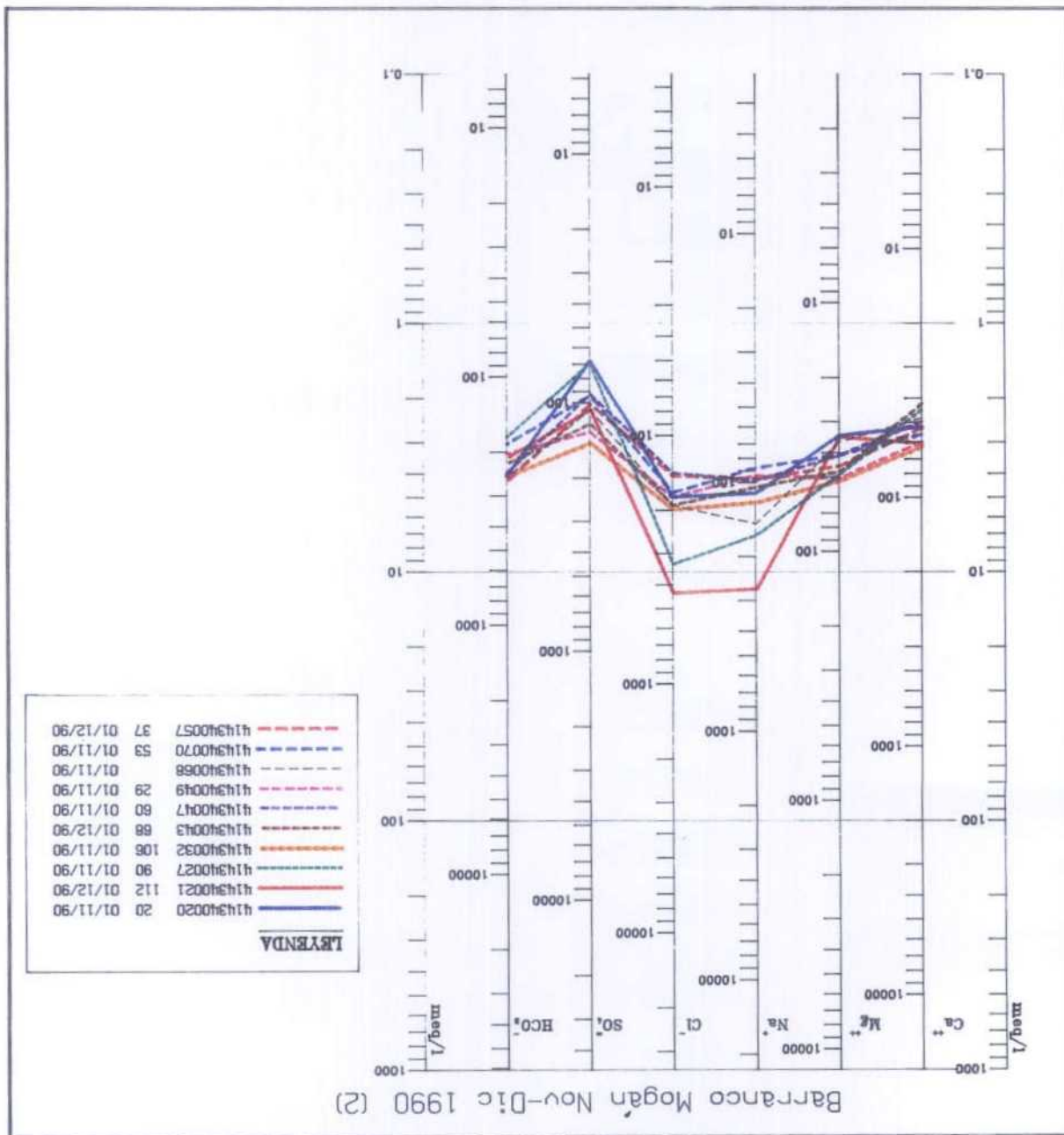


Fig. 8.12.a. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Mogán (1)

Fig. 8.12.b: Diagrama de Scheller de las aguas procedentes del Barranco Mogán (2)



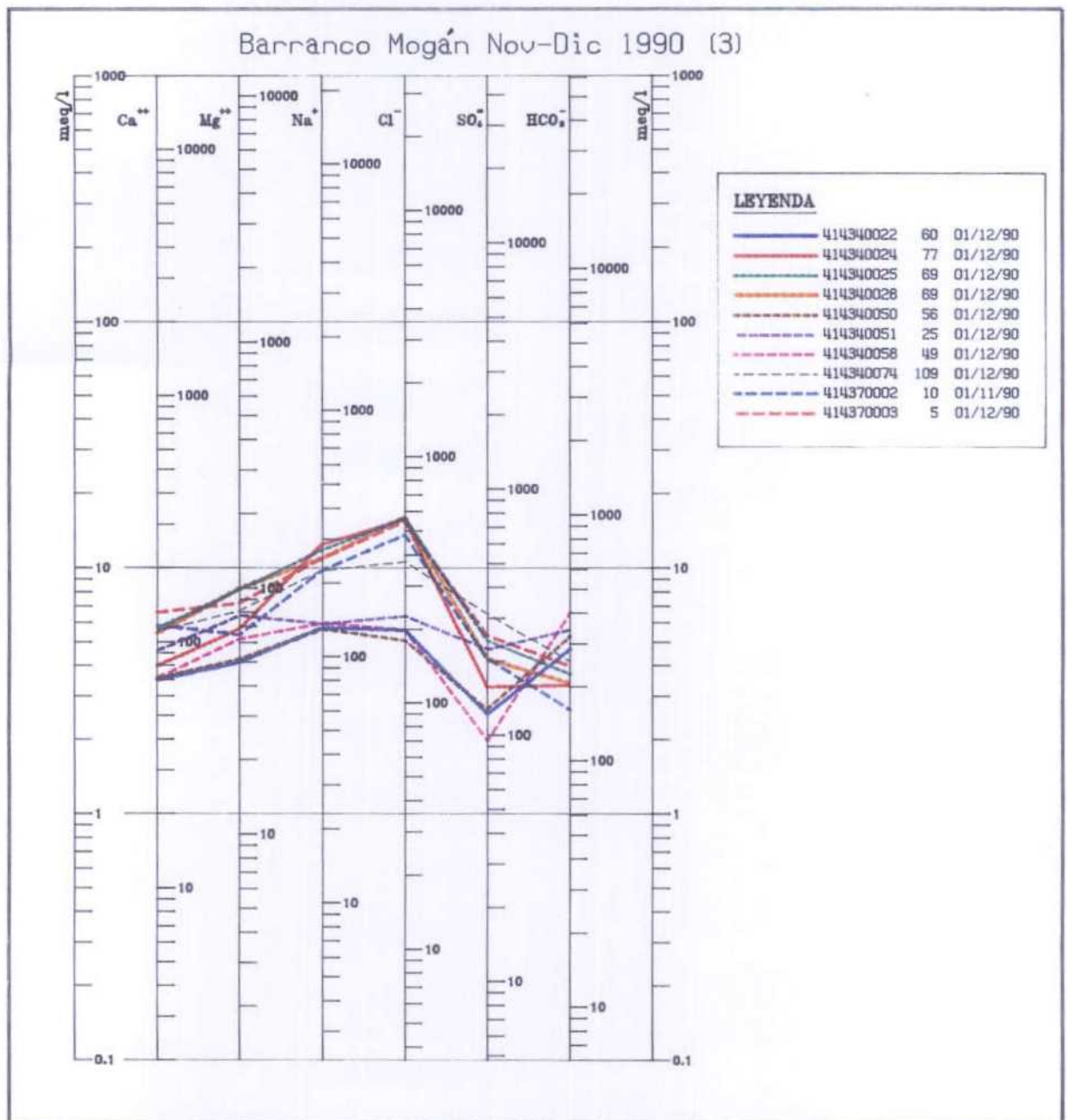


Fig. 8.12.c. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Mogán (3)



# Barranco Taurito Nov-Dic 1990

LEYENDA		
⊙	414380006	171 01/12/
▲	414380007	32 01/12/

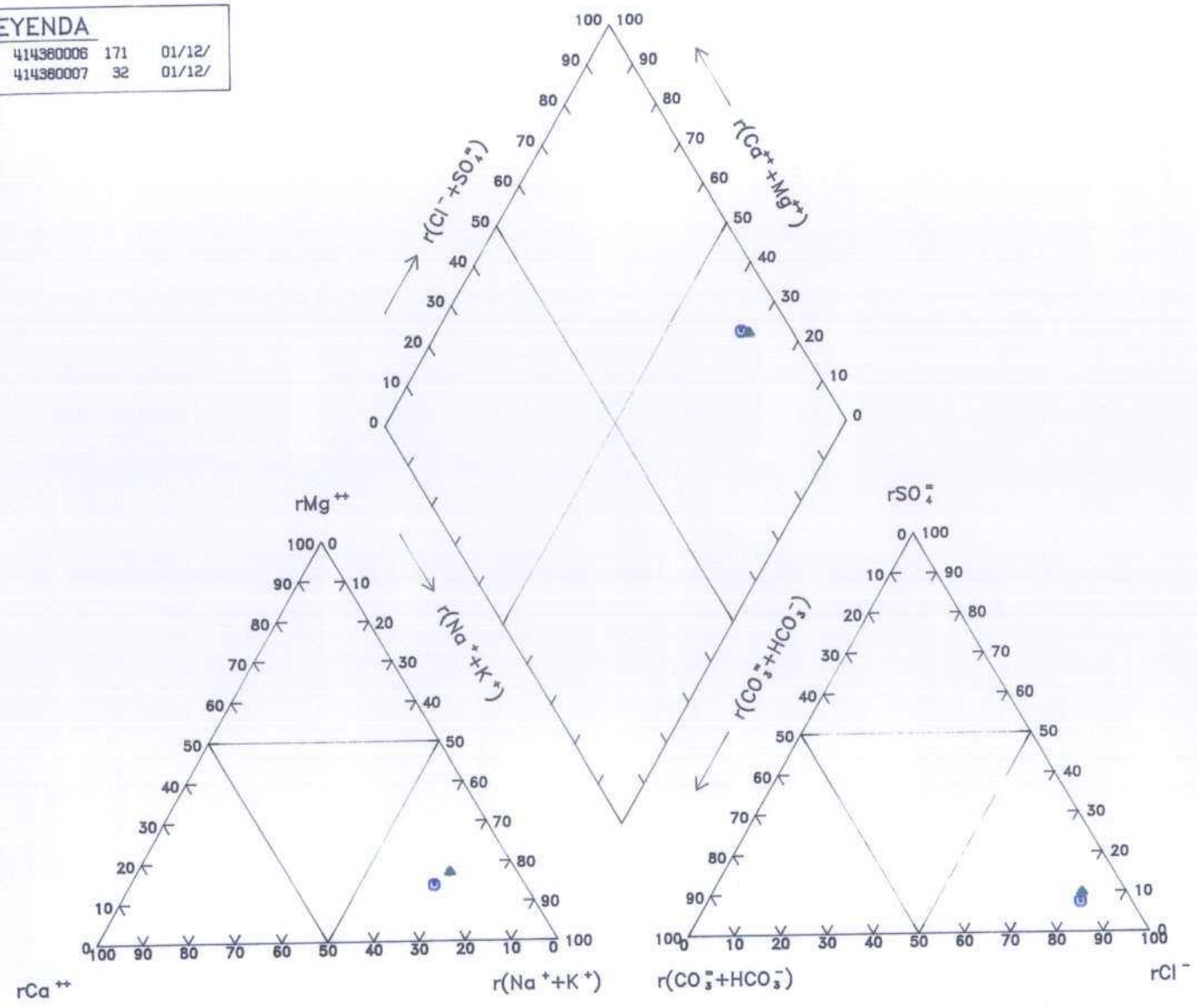


Fig. 8.13. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Taurito

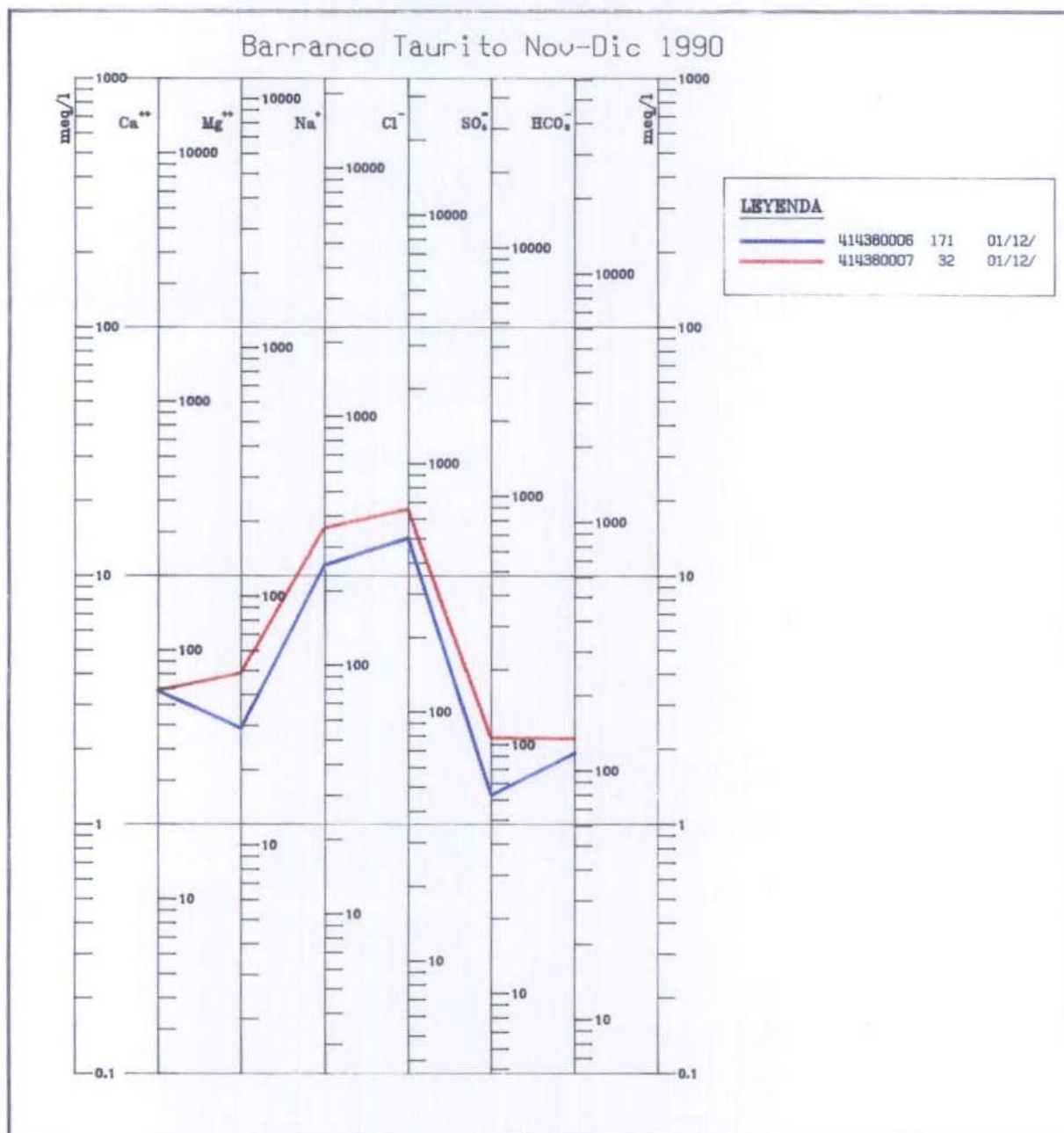


Fig. 8.14. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Taurito

#### **8.2.2.6. Barranco Arguineguín**

Es el más oriental de los estudiados, y aunque tiene una longitud elevada, sólo se dispone de muestras de aguas procedentes de su parte central, existiendo un vacío de información en las zonas extremas.

Las figuras 8.15. y 8.16. recogen los diagramas de Piper y Schöeller de estas muestras. La composición de las mismas es clorurada sódica, con una variación elevada en los contenidos de  $Mg^{++}$  y  $SO_4^-$ , que oscilan entre 3 y 45 mg/l para el magnesio y entre 7 y 130 mg/l para los sulfatos.

#### **8.2.2.7. Playa del Cura - Playa de La Verga**

Por último se consideran aquí los análisis químicos procedentes de la zona comprendida entre la Playa del Cura y de La Verga, que en su mayor parte se sitúan en las proximidades de la costa, y su número no es el suficiente para dividir este grupo y hacer el estudio por barrancos.

Estas muestras proceden de pozos que llegan a alcanzar los 270 m de profundidad (414380015). Como en ocasiones anteriores, las aguas que aquí se analizan son cloruradas sódicas, con una elevada salinidad y relaciones iónicas semejantes entre sí (figs. 8.17. y 8.18.).

### **8.3. Distribución espacial de la calidad**

Una vez conocidas las características generales de las aguas subterráneas del suroeste de la isla de Gran Canaria, se analiza aquí la distribución espacial que presenta la calidad de las mismas.

Para dicho estudio se incluyen los diagramas de Stiff de cada punto muestreado en un mapa donde figura además la situación de los barrancos, y algunas de las poblaciones de interés.

Este mapa hidrogeoquímico permite relacionar la composición global del agua subterránea con su situación geográfica. Además de esta figura, se han elaborado una serie de mapas de isolíneas de algunos constituyentes mayoritarios específicos, así como de relaciones iónicas de interés, que permite localizar puntos singulares con concentraciones anómalas.

# Barranco Arguineguín Nov-Dic 1990

## LEYENDA

⊙	414340041	112	01/11/90
▲	414380001	85	01/11/90
+	424310002		01/12/90
×	424310003	134	01/11/90
◆	424310008	171	01/12/90
◇	424310009	194	01/12/90
×	424310013	139	01/11/90
Y	424350027	93	01/12/90
×	424350028	77	01/11/90
※	424350030	95	01/11/90

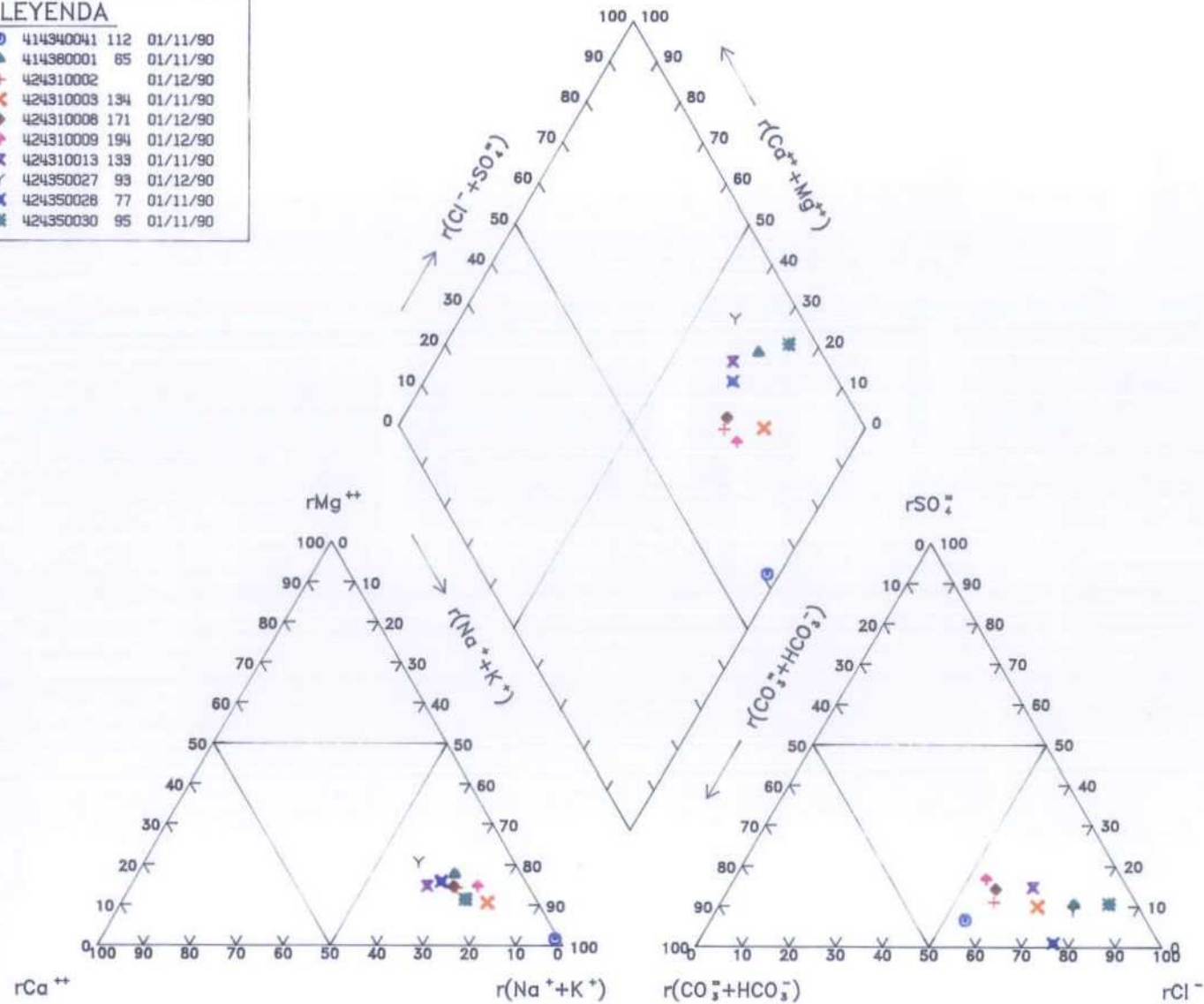


Fig. 8.15. Diagrama de Piper de las aguas procedentes del Barranco Arguineguín

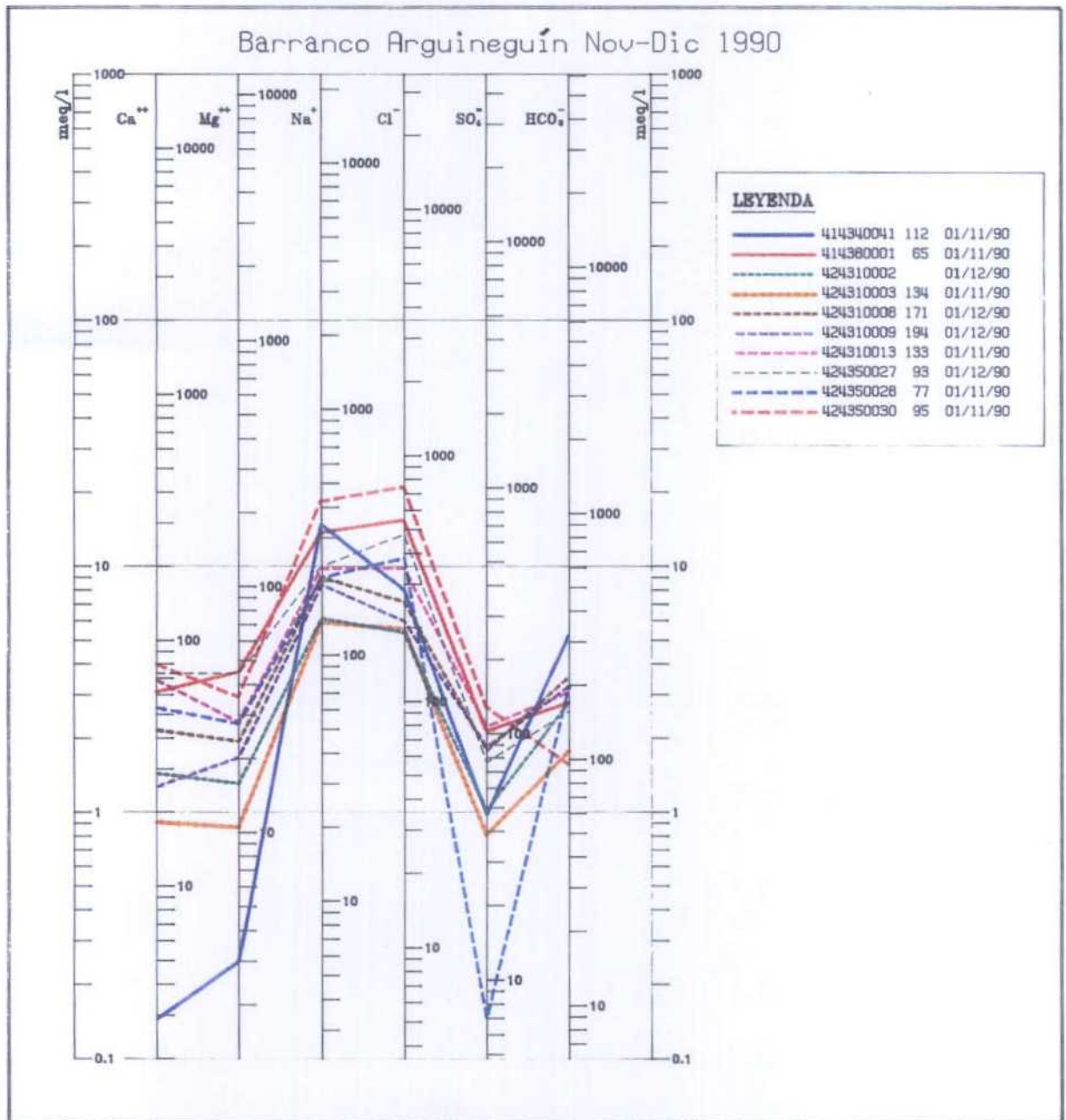


Fig. 8.16. Diagrama de Schöeller de las aguas procedentes del Barranco Arguineguín

Playa del Cura- Playa de la Verga Nov-Dic 1990

LEYENDA			
⊙	414380005	81	01/11
▲	414380009	55	01/11
+	414380010	39	01/11
×	414380011	112	01/12
◆	414380012		01/12
+	414380013	25	01/12
×	414380014	75	01/12
Y	414380015	270	01/11
×	414380016	86	01/12
⊗	414380017	100	01/11
⊗	414380018	111	01/12

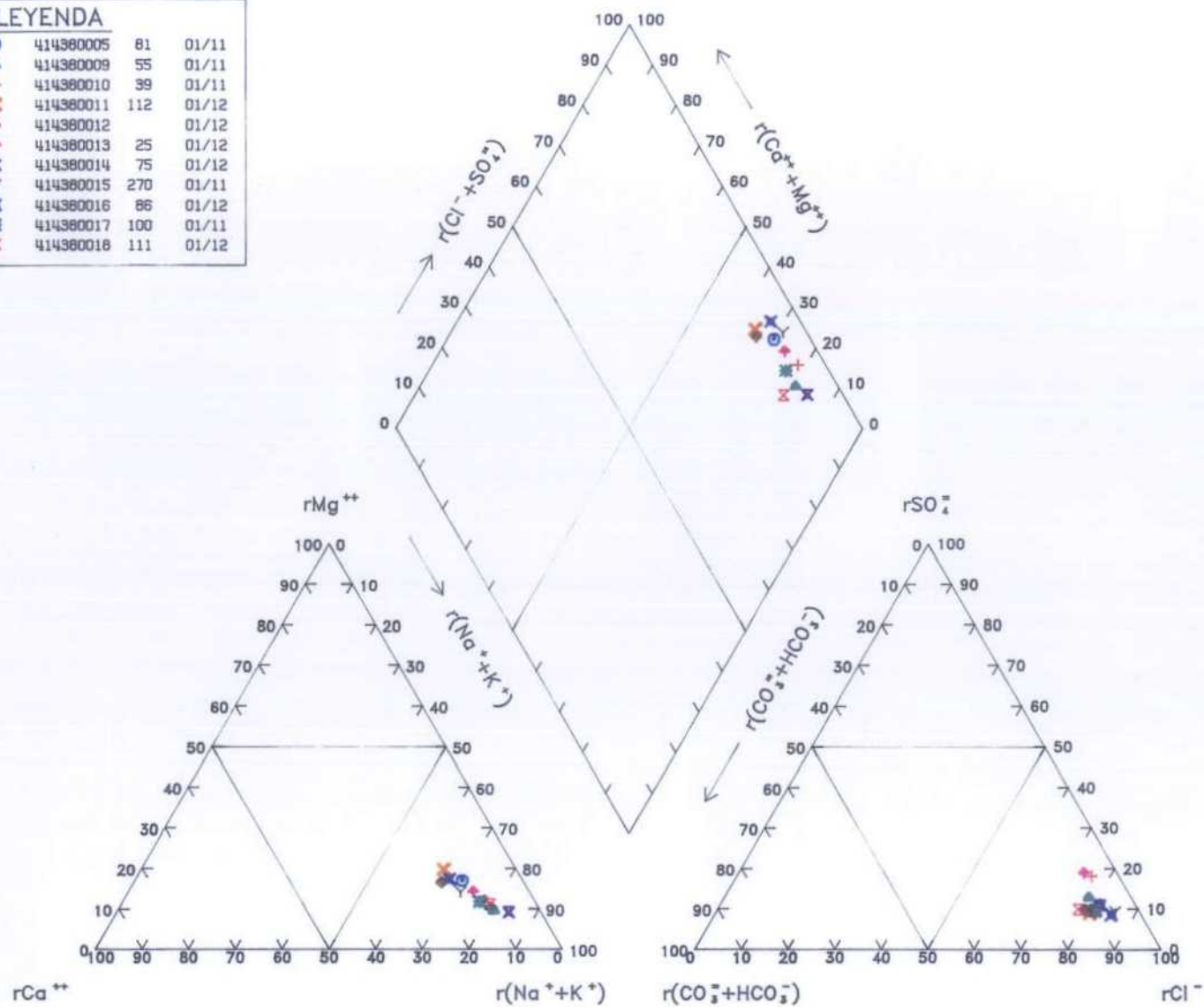


Fig. 8.17. Diagrama de Piper de las aguas de la zona Playa del Cura - Playa de la Verga

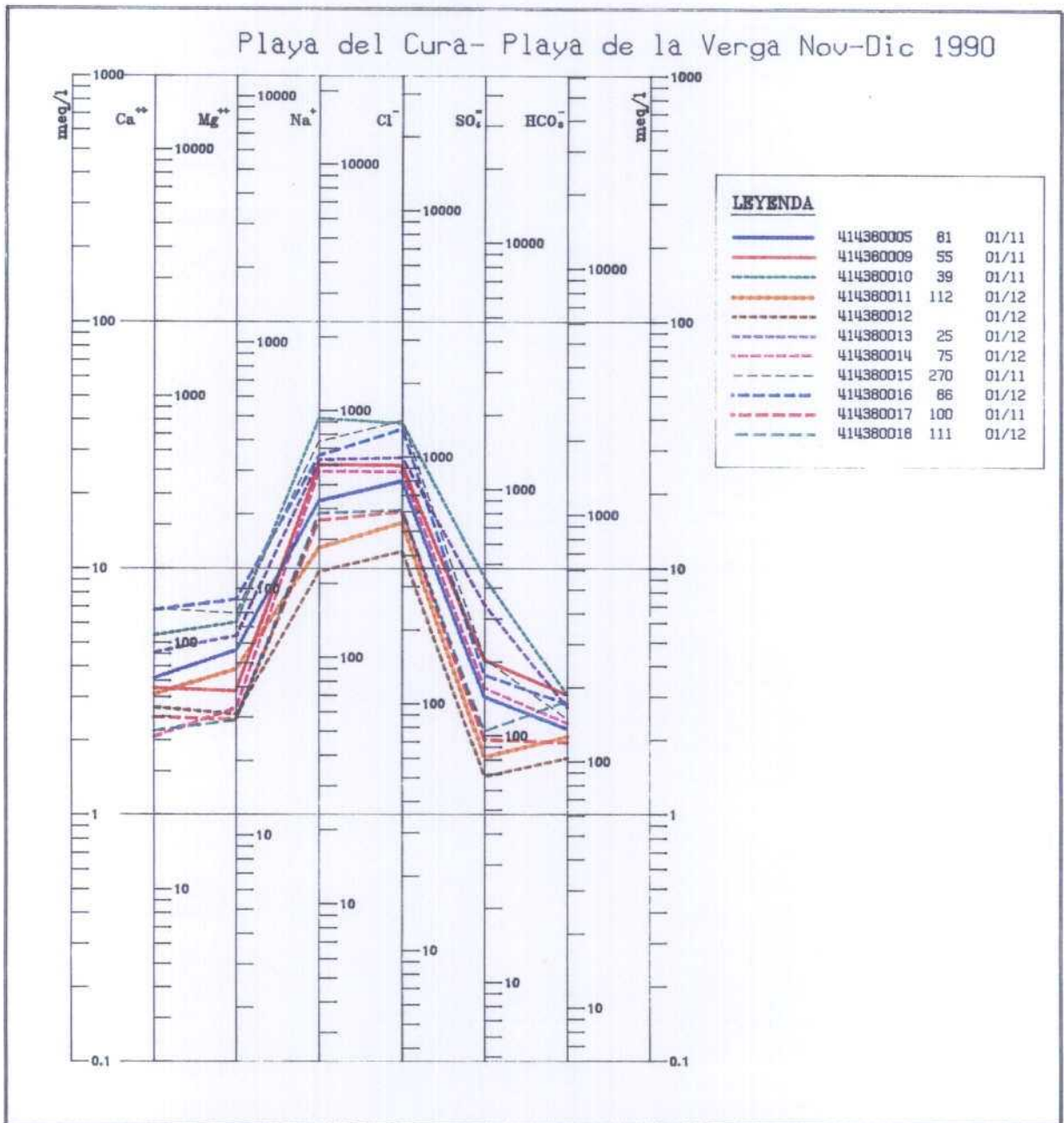


Fig. 8.18. Diagrama de Schöeller de las aguas de la zona Playa del Cura - Playa de la Verga

### **8.3.1. Mapa hidrogeoquímico. Diagramas de Stiff**

Los diagramas de Stiff se obtienen al tomar, sobre semirectas paralelas, segmentos proporcionales a las concentraciones de los iones, uniendo los extremos para dar así un polígono. Se emplean valores absolutos de meq/l y no porcentajes, ya que de este modo el tamaño del diagrama es proporcional a la salinidad total del agua a que se refiere.

Cada diagrama representa un único análisis. La forma de la figura resultante da idea del tipo de agua. Para aguas muy concentradas o muy diluídas el tamaño del diagrama obliga en ocasiones a reducir o ampliar la escala, indicándolo con un rayado especial del polígono. Aquí, para observar con más facilidad y de forma más intuitiva las variaciones encontradas, se ha empleado una única escala.

Con los diagramas correspondientes a las 84 muestras de agua recogidas entre noviembre y diciembre de 1990, se ha elaborado un mapa (Plano 5), que permite visualizar con rapidez la distribución espacial de los diagramas de Stiff, y con ellos, la de la composición química que presentan.

En el plano 5 se observa como las aguas más salinas (diagramas de mayor tamaño) se sitúan cerca de la costa, en el Barranco Mogán, y sobre todo en la zona comprendida entre la Playa del Cura y la Playa de la Verga. La muestra más salina, 414380010, corresponde a un pozo de 39 m de profundidad existente en la Urbanización del Cura, a unos 2 km de la costa.

Destaca la elevada proporción de  $Mg^{++}$  de algunas muestras de los Barrancos Tasartico, Tasarte, Mogán y Veneguera, especialmente, la del pozo 414340055, de 19 m de profundidad existente en Las Casas de Veneguera, donde se registra una concentración de  $Mg^{++}$  de 160 mg/l.

Las aguas procedentes del Barranco Arguineguín poseen bajos contenidos de alcalino-térreos (calcio y magnesio), presentando una composición clorurada sódica.

### **8.3.2. Mapas de isolíneas de los constituyentes mayoritarios**

Se han representado los resultados obtenidos en el muestreo de noviembre-diciembre de 1990, para una serie de parámetros, en un mapa de la zona de estudio y se han trazado líneas que unen valores semejantes. En los mapas de isocontenidos resultantes se observa así la distribución espacial que presentan determinadas especies, así como algunas relaciones iónicas significativas.

En las figuras 8.19. a 8.28. se recogen los mapas elaborados con los valores de conductividad, pH, calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos.



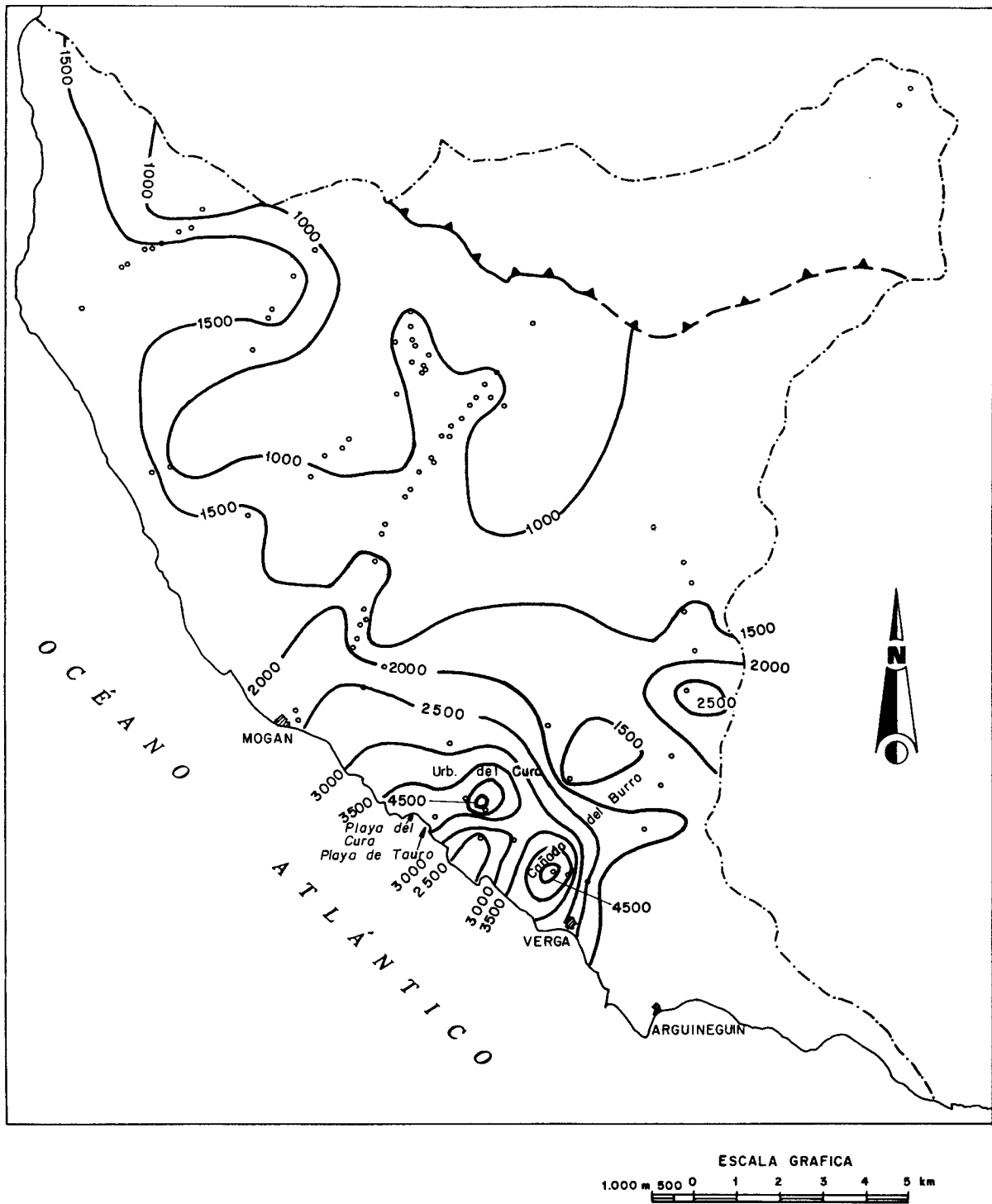


Fig.8.19. Mapa de isovalores de conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ ) Nov-Dic 1990.

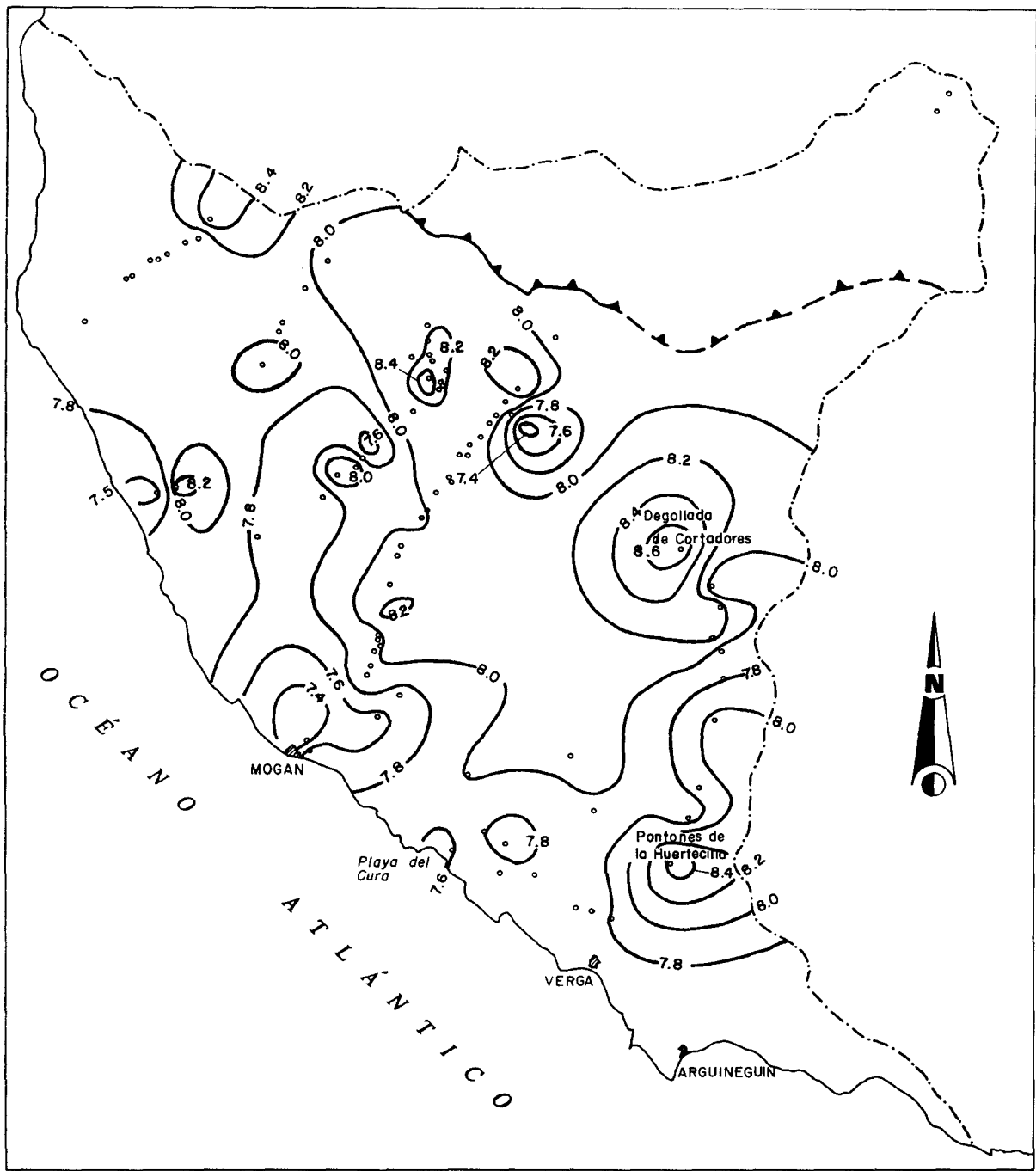


Fig.8.20. Mapa de isovalores de pH, Nov-Dic 1990.

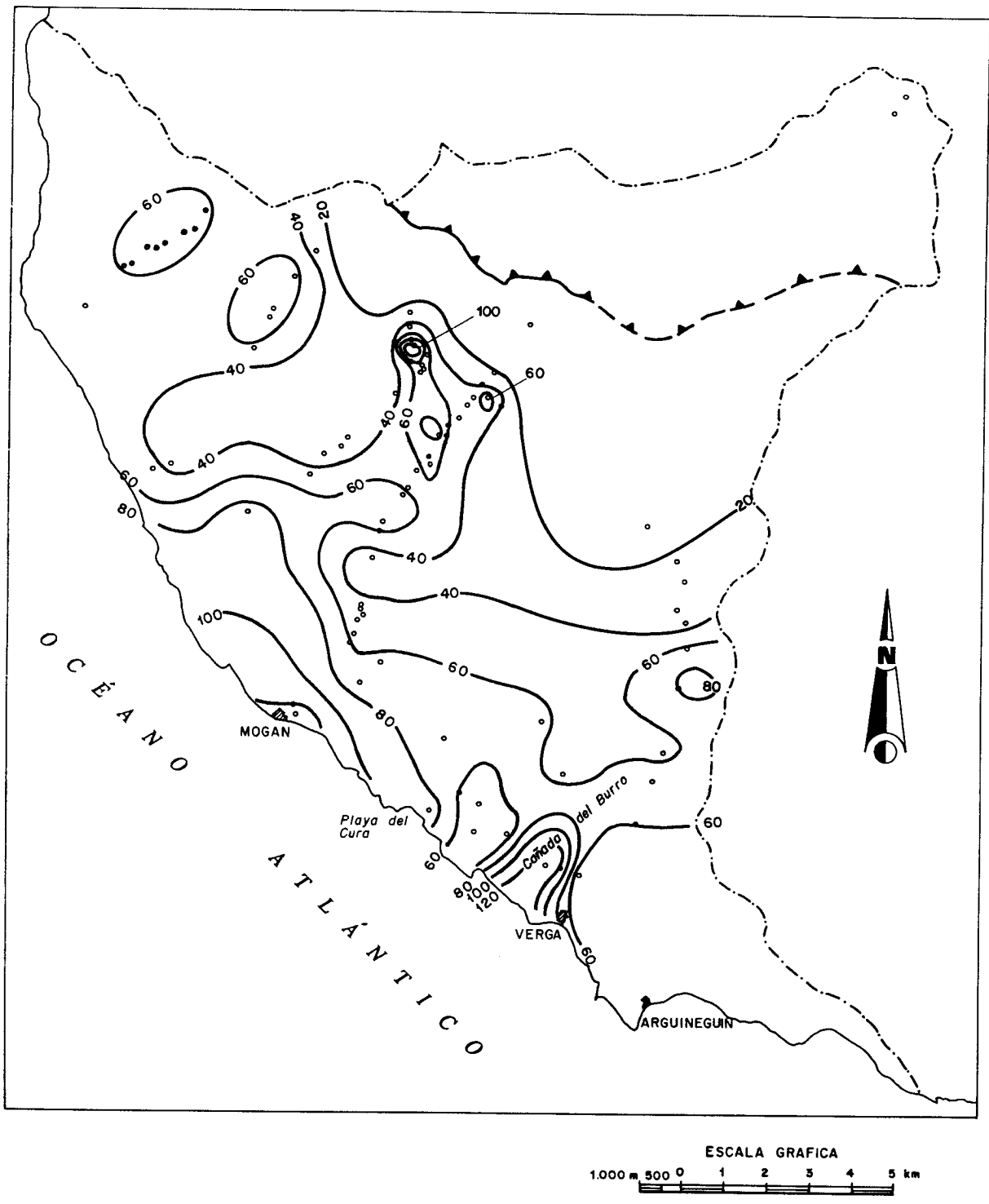


Fig.8.21. Mapa de isovalores de  $Ca^{++}$  (mg/l), Nov-Dic 1990.

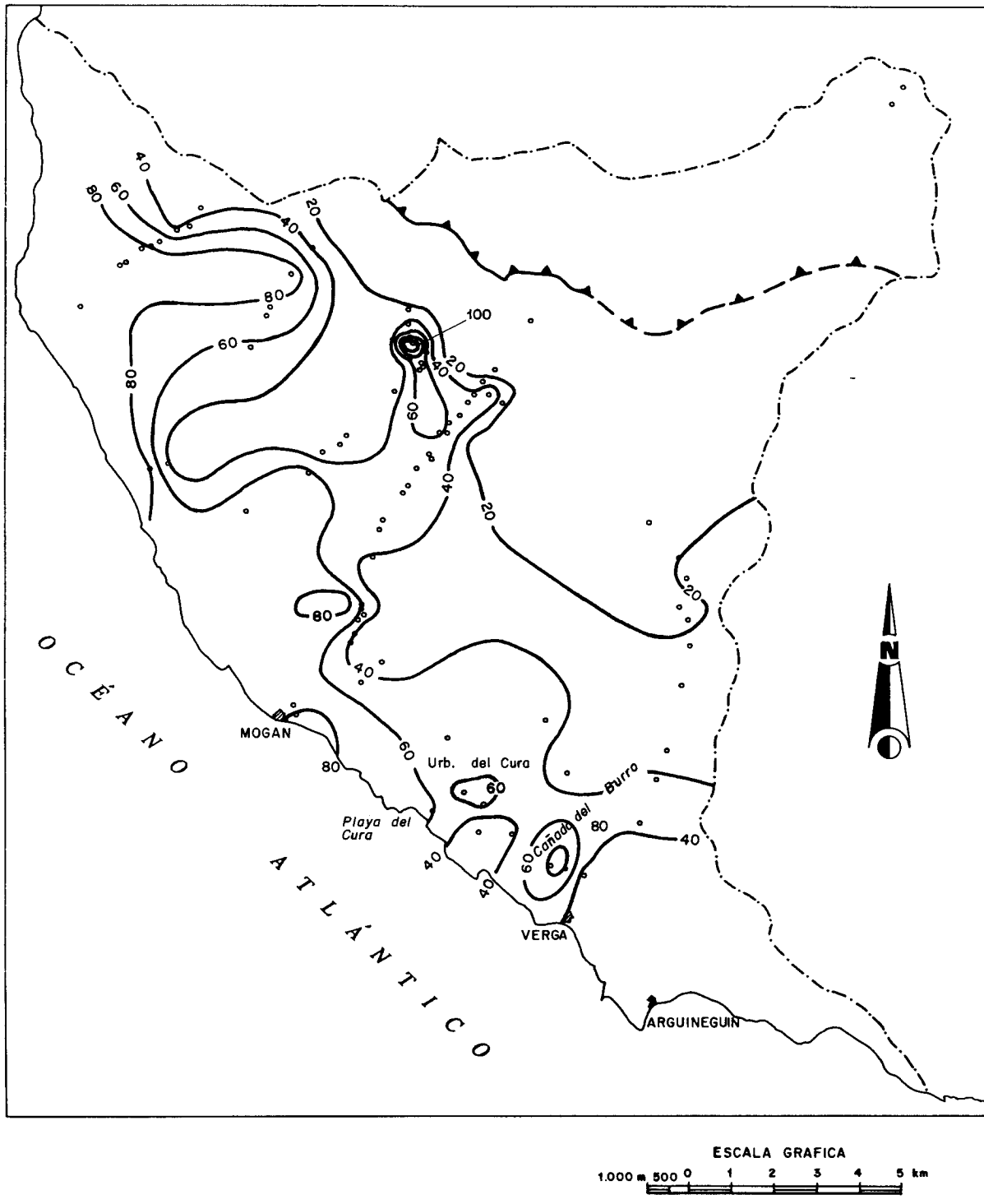


Fig.8.22. Mapa de isovalores de  $Mg^{++}$  (mg/l), Nov-Dic 1990.

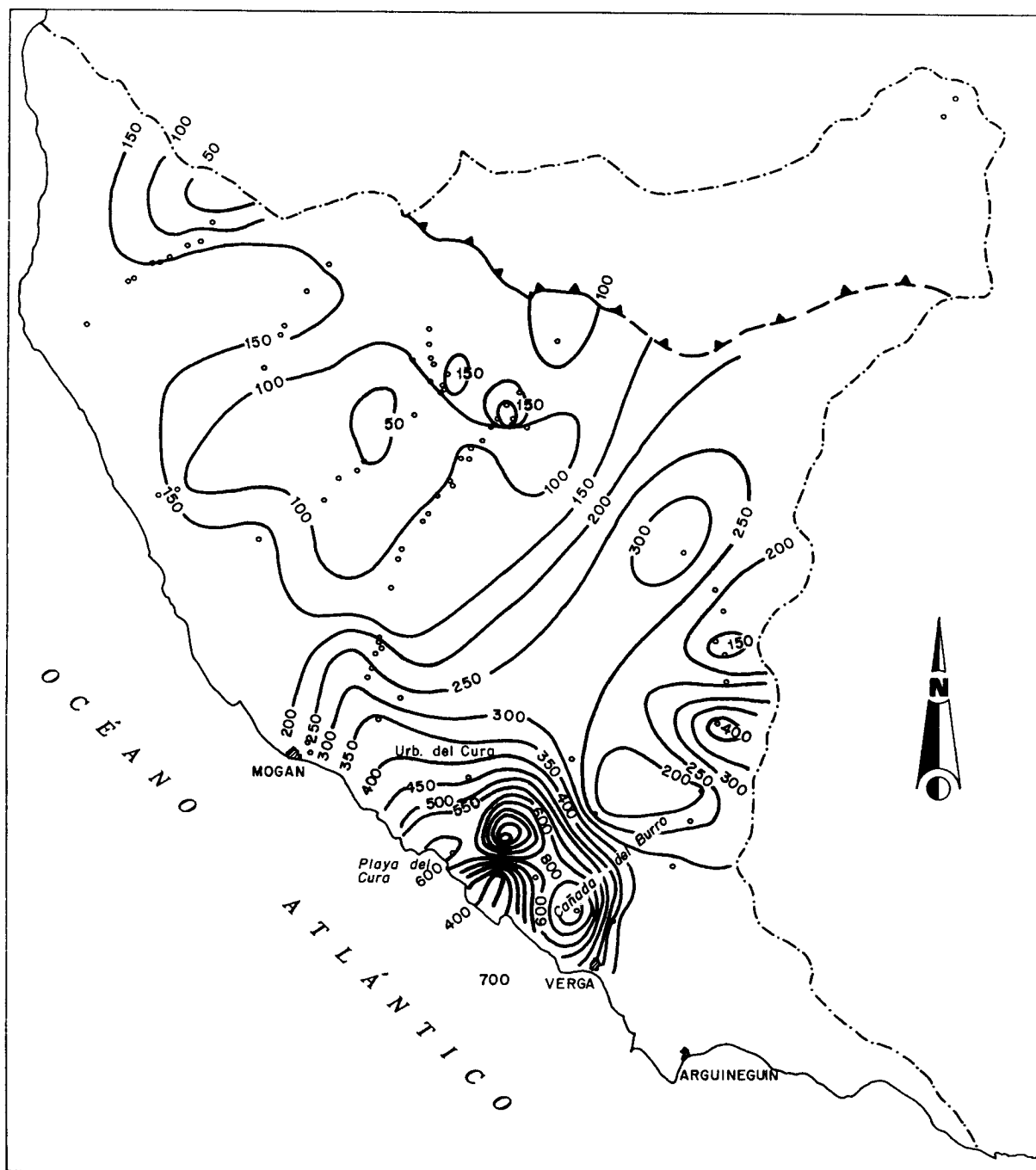


Fig.8.23. Mapa de isovalores de  $\text{Na}^+$  (mg/l), Nov-Dic 1990.

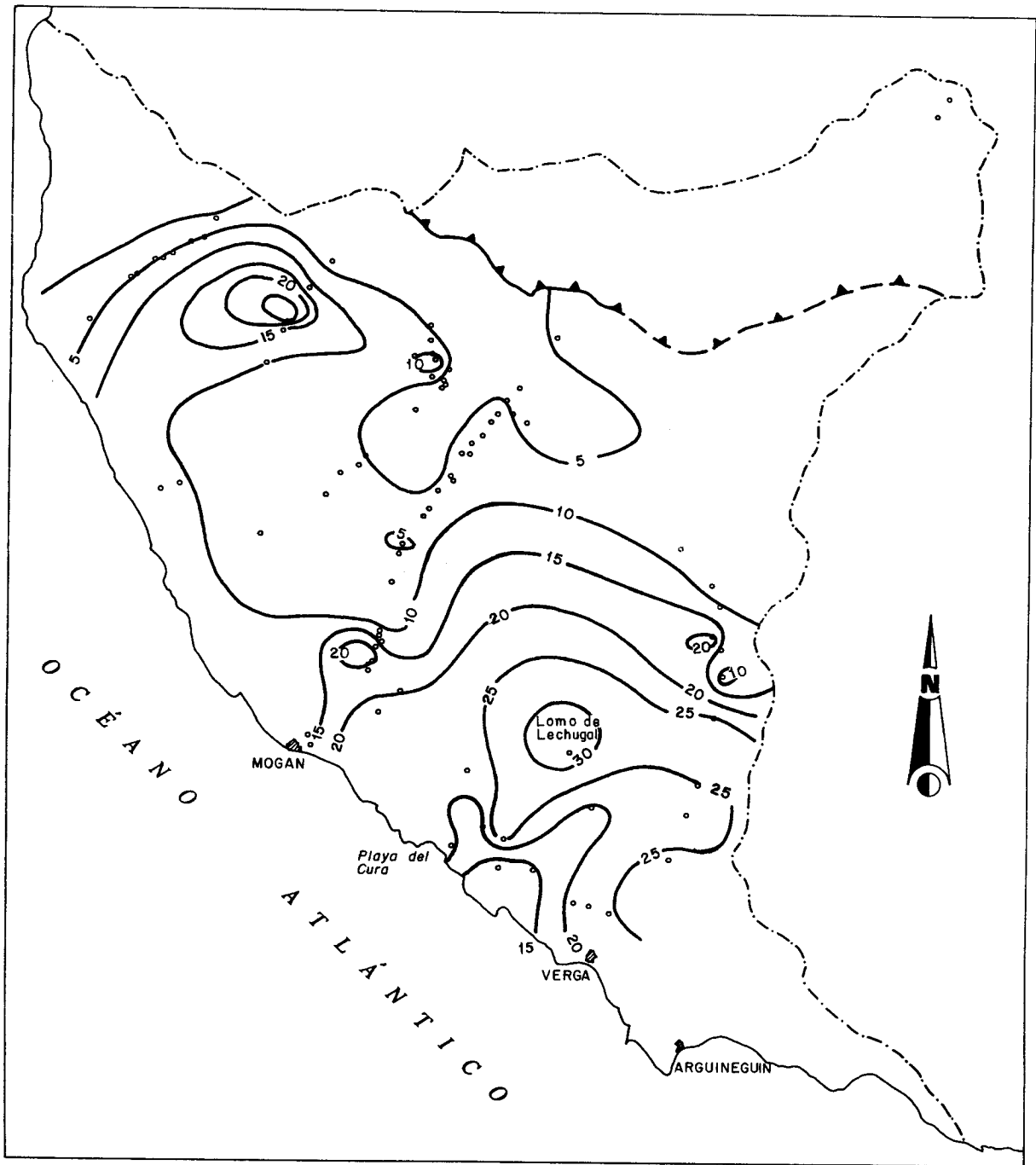


Fig.8.24. Mapa de isovalores de  $K^+$  (mg/l), Nov-Dic 1990.

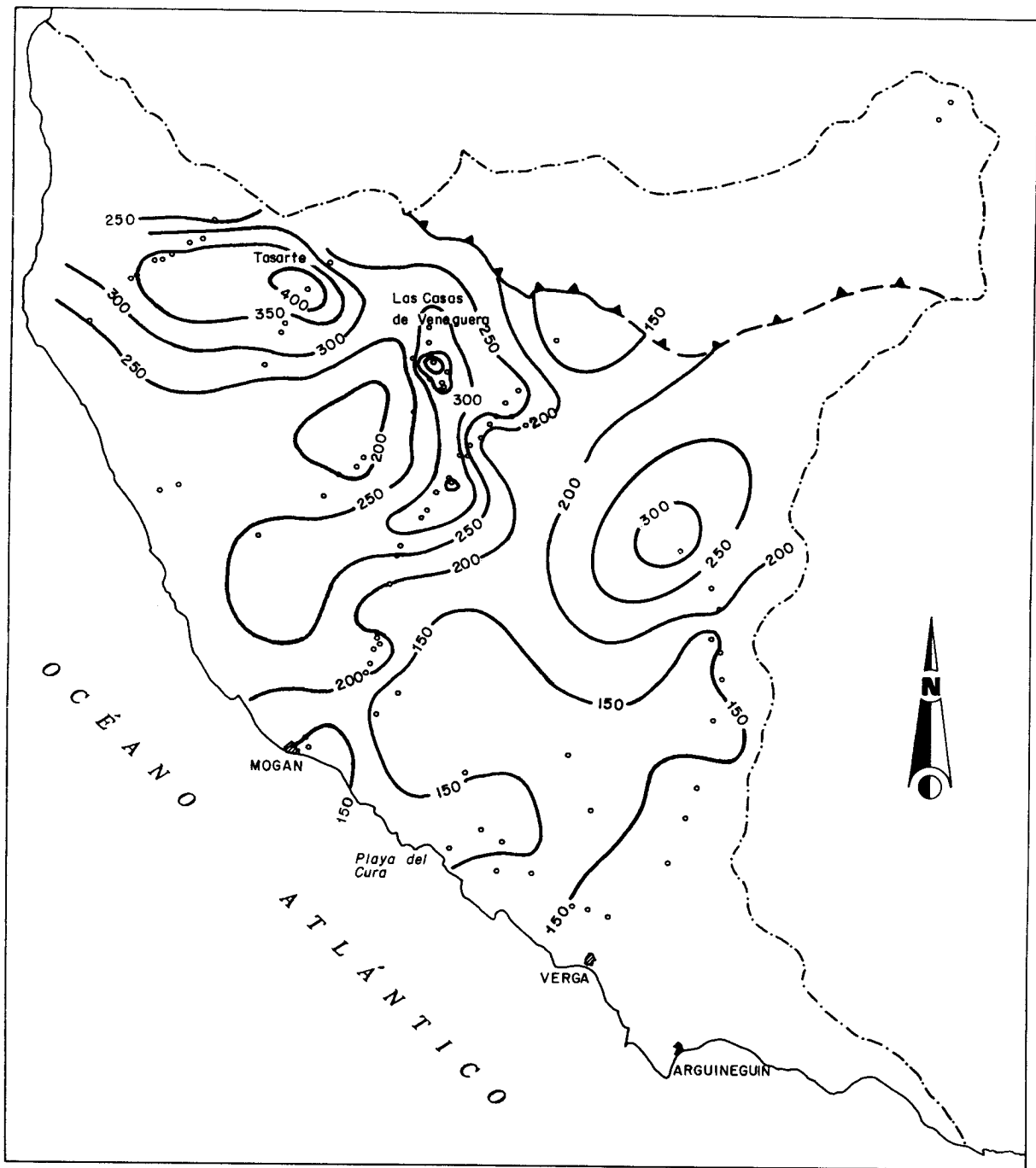


Fig.8.25. Mapa de isovalores de  $\text{HCO}_3^-$  (mg/l), Nov-Dic 1990.

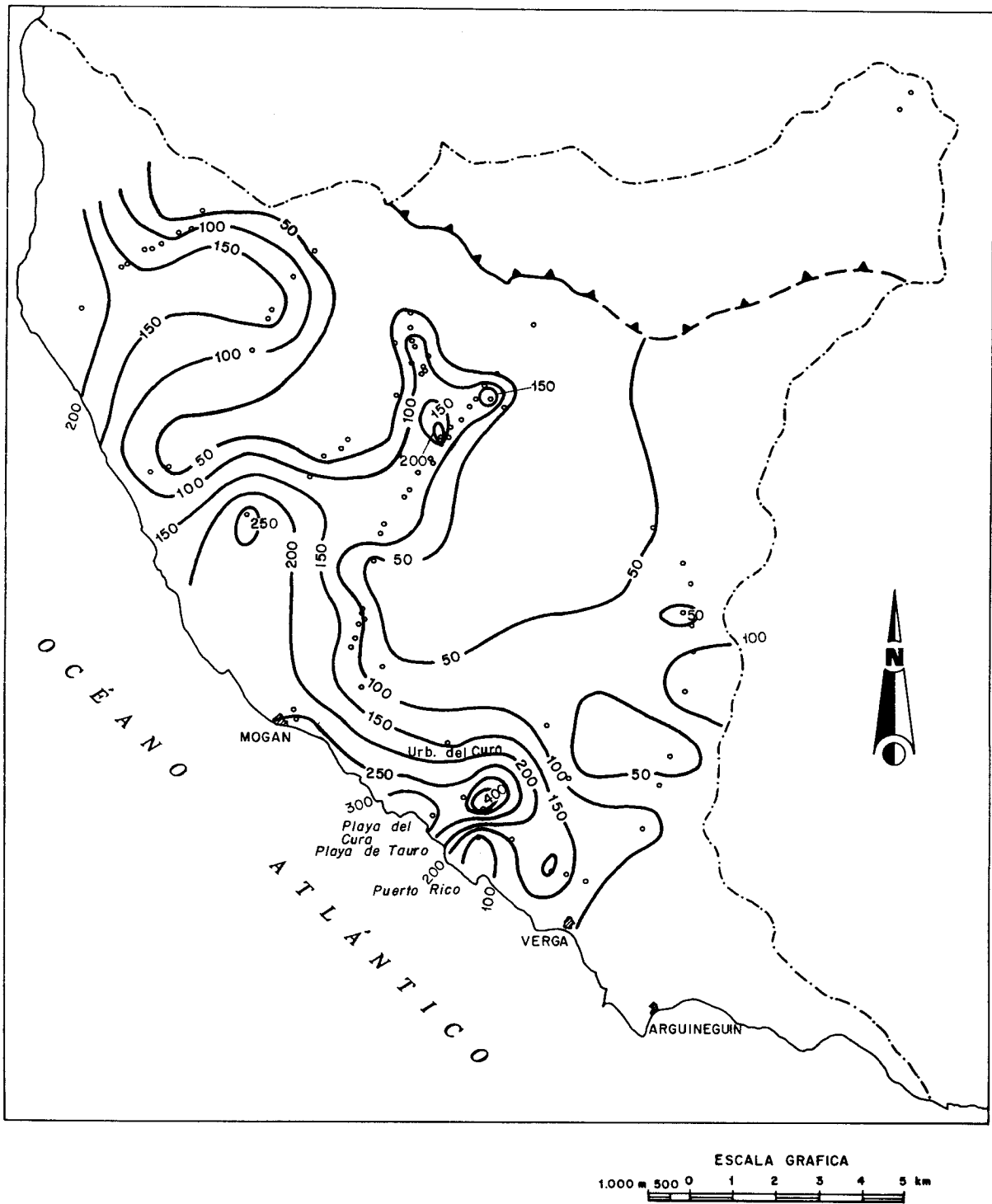


Fig.8.26. Mapa de isovalores de  $\text{SO}_4^{2-}$  (mg/l), Nov-Dic 1990.



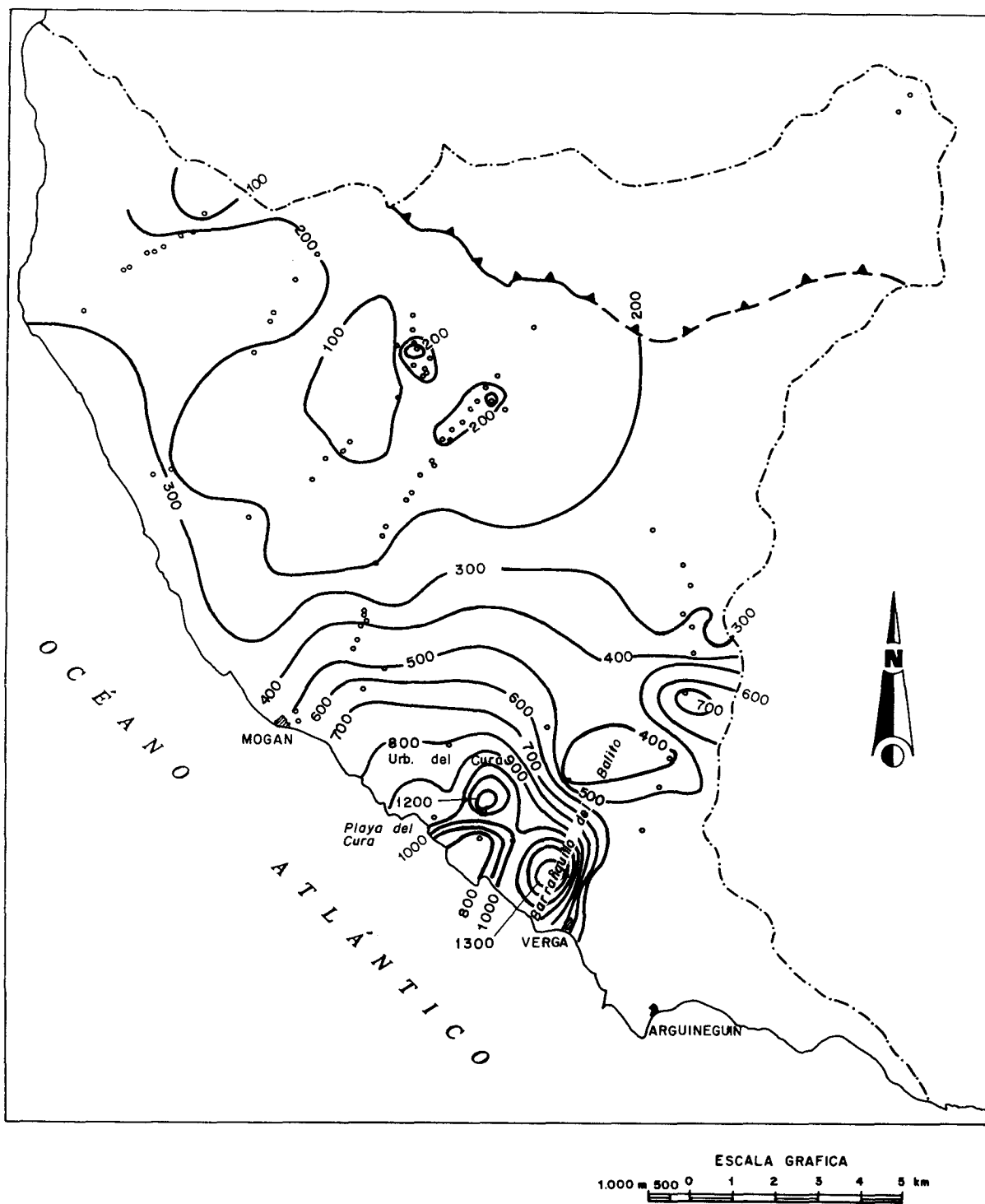


Fig.8.27. Mapa de isovalores de Cl<sup>-</sup> (mg/l), Nov-Dic 1990.

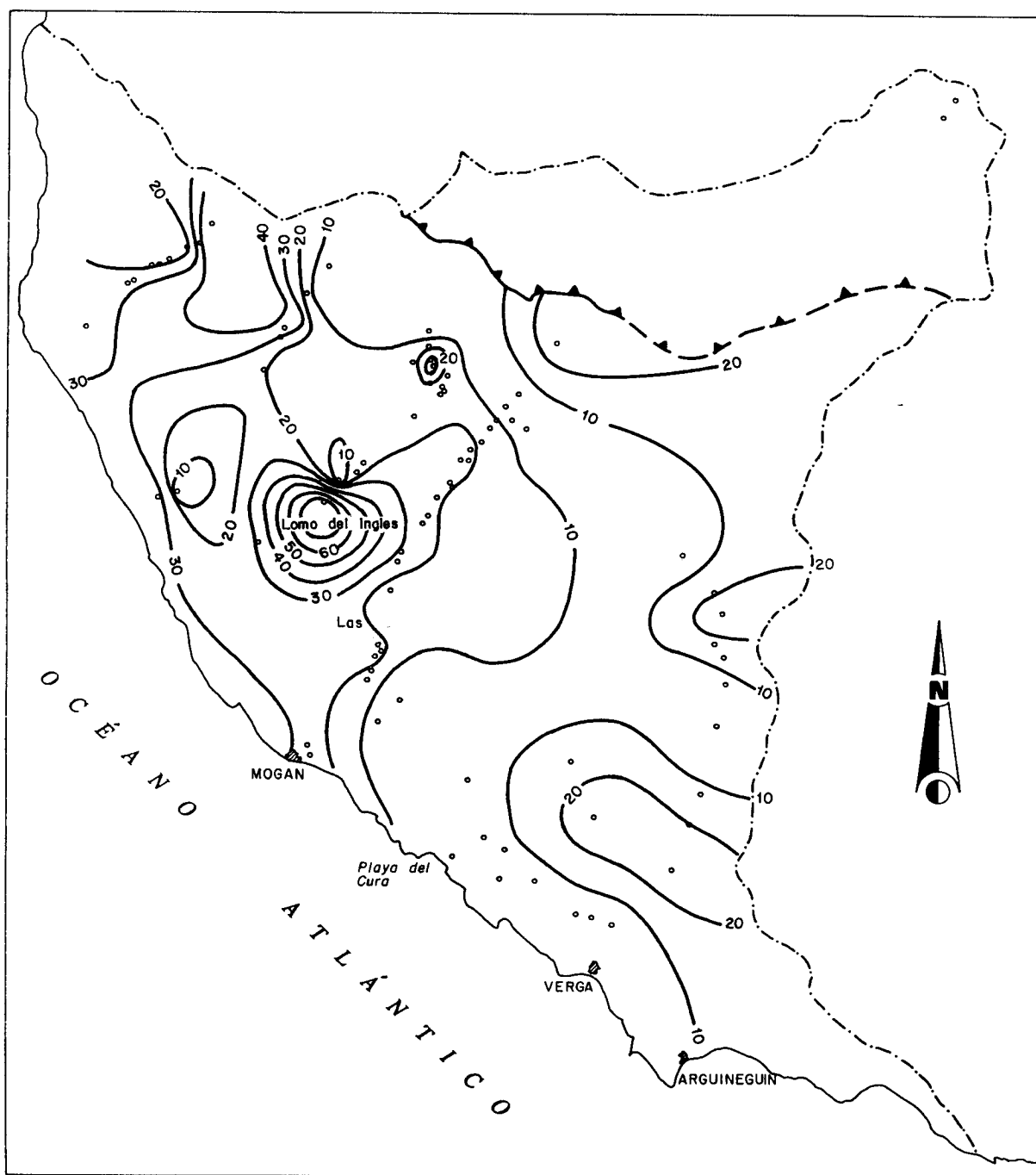


Fig.8.28. Mapa de isovalores de  $\text{NO}_3^-$  (mg/l), Nov-Dic 1990.

Para la elaboración de los mismos se han suprimido los resultados analíticos de los puntos 424250004 y 424250007, por estar desconectados del resto debido a la existencia de un límite impermeable (borde de la caldera), según se indica en el capítulo correspondiente.

En la figura 8.19. correspondiente al mapa de isovalores de conductividad, los valores más bajos se sitúan en las cabeceras de los barrancos, con valores próximos a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Por el contrario, los máximos se registran en torno a determinados puntos. Concretamente, se obtienen conductividades altas en el Barranco de Arguineguín (2710  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y sobre todo en la zona costera entre la Playa del Cura (3910  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la Playa de Tauro, 4960  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la Urbanización del Cura) y la Playa de la Verga (4740  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la Cañada del Burro).

La elevada salinidad que presenta el agua subterránea en esta zona, y la proximidad de estos puntos de muestreo a la costa, asocia estos pozos con problemas de intrusión marina (que se analizan en el estudio de la distribución espacial de algunas relaciones iónicas).

En cuanto al pH (Fig. 8.20.), los valores que se obtienen son en general elevados, localizándose los máximos y mínimos en el Barranco de Arguineguín, en las proximidades de la Degollada de Cortadores (pH = 8.77) y de Pontones de la Huertecilla (pH = 7.11).

En lo que se refiere a la distribución espacial de las concentraciones catiónicas, los alcalinotérreos (figs. 8.21. y 8.22.) presentan en líneas generales un trazado similar, con valores máximos y mínimos en las mismas zonas geográficas: cabeceras de los barrancos de Veneguera y Mogán, Playa de Mogán y Cañada del Burro, con contenidos máximos de 175.6 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$  y 160.2 mg/l de  $\text{Mg}^{++}$  en la muestra procedente del pozo 414340055, situado en la cabecera del Barranco de Veneguera.

En la distribución de los alcalinos, el sodio (Fig. 8.23.), sigue una tendencia semejante a la conductividad, localizándose las máximas concentraciones de este ion en la zona costera, en los pozos situados en la Urbanización del Cura (932 mg/l) y en la Cañada del Burro (749 mg/l).

El potasio por su parte (Fig. 8.24.), presenta los contenidos más altos en el pozo 414380011, situado en el Lomo del Lechugal con 32 mg/l de  $\text{K}^+$ .

En las figuras 8.25. a 8.28. se incluyen los mapas correspondientes a la variación espacial que experimentan los contenidos aniónicos. La que se refiere a las isolíneas de  $\text{HCO}_3^-$  (Fig. 8.25.) muestra las concentraciones más altas en las cabeceras de los barrancos de Tasartico, Tasarte y Veneguera, y en la parte central del Barranco de Mogán. Los valores más altos se registran en los pozos 414340005 con 506 mg/l de  $\text{HCO}_3^-$ , y 414270015, con 462 mg/l, situados respectivamente en las proximidades de las poblaciones Las Casas de Veneguera y Tasarte.

No hay que olvidar que el bajo producto de solubilidad de la calcita limita la concentración máxima encontrada en el agua subterránea para el ion bicarbonato.

En el caso de los sulfatos (Fig. 8.26.), la distribución espacial que presentan es semejante a la de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , con máximos localizados en las cabeceras de los barrancos de Veneguera y Mogán, y al sur entre las Playas del Cura y Puerto Rico. Los contenidos máximos se registran en el pozo 414380010, situado en la Urbanización del Cura (442 mg/l) y en el 414380013 existente en la Playa de Tauro (343 mg/l).

Por su parte, el mapa de isolíneas de cloruros (Fig. 8.27.) refleja una situación similar a los de conductividad y sodio, con máximos de 1301 mg/l, 1371 mg/l y 1408 mg/l de Cl en la zona de la costa (Barranquillo de Balito, Urbanización del Cura y Cañada del Burro).

En cuanto a los nitratos, en la figura 8.28. se observa como los valores más altos corresponden a los barrancos de Veneguera y Mogán, con concentraciones que superan los límites permitidos en aguas de consumo público. Se han medido contenidos de 63 mg/l, 65 mg/l y 80 mg/l de  $\text{NO}_3^-$  en los pozos 414340028, 414340025 y 414330029 respectivamente, que están situados en las proximidades de Las Burrillas (Barranco de Mogán) los dos primeros y en el Lomo del Inglés (Barranco de Veneguera) el último.

### 8.3.3. Relaciones iónicas asociadas a intrusión marina

En los acuíferos costeros se producen una serie de modificaciones de las propiedades físico-químicas cuando existen procesos de intrusión marina. Estas variaciones en la calidad del agua subterránea se desarrollan en la zona de mezcla agua dulce-agua salada.

El agua de mar, en función de la composición local que presenta aporta mayoritariamente cloruros y sodio, y en proporción variable sulfatos y magnesio.

El estudio de algunas relaciones iónicas entre los iones mayoritarios da una excelente información acerca de procesos de intrusión.

Aquí se analiza la distribución espacial de una serie de relaciones mediante mapas de isolíneas. Aunque se han calculado los valores de:

$$\begin{aligned} & r \text{ Mg}/r \text{ Ca} \\ & (r \text{ Ca} + r \text{ Mg})/(r \text{ Na} + r \text{ K}) \\ & r \text{ Na}/r \text{ Ca} \\ & r \text{ Na}/r \text{ K} \\ & (r \text{ Cl} - r \text{ Na} - r \text{ K})/r \text{ Cl} \\ & r \text{ Cl}/r \text{ HCO}_3 \\ & r \text{ Cl}/r \text{ SO}_4 \end{aligned}$$

donde  $r = \text{meq/l}$ , (cuadro 8.5.), sólo se incluyen los mapas de isovalores de las relaciones  $r\text{Na}/r\text{Ca}$ ,  $r\text{Na}/r\text{K}$  y  $r\text{Cl}/r\text{HCO}_3$  (figs. 8.29., 8.30. y 8.31.) por considerarlos más significativos en el estudio del suroeste de Gran Canaria.

En la figura 8.29. se observa la distribución espacial de los valores de  $r\text{Na}/r\text{Ca}$ . Los máximos se localizan en los pozos situados entre la Playa del Cura y la Playa de la Verga, concretamente en Puerto Rico (414380014) alcanza un valor de 11.88, en el Barranco de Arguineguín y en el pozo 414340014, situado en el Barranco de Mogán.

El valor elevado que se registra en el Barranco de Mogán, cerca de El Pié de la Cuesta, constituye una anomalía, que responde a características litológicas locales. En el resto de los casos, la relación  $r\text{Na}/r\text{Ca}$  ha resultado apropiada para reflejar problemas de intrusión marina. Así, aquellas zonas en que la relación toma valores superiores a 7 pueden considerarse afectados por este problema.

En el mapa referente a la relación  $r\text{Na}/r\text{K}$  (Fig. 8.30.), se ratifican las observaciones realizadas anteriormente, destacando las mismas zonas de valores máximos.

La relación  $r\text{Cl}/r\text{HCO}_3$  es uno de los índices más utilizados en el estudio de la intrusión marina, ya que un aumento brusco refleja la existencia de problemas de intrusión. En las aguas subterráneas  $r\text{Cl}/r\text{HCO}_3$  oscila entre 0.1 y 5, mientras que en el agua del mar toma valores comprendidos entre 20 y 50. Consideramos que valores superiores a 12 suponen intrusión marina.

Según el mapa de la figura 8.31., la zona afectada por invasión de agua del mar abarca una extensión elevada que incluye la desembocadura del Barranco de Mogán, gran parte del Barranco de Arguineguín, y la franja costera comprendida entre la Playa del Cura y la de la Verga, registrándose valores máximos de 12.53, 13.00, 13.39 y 16.24 en los pozos 414380010 (Urbanización del Cura), 414380016 (Barranquillo de Balito), 424350030 (Barranco de Veneguera), y 414380015 (Cañada del Burro), respectivamente.

Cuadro 8.5. Valores de algunas relaciones iónicas para el muestreo de noviembre-diciembre de 1990

Identificación	rMg/rCa	(rCa+rMg)/(rNa+rK)	rNa/rCa	rNa/rK	(rCl-rNa-rK)/rCl	rCl/rHCO <sub>3</sub>	rCl/rSO <sub>4</sub>
414270003	0.11	0.18	2.28	54.0	0.05	1.38	2.36
414270004	0.10	0.16	2.57	54.9	-0.01	1.41	2.24
414270006	0.08	0.19	1.84	56.5	0.14	1.30	3.22
414270007	0.10	0.47	2.18	18.5	0.04	1.24	3.35
414270008	0.06	0.23	1.98	40.6	-0.07	1.27	2.80
414270010	0.12	0.15	2.39	63.6	0.10	1.22	3.29
414270013	0.14	0.06	5.22	50.9	-0.26	1.04	9.11
414270014	0.07	0.05	1.28	79.7	0.12	0.74	5.65
414270015	0.10	0.38	2.25	27.8	-0.01	1.06	3.13
414270016	0.09	0.06	3.89	69.3	-0.13	1.30	7.91
414330005	0.12	0.18	2.21	61.2	0.08	1.90	1.53
414330012	0.09	0.98	1.95	9.1	-0.04	1.38	2.03
414330016	0.08	0.24	1.83	41.8	-0.01	1.20	2.01
414330020	0.14	0.32	3.46	28.4	0.23	3.01	6.17
414330023	0.07	0.22	1.51	46.6	-0.03	1.53	1.24
414330028	0.09	0.24	3.23	18.3	0.02	1.51	9.56
414330029	0.11	0.31	1.56	24.9	0.09	1.18	1.94
414330030	0.10	0.33	2.09	21.1	0.02	1.18	2.46
414330032	0.10	0.15	3.22	24.9	-0.10	1.15	7.02
414340008	0.07	0.06	4.34	57.2	-0.63	0.75	4.29
414340009	0.08	0.21	2.06	31.9	-0.14	1.08	1.99
414340011	0.07	0.10	2.00	80.1	-0.04	1.03	3.15
414340012	0.07	0.09	3.94	26.0	-0.26	1.58	3.52
414340013	0.08	0.06	6.23	63.6	-0.41	1.51	3.28
414340014	0.05	0.01	11.98	117.8	-1.37	0.66	5.92
414340015	0.05	0.06	2.10	44.2	-0.33	0.67	6.94
414340016	0.07	0.09	4.45	54.8	-0.29	1.55	2.84
414340020	0.05	0.27	1.84	20.0	-0.01	1.22	3.52
414340021	0.05	0.20	3.86	29.8	0.01	3.52	5.48
414340022	0.06	0.42	1.64	17.9	-0.08	1.20	2.21
414340024	0.07	0.54	3.13	17.1	0.16	4.71	4.78
414340025	0.07	0.60	2.08	22.6	0.22	4.30	3.13
414340027	0.09	0.20	3.20	32.2	0.21	3.27	6.43
414340028	0.08	0.66	2.01	20.3	0.28	4.71	3.75
414340032	0.07	0.26	1.68	28.4	0.03	1.36	1.86
414340037	0.10	0.23	2.98	19.4	0.09	1.57	10.37
414340042	0.08	0.38	1.78	10.4	-0.28	0.85	1.88
414340043	0.09	0.16	2.16	37.1	0.13	1.47	2.13
414340047	0.07	0.34	1.72	17.1	-0.14	1.00	2.06
414340049	0.07	0.37	1.36	19.4	0.14	1.49	1.83
414340050	0.06	0.18	1.60	44.4	-0.14	0.96	1.91

Cuadro 8.5. Valores de algunas relaciones iónicas para el muestreo de noviembre-diciembre de 1990 (Cont.)

Identificación	rMg/rCa	(rCa+rMg)/(rNa+rK)	rNa/rCa	rNa/rK	(rCl-rNa-rK)/rCl	rCl/rHCO <sub>3</sub>	rCl/rSO <sub>4</sub>
414340051	0.07	0.28	1.29	38.9	0.05	1.14	1.96
414340052	0.08	0.42	1.39	24.4	0.19	1.01	3.79
414340053	0.08	0.15	1.35	63.6	0.13	0.90	2.86
414340054	0.08	0.35	1.08	29.9	0.25	1.06	2.06
414340055	0.08	2.01	0.64	10.4	0.59	1.81	3.45
414340057	0.07	0.14	1.60	47.2	-0.05	0.95	1.94
414340058	0.07	0.24	1.68	35.9	-0.10	0.85	2.83
414340061	0.08	0.10	1.57	33.8	-0.02	0.71	21.09
414340062	0.09	0.09	1.95	45.7	-0.17	0.64	6.15
414340063	0.09	0.34	2.18	14.7	-0.37	0.65	4.34
414340064	0.07	0.04	1.33	136.4	-0.02	0.57	7.44
414340065	0.08	0.10	1.46	57.8	-0.12	0.59	5.46
414340068	0.06	0.13	2.66	41.6	-0.21	1.30	2.43
414340069	0.06	0.14	1.98	33.2	-0.33	0.73	8.79
414340070	0.06	0.25	1.36	24.8	0.17	1.57	2.45
414340074	0.06	0.17	1.76	70.6	0.07	2.53	1.62
414370002	0.05	0.31	1.67	36.4	0.26	5.13	3.18
414370003	0.05	0.52	1.65	26.1	0.26	3.86	2.89
414380001	0.06	0.33	4.44	19.9	0.07	5.53	7.22
414380005	0.06	0.26	5.21	31.1	0.14	10.13	7.48
414380006	0.04	0.26	3.24	22.2	0.19	7.35	10.84
414380007	0.06	0.29	4.53	25.5	0.13	8.39	8.33
414380009	0.05	0.10	7.98	64.0	-0.02	8.46	6.11
414380010	0.06	0.20	7.52	56.4	-0.07	12.53	4.19
414380011	0.06	0.46	3.91	14.7	0.15	7.39	8.89
414380012	0.05	0.27	3.56	19.6	0.13	6.91	8.19
414380013	0.06	0.20	5.99	48.9	0.00	10.27	3.93
414380014	0.07	0.07	11.88	68.5	-0.02	10.45	7.49
414380015	0.05	0.23	4.72	57.8	0.16	16.24	9.15
414380016	0.06	0.30	4.21	46.6	0.20	13.00	9.88
414380017	0.05	0.10	6.26	50.9	0.06	8.62	8.39
414380018	0.06	0.17	7.61	26.6	-0.01	5.94	7.88
424250004	0.02	0.09	0.82	42.3	-1.25	0.32	0.51
424250007	0.02	0.09	1.02	38.1	-1.02	0.34	1.03
424310002	0.05	0.12	4.27	23.6	-0.20	1.91	5.27
424310003	0.05	0.17	6.48	9.9	-0.17	3.14	6.90
424310008	0.04	0.12	4.16	34.5	-0.29	2.01	4.01
424310009	0.07	0.07	6.59	41.1	-0.44	1.83	3.24
424310013	0.03	0.15	2.83	38.6	-0.02	3.19	4.41
424350027	0.05	0.36	2.72	20.0	0.22	5.24	8.41
424350028	0.04	0.33	3.37	14.3	0.11	3.33	74.17
424350030	0.04	0.25	4.60	27.2	0.09	13.39	7.84

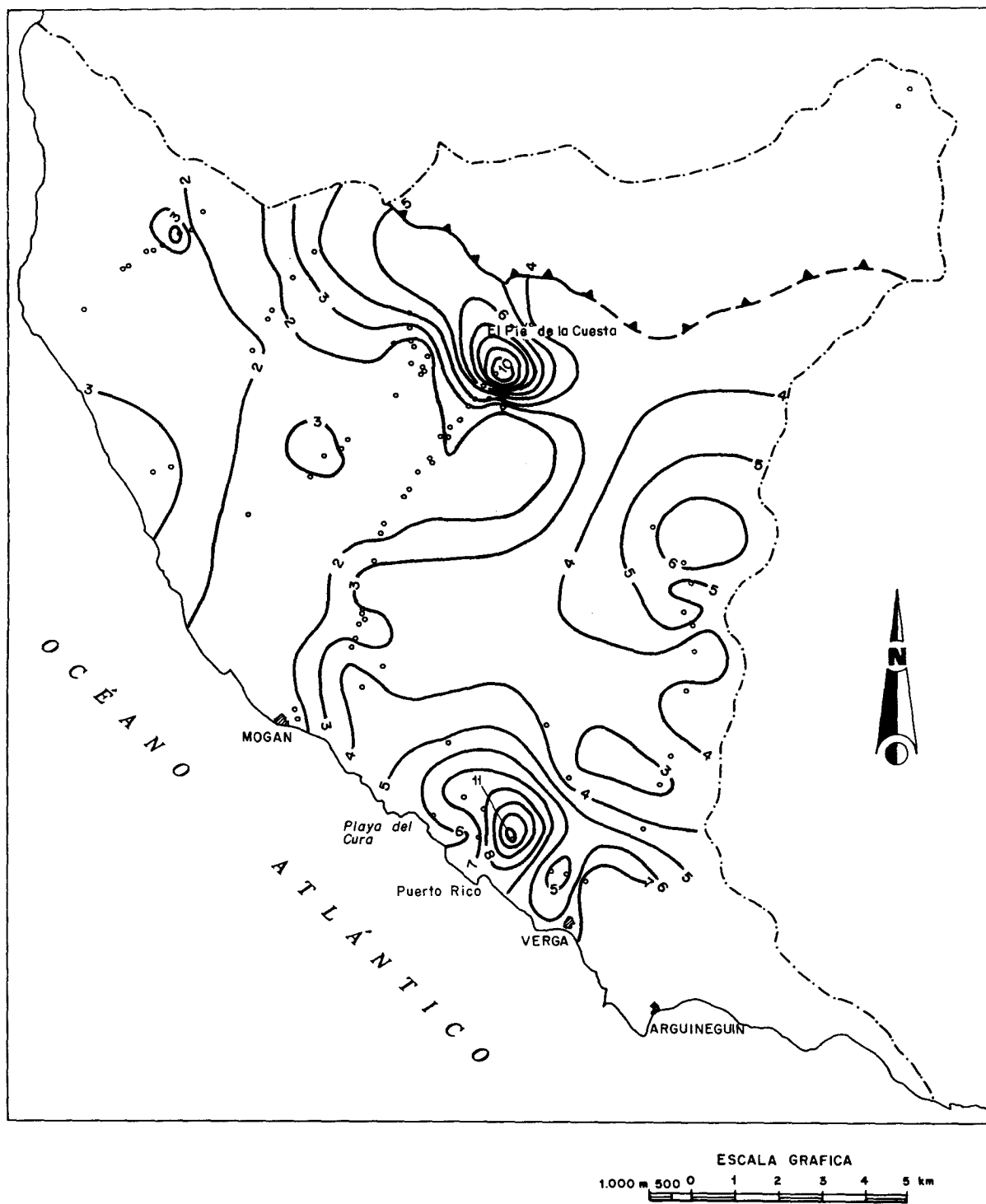


Fig.8.29. Mapa de isovalores de  $rNa/rCa$  ( $r$ = meq/l), Nov-Dic 1990.



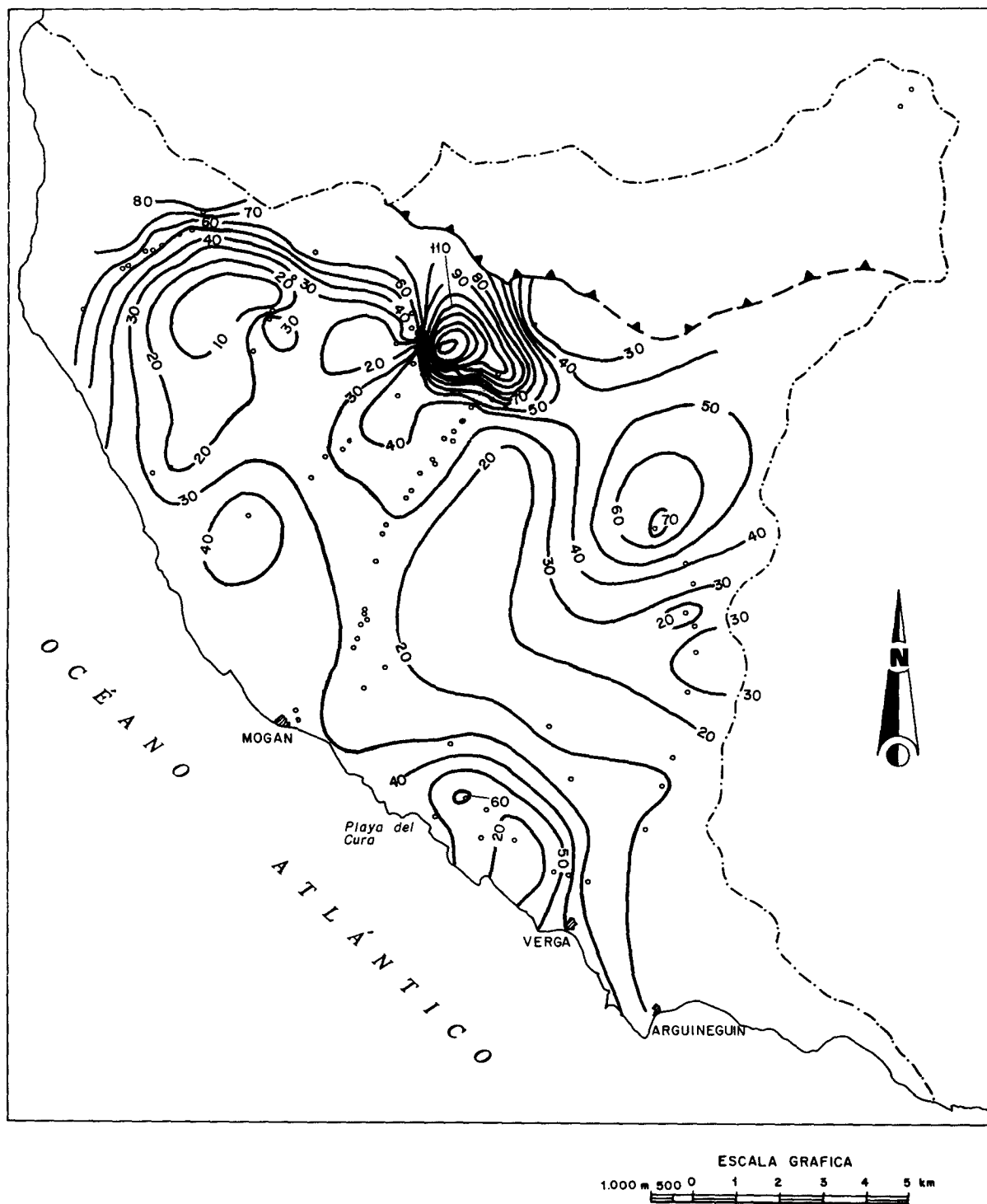


Fig.8.30. Mapa de isovalores de  $r_{Na}/r_K$  ( $r = \text{meq/l}$ ), Nov-Dic 1990.

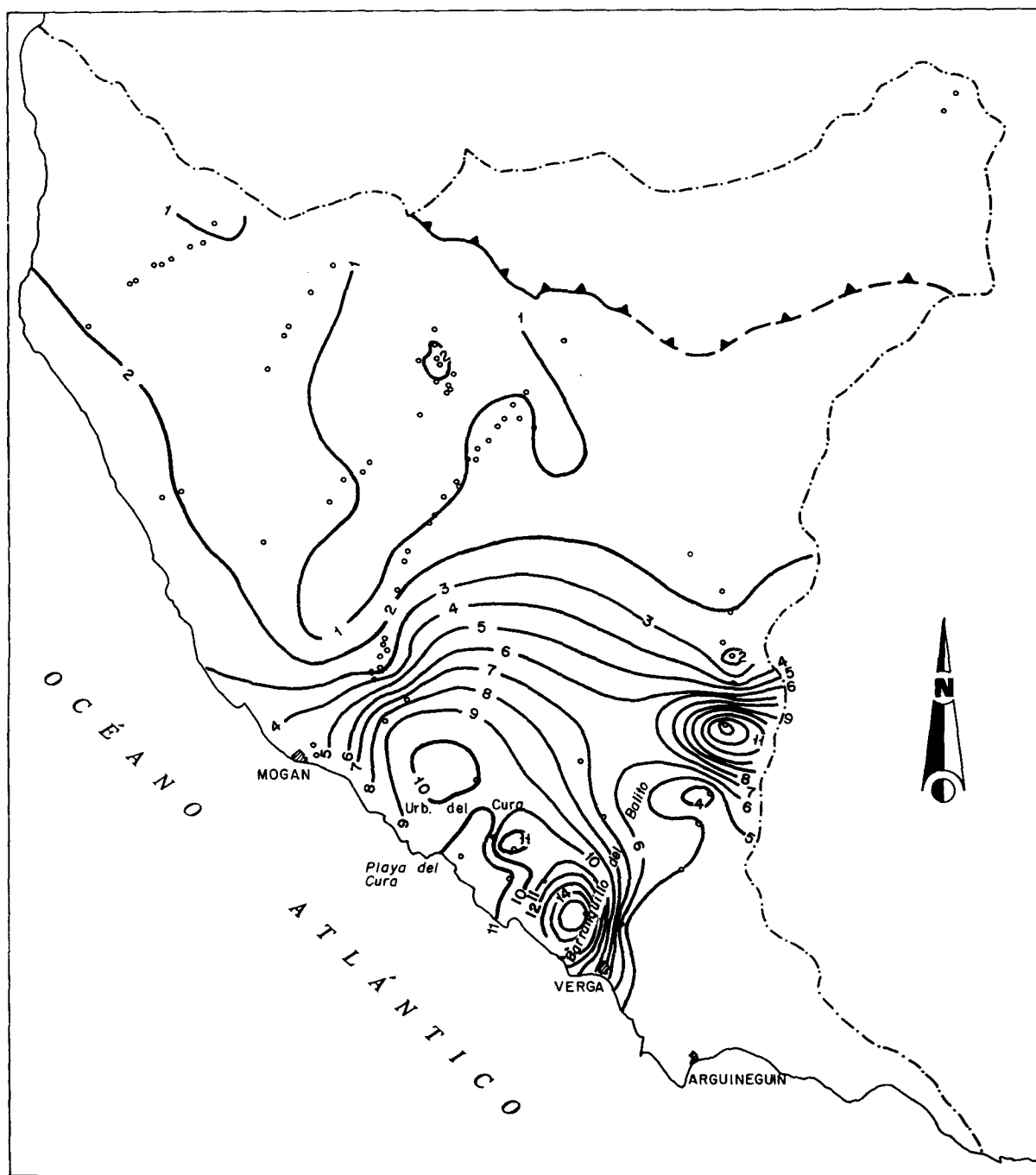


Fig.8.31. Mapa de isovalores de  $r_{Cl/rHCO_3}$  ( $r= meq/l$ ), Nov-Dic 1990.

#### **8.4. Variación de la calidad en el tiempo**

Para el análisis de las variaciones que experimenta la calidad del agua subterránea a lo largo del tiempo, se consideran los datos disponibles desde 1971.

Para estudiar la variación que experimenta la calidad del agua subterránea, sería interesante considerar, en los pozos que presentan problemas de intrusión, cómo han ido aumentando las concentraciones de cloruros y sodio, y las relaciones iónicas más significativas. Pero, en los inventarios realizados no se dispone de datos referentes a los pozos mencionados en el apartado 8.3.3. (414380010, 414380015, 414380016, 424350030.....), lo que imposibilita dicho estudio.

Los puntos con un conjunto de medidas relativamente amplio (11 a 14 análisis químicos de componentes mayoritarios, correspondientes al período comprendido entre 1981 y 1990), no son representativos para el estudio que aquí se realiza, ya que por su situación geográfica están o demasiado cerca de la costa (con una elevada salinidad en todo el registro), o lejos de ella (con una calidad estable en el tiempo).

Hay otra serie de pozos que disponen de dos o tres análisis químicos, número insuficiente para analizar la evolución que experimentan, máxime cuando su posición dentro del sistema de flujo no es la de mayor interés.

## 9. BALANCE

Uno de los objetivos finales en la realización de los estudios hidrogeológicos es el establecimiento de balances del sistema considerado, para lo cual hay que tener en cuenta los parámetros analizados individualmente en capítulos anteriores.

Dichos parámetros constituyen los datos de partida para el balance y tienen una fiabilidad relativa o al menos un grado de precisión cuestionable, dependiendo de la bondad de los datos de partida y de la metodología de su análisis, en consecuencia, se puede establecer un balance rígido o un balance mas flexible que considere los rangos de variación de los parámetros.

En la zona de estudio considerada no se puede establecer con certeza si los niveles regionales están estabilizados, bajan o suben. Del análisis comparativo de las piezometrías se han podido identificar unas zonas en las que los niveles bajan de manera continua y otras en las que se han detectado subidas, lo cual, como ya se apuntó, obedece a modificaciones antrópicas al flujo que afectan tanto a las extracciones del acuífero (salidas) como a los retornos (entradas), por lo que se trata de un régimen transitorio para cuyo análisis se precisa de una modelación del flujo.

En estas condiciones tienen mas sentido dar un balance flexible.

Otro factor a tener en cuenta es el fenómeno de intrusión marina que parece generalizado en la zona costera. Esta circunstancia pudiera inducir a pensar que se han limitado las descargas de agua dulce al mar.

Pero conviene tener presente dos circunstancias: por un lado, la distribución espacial de los puntos de observación (en los valles) y el carácter multicapa del acuífero y su gran potencia. Ello implica que pueden estar produciéndose salidas en la zona de interfluvio suficientemente amplias y que en las zonas de valle se puede estar produciendo intrusión en los niveles superficiales y descargas de agua dulce al mar en los niveles profundos.

Con estas premisas analizaremos a continuación las entradas y salidas del sistema.

### **Entradas:**

Las entradas se producen fundamentalmente de tres maneras: por infiltración del agua de lluvia, por aportes laterales y por el retorno de riegos.

La infiltración del agua de lluvia ha sido analizada en el capítulo V de Climatología y se ha podido establecer con una series de consideraciones previas, que dicha infiltración debe ser del orden de  $6,25 \text{ hm}^3/\text{año}$  teniendo en cuenta que en su cálculo intervienen factores de cuantificación empírica como la capacidad de retención del suelo o la evapotranspiración.

Los aportes laterales se considerará que se producen a partir de la Caldera de Tejada fundamentalmente por la zona comprendida entre los B<sup>co</sup> de Mogán y Arguineguin. Se ha estimado, en función de la piezometría, sección y permeabilidad, que esta recarga lateral puede ser del orden de 0,2 a 2 hm<sup>3</sup>/año.

Otro aporte lateral a tener en cuenta es el ocasionado como consecuencias de la intrusión marina. Su cuantificación presenta grandes dificultades aunque si suponemos un frente de intrusión de unos 5 km repartidos en varias zonas con una potencia de 50 m, un gradiente del 2‰ y una permeabilidad de 10 m/d, el orden de magnitud del aporte lateral por intrusión marina es del orden de 1,8 hm<sup>3</sup>/año.

Los retornos de riego se han establecido a partir del análisis de la demanda, consumo y dotaciones agrarios suponiendo un retorno del 15% del agua aplicada, lo que suponen 0,3 hm<sup>3</sup>/año; se han tenido en cuenta las pérdidas en la red correspondientes al consumo urbano (14,25%) y al consumo turístico (19%), lo que representa unos retornos de 0,05 hm<sup>3</sup>/año y 0,55 respectivamente. En consecuencia, los retornos al acuífero se pueden cifrar en 0,9 hm<sup>3</sup>/año (será de 1,15 hm<sup>3</sup>/año si las pérdidas en la red fueran las normales, del 25%).

#### **Salidas:**

Las salidas se producen fundamentalmente por bombeos y hacia el mar. Se supone que en la hipótesis de flujo radial no hay salidas laterales hacia las zonas colindantes al E y N.

Los bombeos en la zona son los correspondientes al consumo actual teniendo en cuenta que parte de este consumo se satisface por métodos no convencionales (potabilizadoras: 0,5 hm<sup>3</sup>/año).

Teniendo en cuenta los consumos en la zona, se han establecido las salidas por bombeo en 5,36 hm<sup>3</sup>/año.

Si se tienen en cuenta los datos de inventario la cifra de bombeos sería de 6,3 hm<sup>3</sup>/año.

No se han tenido en cuenta las depuradoras de agua residual por su emplazamiento puntual y costero (Puerto Rico) y su utilización en riego de jardines. Tampoco se contabilizaron como entradas los retornos de estos riegos.

Las salidas al mar, difícilmente cuantificables en una zona con intrusión marina, se han estimado teniendo en cuenta un gradiente del 2‰, un frente costero de unos 40 km, una potencia de acuífero multicapa de más de 1000 m con un 40% de acuífero y una permeabilidad media (1 m/d). Con estos valores el orden de magnitud de las salidas al mar es de 11,6 hm<sup>3</sup>/año.

Con estos comentarios, el balance quedaría establecido según las hipótesis favorables o desfavorables de la siguiente manera:

<b>Entradas</b>	<b>Hipótesis Favorable</b>	<b>Hipótesis Desfavorable</b>
- Infiltración	6,25	6,25
- Lateral:		
• De la Caldera	2	0,2
• Intrusión marina	2	1,8
- Retornos (regadíos y pérdidas en red)	1,15	0,9
	<hr/>	<hr/>
	11,40	9,15
<b>Saldas</b>		
- Bombeos	5,36	6,3
- Al mar	11	12
	<hr/>	<hr/>
	16,36	18,3

En estas condiciones, la variación de almacenamiento será de - 4,96 hm<sup>3</sup>/año en la hipótesis favorable y de - 9,15 hm<sup>3</sup>/año en la hipótesis desfavorable.

Estas variaciones de almacenamiento se compensan actualmente en la zona costera con la intrusión marina que previsiblemente se incrementará.

Este déficit en el balance aumentará sensiblemente si se pretende satisfacer adecuadamente las demandas actuales y futuras, aún en el supuesto de que la demanda agrícola permaneciera estable.

La demanda urbana, en el supuesto de dotaciones correctas, se incrementaría en 0,568 hm<sup>3</sup>/año y la turística, si se realizan los planes previstos, en 9,6 hm<sup>3</sup>/año, por lo que habría que aumentar el suministro a la zona mediante potabilización y regulación en 10 hm<sup>3</sup>/año.

Teniendo en cuenta estas consideraciones respecto al balance, se puede concluir:

- Es necesario una mayor precisión en los datos del balance y en consecuencia mejor información del funcionamiento hidráulico, por lo que se recomienda modelar.
- El sistema actualmente está en déficit.

- Si se abastece correctamente la demanda urbana, se produce desarrollo turístico o agrícola, el sistema será claramente deficitario.
- Un sistema deficitario implica:
  - Incremento de la intrusión marina
  - Peor calidad de agua por reprofundizaciones
  - Mayor coste de bombeo
  - Mayor coste de tratamiento

## **BIBLIOGRAFIA**

- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA "Actualización del conocimiento hidrogeológico de la isla de Gran Canaria". Febrero, 91
- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA - CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS, VIVIENDA Y AGUAS
  - Plan Hidrológico de Gran Canaria. Avance (documentos diversos sobre demanda, avenidas, calidad, etc.)
  - Servicio de Recursos Hidráulicos. "Reutilización de Aguas Depuradas en las Islas Canarias". Enrique Castro Santos. Octubre, 1990
- ILUSTRE AYUNTAMIENTO DE MOGAN (GRAN CANARIA). "Normas subsidiarias de planeamiento municipal", 1987
- INSTITUTO CANARIO DE ESTADISTICA (ISTAC). Boletines mensuales.
- INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Hoja Geológica a escala 1:100.000 (en prensa)
- INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Archivo de Puntos de Agua de Canarias (APAC)
- INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Base de Datos de Canarias (BAC)
- INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Hojas Geológicas a escala 1:25.000 (Plan Magna) (en prensa)
  - San Bartolomé de Tirajana 83-84 (1109-III)
  - Santa Lucía 83-85 (1114-IV)
  - Maspalomas 83-86, 83-87 (1114-III)
  - San Nicolás de Tolentino 81-84, 82-84 (1108-II-III)
  - Mogán 82-85 (1113-I)
  - Arguineguín 82-86 (1113-II)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Instituto de Relaciones Agrarias. Censo de superficies por cultivo (1983)



- IRYDA "Estudio para utilización de los recursos hídricos subterráneos del Barranco de Tasarte" Gran Canaria. Diciembre, 1979
- MAC-21 "Proyecto de planificación de la explotación y uso racional de los recursos de agua en las Islas Canarias". Comisión Interministerial de las Actuaciones de Estado en materia de Aguas en Canarias (1976)
- SPA-21 "Estudio científico de los Recursos de Agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). 1975