



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

**ANALISIS DE LOS APROVECHAMIENTOS**

**DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL**

**SUBSISTEMA Nº 83 - A:**

**ARINAGA-TIRAJANA**

---



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

36537

# I N D I C E

	Pag.
1. INTRODUCCION .....	1
2. ANALISIS CONCEPTUAL .....	3
2.1. Introducción .....	3
2.2. El concepto sobreexplotación en relación con la Ley de Aguas .....	8
3. SUBSISTEMA ACUIFERO ARINAGA-TIRAJANA .....	15
3.1. Encuadre geográfico y demográfico .....	15
3.2. Encuadre geológico .....	16
3.3. Encuadre geomorfológico .....	18
4. SINTESIS HIDROGEOLOGICA .....	19
4.1. Funcionamiento hidrogeológico .....	19
4.2. Calidad química del agua .....	20
4.3. Utilización del agua subterránea .....	23
4.4. Balance hídrico y recursos .....	23
4.5. Número de pozos en explotación y caudal medio .....	25
5. PROBLEMAS QUE PRESENTA LA EXPLOTACION DEL ACUIFERO .....	27

	<b>Pag</b>
6. ANALISIS DE LOS APROVECHAMIENTOS DEL ACUIFERO	31
6.1. Sector agrario .....	31
6.2. Sectores industria y de servicios .....	33
7. JUSTIFICACION ECONOMICA .....	35
8. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	41
9. BIBLIOGRAFIA .....	45

## **ANEXO**

### **INDICE MAPAS**

3-2-A	Síntesis geológica .....
4-1-A	Piezometría .....
4-2-A	Contenido en cloruros y relación $r_{Cl}/r_{CO_3H}$
4-4-A	Explotación del acuífero .....

Cuando un acuífero o zona de acuífero está sobreexplotado o en riesgo de estarlo, la Legislación vigente faculta al organismo de cuenca para que imponga una ordenación de todas las explotaciones de agua que le afecten, con el objetivo de lograr una explotación racional del mismo.

El Reglamento que desarrolla la Ley relaciona el término sobreexplotación con el de los aprovechamientos existentes, pero no indica lo que se debe entender con este concepto, ni si deben ser ilimitados en el tiempo o por el contrario de una duración finita.

Una interpretación adecuada de lo que se debe entender por aprovechamientos es, sin embargo, fundamental para que se pueda aplicar correctamente la legislación actual.

El procedimiento a seguir por el Organismo de cuenca antes de declarar sobreexplotado, -o en riesgo de estarlo- a un acuífero o zona de acuífero, incluye la solicitud de un dictamen al Instituto Tecnológico GeoMinero de España. El ITGE, consciente de la responsabilidad que le confiere la Ley, ha elaborado con la colaboración de Aurense Servicios, S.A. este estudio, cuyo objetivo es doble: Por una parte profundizar en el significado de concepto sobreexplotación y por otra aplicar los resultados obtenidos a acuíferos españoles que presenten problemas relacionado con la sobreexplotación del agua subterránea y determinar si la existencia de esos problemas aconseja o desaconseja que el acuífero se declare sobreexplotado.

Esta memoria corresponde a la aplicación del concepto al subsistema acuífero Arinaga-Tirajana, de Gran Canaria. Se ha dividido en dos partes fundamentales. En la primera se describe y razona lo que se entiende por sobreexplotación y

en la segunda se analiza la situación de este acuífero y se deduce la conveniencia de declararlo sobreexplotado.

En la elaboración del mismo ha intervenido por el ITGTE los Srs. López Geta como Director de Proyecto y Lamonedá González como Responsable de los estudios que se realizan en las Islas Canarias. Por parte de Aurenza Servicios, López Vilchez como Responsable del Proyecto, Soria Tarres y Martínez Almeida en el Estudio Económico y Agronómico y Galán de Frutos y Zuazo Osinaga como Hidrogeólogos.

## 2. ANALISIS CONCEPTUAL

### 2.1. INTRODUCCION

En el presente informe, elaborado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE), se analiza el término sobreexplotación, la relación que presenta la sobreexplotación con la recarga, explotación y reserva de acuíferos, así como la influencia que otros parámetros no hidrogeológicos pueden tener sobre el concepto sobreexplotación, a veces de mayor importancia que los primeros.

La metodología desarrollada se ha aplicado a varios acuíferos, distribuidos en toda España, y cuya explotación presenta problemas de distinta índole. En una última parte se resumen las conclusiones obtenidas.

El Preámbulo de la Ley de Aguas de 1.985 indica:

"El agua es un recurso natural escaso, que debe estar disponible en función de las directrices de la planificación económica, de acuerdo con las previsiones de la ordenación territorial y en la forma que la propia dinámica social demanda.

Esta disponibilidad debe lograrse sin degradar el medio ambiente en general, y el recurso en particular, minimizando los costes socio-económicos y con una equitativa asignación de las cargas generadas por el proceso, lo que exige una previa planificación hidrológica y la existencia de unas instituciones adecuadas para la eficaz administración del recurso en el nuevo Estado de las Autonomías".

En el artículo 1, (Título Preliminar) se indica que "el objeto de la Ley es la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el artículo 149 de la Constitución".

Estas competencias se someterán a los siguientes principios (Título II: De la administración pública del agua. Capítulo primero: Principios generales. Artículo 13):

- 1º Unidad de gestión, tratamiento integral, economía del agua, desconcentración, coordinación, eficacia y participación de los usuarios.
- 2º Respeto de la unidad de la cuenca hidrográfica, de los sistemas hidráulicos y del ciclo hidrológico.
- 3º Compatibilidad de la gestión pública del agua con la ordenación del territorio, la conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza".

El ejercicio de estas competencias se hará a través del Consejo Nacional del Agua (Artículos 17 y 18) y de los Organismos de cuenca (Artículos 19 a 34).

La explotación actual de los recursos de agua subterránea en España se caracteriza, entre otros, por los dos rasgos siguientes:

- a) Ausencia de una planificación hidrológica previa a la extracción de aguas subterráneas. Las extracciones se han localizado, principalmente, en función de las necesidades y, en general, sin considerar la globalidad del acuífero.

- b) Prácticamente el 20% del consumo de agua en España es de origen subterráneo (unos 5.000 hm<sup>3</sup>/año). De esta cifra, más del 85% se emplea en agricultura y, de la empleada en abastecimiento público, se benefician aproximadamente el 70% de los núcleos de población.

Ante esta situación, es lógico suponer que el desarrollo de la regulación del dominio público hidráulico y del uso del agua subterránea que señala la Ley, será una labor compleja y que precisará un período de tiempo dilatado.

En la situación actual existen problemas sobre la explotación de acuíferos que surgen de la ausencia de una planificación previa. No hay que olvidar que este concepto no se incluía en la antigua legislación.

Entre estos problemas se pueden destacar tres que son, quizás, los más acuciantes:

- Afecciones a espacios naturales protegidos (Preámbulo de la Ley, artículos 13, 38.1, 40.d, 41.2, 103)
- Procesos de avance importante de la intrusión salina (artículo 91).
- Situaciones de sobreexplotación de acuíferos (artículos 26, 54, 56).

Resolver estas situaciones conflictivas parece que ha de ser una misión prioritaria de la Administración del Estado, a tenor de las facultades que le confiere la legislación actual.

Los tres problemas planteados en el punto anterior surgen, obviamente, como consecuencia de la explotación del acuífero. Hay que señalar que la importancia que puede tener la relación extracción de agua frente a recarga, es muy distinta



en los tres casos considerados, pudiendo ser el factor determinante para paliar el problema no la cuantía global de las extracciones, sino la localización de las mismas.

Así, en acuíferos costeros, un volumen determinado de extracción podría afectar a todos los sondeos si se localizasen en una franja próxima al mar; o a ninguno, si estuvieran a mayor distancia.

De igual modo, en un acuífero que incluya espacios naturales protegidos, y en el caso de que la existencia de éstos dependa de la posición del nivel freático, la afección de las extracciones dependerá de la separación que exista entre éstas y el espacio natural.

En otros casos pueden ser de gran importancia factores diferentes, tales como los económicos. Este podría ser el caso de un acuífero en el que, como resultado de las extracciones, se pudieran deprimir mucho los sondeos. La explotación podría llegar a ser inviable como consecuencia del incremento de los costes de elevación del agua.

Los supuestos indicados, aunque son casos extremos, evidencian que distintos tipos de explotación pueden ocasionar consecuencias no deseadas y que, lógicamente, lo primordial no es el tipo de explotación, sino las consecuencias producidas.

En el lenguaje aceptado por prácticamente todos los medios de comunicación, se admite para el término sobreexplotación de un acuífero una única acepción: una forma de explotación que origina resultados perjudiciales y que por tanto hay que evitar.

No parece adecuado cambiar este significado; más lógico es asumirlo y que los hidrogeólogos restrinjan su empleo a esa acepción.

Los criterios hidrogeológicos que condicionan la declaración de sobreexplotación, aún siendo importantes, no son exclusivos ni deben ser los únicos a considerar, y ello por muchas razones, como pueden ser las siguientes:

- Los estudios hidrogeológicos que permiten definir parámetros tales como recarga, volumen almacenado, extracción, etc, se basan en observaciones que a veces no permiten una cuantificación exacta de los mismos.
- La evolución en el tiempo de niveles en los piezómetros, el parámetro hidrogeológico más utilizado, es un proceso dinámico. Las series de datos disponibles son cortas en el tiempo y, con gran frecuencia, unos pocos años húmedos hacen cambiar, drásticamente, la tendencia obtenida a partir de los datos de años anteriores, más secos.
- El avance de la interfase agua dulce-agua salada es un proceso igualmente dinámico. La degradación de la calidad del agua subterránea, en una franja costera, responde a una nueva situación de equilibrio. La solución acertada no conlleva, necesariamente, una disminución de las extracciones, bastando en muchos casos con una redistribución de las mismas.

Parece por tanto lógico que si un acuífero o zona de acuífero está sobreexplotado se utilicen, además de los parámetros hidrogeológicos, otros distintos, fundamentalmente socio-económicos. Estos últimos son fácilmente relacionables con el concepto aprovechamiento, utilizado en el artículo 171.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico\* para definir la sobreexplotación.

\* Cuando se cita el Reglamento está referido al del Dominio Público Hidráulico, publicado en el BOE nº 103 del 30 de abril de 1.986.

## **2.2. EL CONCEPTO SOBREEXPLOTACION EN RELACION CON LA LEY DE AGUAS.**

El término sobreexplotación no aparece claramente reflejado en legislaciones de otros países.

El Artículo 54.1 de la Ley de Aguas y el 171.1 del Reglamento, dicen:

**"El Organismo de cuenca competente, oído el Consejo del Agua, podrá declarar que los recursos hidráulicos subterráneos de una zona están sobreexplotados o en riesgo de estarlo, debiendo a la vez imponer una ordenación de todas las extracciones para lograr su explotación más racional y proceder a la correspondiente revisión del Plan Hidrológico".**

El Reglamento, en el Artículo 171.2, indica:

**"Se considerará que un acuífero está sobreexplotado o en riesgo de estarlo cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores o muy próximas al volumen anual medio de los recursos anuales renovables, o que produzcan un deterioro grave de la calidad del agua.**

La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones, referida a los recursos renovables del acuífero, genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de los aprovechamientos".

Los artículos 171.2 del Reglamento y el 54.1 de la Ley incluyen una serie de conceptos cuyo significado es preciso analizar, para encuadrar adecuadamente el término sobreexplotación. Son los siguientes: aprovechamientos, extracciones anuales, recursos anuales renovables, calidad del agua y ordenación de extracciones.

El primero, "aprovechamientos", es el que permite definir si un acuífero, o zona de acuífero, está sobreexplotado o en riesgo de estarlo. Es un término que carece de significado hidrogeológico ya que se relaciona con el beneficio en sentido amplio. Es decir, se refiere a los resultados económicos, sociales, ecológicos, ambientales, políticos, etc. que se obtienen del provecho del agua subterránea.

Una característica a destacar del "aprovechamiento", es que depende del tiempo. Si es ecológico, deberá mantenerse indefinidamente, por lo que la restante explotación del acuífero deberá adaptarse a la consecución de este fin. Por el contrario, si es económico, será preciso evaluar el tiempo mínimo en el que hay que mantener el "aprovechamiento" para alcanzar la rentabilidad correspondiente. En base a ese tiempo se determinará si el acuífero puede suministrar agua en cantidad, calidad y precio adecuado, para satisfacer las demandas correspondientes.

Los otros términos indicados en la Ley y en el Reglamento tienen un carácter más hidrogeológico. No se emplean para definir la sobreexplotación, sino que son consecuencias de la misma o son medidas a tomar cuando se produce sobreexplotación.

Por "extracciones anuales" debe entenderse la explotación del acuífero o zonas de acuífero. Aunque el Reglamento no lo indica, hay que relacionarlas con el volumen medio del agua almacenada en el propio acuífero. A este respecto, es obvio que no son comparables dos acuíferos, en cuanto a capacidad

de regulación hídrica, si con idénticas recargas, extracciones, distribución de explotaciones, etc, en uno de ellos el volumen almacenado es del mismo orden que la recarga de un año y en el otro es de un orden varias decenas superior.

Los términos "recursos anuales renovables" y "calidad del agua" son suficientemente precisos, por lo que no se les añade ningún comentario.

Por último, la "ordenación de las extracciones" definida en la Ley, es el mecanismo que hay que adoptar para corregir, o al menos minimizar, los efectos indeseables que se producen o pueden producirse como consecuencia de la sobreexplotación. La "ordenación de las extracciones" implica la redistribución de los puntos de agua del acuífero (sondeos, pozos), así como la del caudal extraído en cada uno de ellos en función del tiempo. Es un concepto que implica tanto al espacio geográfico como al tiempo y que tiene por objetivo conseguir una nueva morfología de la superficie piezométrica, que sea acorde con las necesidades de los aprovechamientos y las características hidrogeológicas del acuífero.

El término sobreexplotación está, pues, estrechamente ligado al de aprovechamiento, de modo que aquélla sólo se produce cuando se pone en peligro este último.

Cuando el agua se usa en un aprovechamiento económico-social, la complejidad del análisis de la situación que se presenta es muy grande, por lo que conviene profundizar en el significado del término y las implicaciones que conlleva.

El problema se debe plantear de modo que relacione la riqueza generada por la explotación del acuífero - tanto en términos de producción económica como de beneficios de orden social - con la explotación del agua. Sólo cuando el resultado obtenido sea desfavorable habrá que considerar que el

acuífero está sobreexplotado.

La sobreexplotación es posible que se presente cuando se explota un acuífero sin que se haya llevado a cabo una planificación previa. Es un problema que puede existir en la actual situación española y que hay que estudiar. Para ello habrá que determinar si, en las actuales condiciones económicas, está justificado que se continúe el consumo de los actuales caudales en los acuíferos en los que las extracciones de agua subterránea presentan problemas de cualquier índole. En caso positivo, la extracción del recurso debería considerarse tan deseable como la de cualquier otro posible aprovechamiento que sea, también, limitado en el tiempo

En términos generales, la explotación de un volumen medio anual superior al de la recarga media del acuífero y que, por tanto, incluya parte de las reservas debe considerarse como una situación técnicamente posible. Esta presentará una dinámica distinta en la evolución de los niveles piezométricos, en función de las características específicas de recarga-descarga-explotación de cada acuífero. Si el interés general dispone la conveniencia de una explotación que pueda exceder la recarga anual media, el estudio económico deberá, como en cualquier otro supuesto de inversión, determinar:

- el interés durante un período útil suficiente para la amortización de los capitales impuestos,
- el beneficio local,
- los intereses generales satisfechos,
- las consecuencias previsibles de la disminución progresiva de las disponibilidades de agua.

Una vez estudiadas las circunstancias en que se produce cada explotación y bajo el prisma de la prevalencia del interés general sobre el particular, es necesario considerar si se están utilizando adecuadamente los recursos disponibles en su totalidad con un concepto de globalidad de gestión, toda vez que resulta difícil, las más de las veces, llevar a cabo una estricta separación en los balances de los volúmenes que se pueden extraer a diferentes cotas y, más complejo, separar las interrelaciones económicas que se dan dentro del país, entre las diferentes comarcas y provincias.

En el concepto sobreexplotación prevalece la defensa de los aprovechamientos existentes, lo que no debe interpretarse como la de cada uno de ellos. Atendiendo al preámbulo de la Ley, los recursos hídricos deben estar subordinados al interés general, prevalente sobre los intereses individuales. Es, por tanto, al que hay que referir el término "aprovechamiento", que habrá que extender a la totalidad del acuífero o de la zona a considerar.

Si en un momento determinado, y en virtud de criterios de economía general, pudiera considerarse deseable la explotación hasta cualquier límite de un acuífero, por encima de los intereses particulares, parece evidente que esos mismos intereses generales deben ser vinculantes para la propia Administración, pero no para gestionar el acuífero reduciendo simplemente el gasto, como si de una economía doméstica se tratara, sino para una gestión del conjunto de la economía del agua en las condiciones óptimas de rentabilidad social.

En resumen, las circunstancias que deben analizarse antes de llegar a declarar un acuífero sobreexplotado pueden ser entre otras las siguientes:

- **Interés social** prevalente sobre los posibles intereses particulares afectados negativamente por la supuesta sobreexplotación.
- **Condiciones económicas** que justifiquen la explotación técnica del recurso renovable y total o parcialmente de sus reservas, considerando los resultados globales una vez finalizado el período útil de aprovechamiento.
- **Evaluación de las disponibilidades hídricas, tanto superficiales como subterráneas**, así como de las posibilidades técnico-económicas para recargar, suplementar o mezclar aguas de distinta procedencia, con objeto de optimizar la gestión conjunta del agua.

A tenor de las acepciones señaladas para los conceptos definidos anteriormente, la redacción del artículo 171.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, resulta ambigua por prolija y, paradójicamente, por incompleta, como se indica después. Sería más correcto eliminar la enumeración de consecuencias hidrogeológicas que se relacionan con la sobreexplotación, ya que las incluidas presentan, entre otras, las siguientes incongruencias:

- No son aplicables para acuíferos con pocas reservas.
- Eliminan la posibilidad de realizar una "minería" del agua.
- No consideran la posibilidad de aquellos usos del agua, como son aprovechamientos ecológicos, que precisan que la superficie piezométrica permanezca estable entre cotas determinadas.

El artículo 171.2 señala una segunda causa que puede poner en peligro los aprovechamientos. Se produciría cuando por la localización de las extracciones, la cuantía de las mismas



o en función de ambas, se produjese un deterioro grave de la calidad del agua.

El Reglamento conecta así, con buen criterio, dos artículos de la Ley de Aguas: el 54.1, que hace referencia a la sobreexplotación y el 91, que se refiere a la intrusión de aguas salinas. El primero pertenece al Título IV, "De la utilización del dominio público hidráulico", capítulo II, "De los usos comunes y privativos", y el segundo al Título V, "De la protección del dominio público hidráulico y de la calidad de las aguas continentales", capítulo I, "Normas generales". Ahora bien, el capítulo V del mencionado título, denominado "De las zonas húmedas", en el apartado 4 del artículo 3, encarga a los Organismos de cuenca y a la Administración competente la protección eficaz de aquellas zonas húmedas que tengan interés natural o paisajístico.

**Implicítamente asume la Ley que las zonas húmedas constituyen aprovechamientos que, por tanto, hay que proteger.** Consecuencia inmediata es que, si la explotación del acuífero o zona de acuífero las pone en peligro, habrá que declararlo sobreexplotado.

Esta interpretación incide, de nuevo, en la redacción del artículo 171.2 del Reglamento, ya que los aprovechamientos se pueden poner en peligro porque las extracciones sean del orden o mayores que la recarga o por degradación de la calidad. Pero además, en determinados casos, por cambios en la posición de la superficie piezométrica. Parece por tanto más correcto, o bien enumerar todas las causas que puedan poner en peligro los aprovechamientos o, lo que es más adecuado, suprimirlas todas y que sea el Organismo de cuenca quien las decida.

### **3.- SUBSISTEMA ACUIFERO ARINAGA - TIRAJANA.**

El sistema acuífero nº 83 se extiende sobre toda la isla de Gran Canaria que tiene una superficie de 1.550 km<sup>2</sup> y una altitud máxima de 1.950 m s.n.m.. Desde el centro de la isla las cotas descienden progresivamente hasta el mar. La erosión ha desarrollado amplios y profundos barrancos más o menos perpendiculares a la costa.

La división del sistema acuífero en subsistemas tiene un carácter mas administrativo que hidrogeológico y se ha basado en cuencas hidrográficas y en curvas de nivel. Así el subsistema Arinaga-Tirajana, que es el objeto del presente estudio, incluye la cuenca del Tirajana y la de otros barrancos laterales de menor importancia y altimétricamente queda limitado por la línea de costa y la cota 500 m s.n.m.

#### **3.1. ENCUADRE GEOGRAFICO Y DEMOGRAFICO.**

El subsistema acuífero Arinaga-Tirajana se localiza al sureste de la isla de Gran Canaria en el sector comprendido entre la bahía de Arinaga al norte y la playa del Cardón al sur.

Incluye parcial o totalmente las cuencas hidrográficas de los barrancos Agüimes - Guadayeque, Ancón, Guerra, de los Corralillos, Los Balos, del Polvo, La Licencia, Tirajana, Juan Grande, Cebollera, Draguillo y Grea.

La extensión es del orden de 130 km<sup>2</sup> de los que 45 corresponden a zonas llanas costeras.

Incluye parcialmente los términos municipales de Ingenio, Agüimes, Santa Lucía y San Bartolomé de Tirajana. Los núcleos de población más importantes son: El Cruce, Arinaga, Vecindario, El Doctoral, Sardina, Juan Grande, Aldea Blanca e Ingenio. Entre Arinaga y el Cruce se ubica el Polígono

Industrial de Arinaga que abarca una extensión de 14 km<sup>2</sup>.

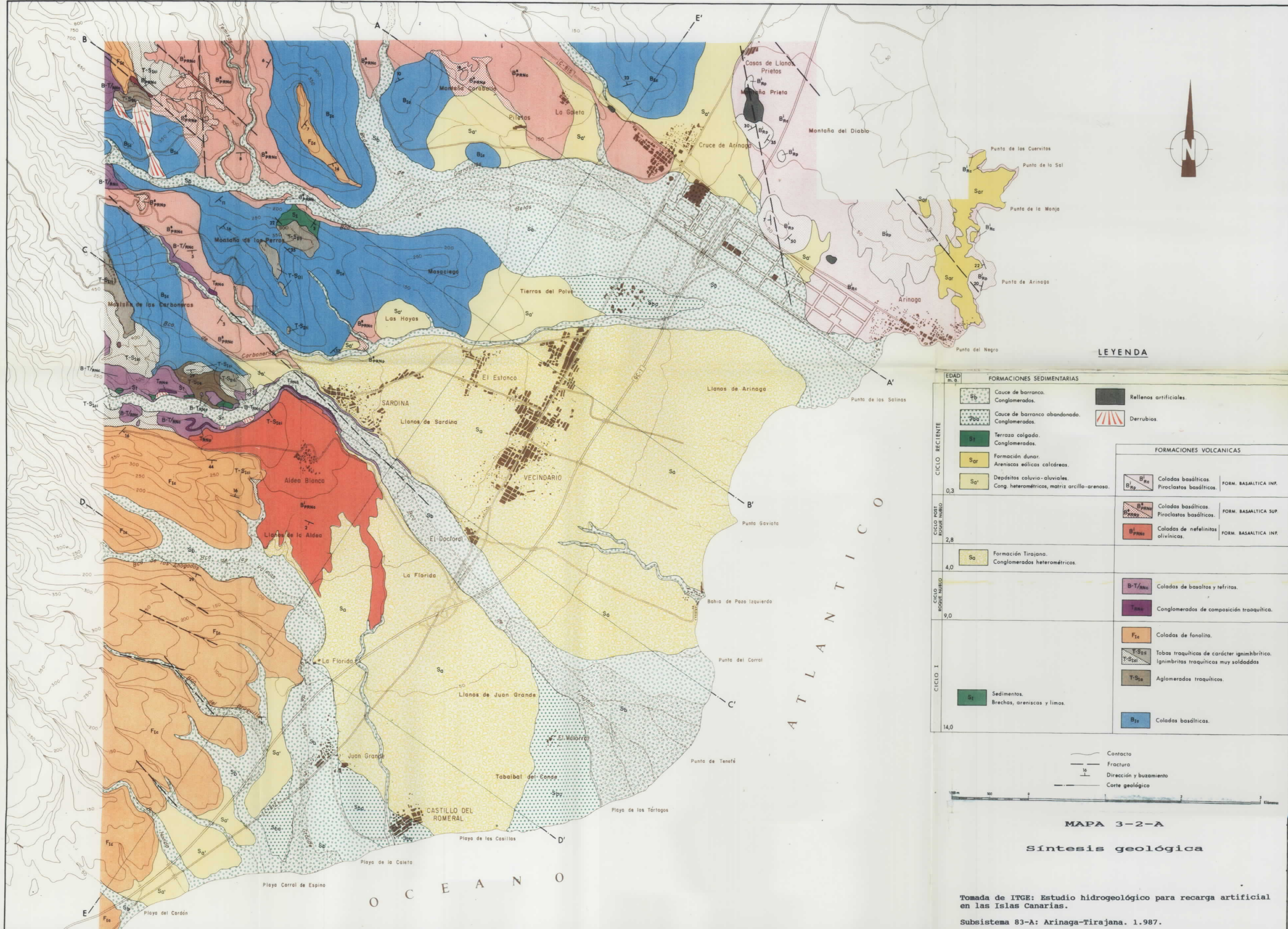
La población se ha mantenido en constante crecimiento. En el cuadro número 3-1-A se indica la evolución en el tiempo de la población de Agüimes, San Bartolomé y Santa Lucía, cuyo conjunto puede considerarse que es muy aproximado a la población de la zona del acuífero, ya que se encuentran dentro las principales poblaciones de esos tres términos.

CUADRO 3-1-A		POBLACION DE DERECHO				
TERMINO	SUPER. (km2)	A Ñ O S				
		1.960	1.970	1.975	1.981	1.989
AGÜIMES	76,5	10.476	12.047	12.411	13.801	15.979
SAN BAR- TOLOME	334,5	1.511	(1) 1.182	14.873	17.739	31.542
SANTA LUCIA	54,8	11.081	18.559	23.185	26.628	32.680
TOTALES	465,8	23.068	31.788	50.469	58.168	80.201

(1) No incluye el núcleo de Maspalomas.

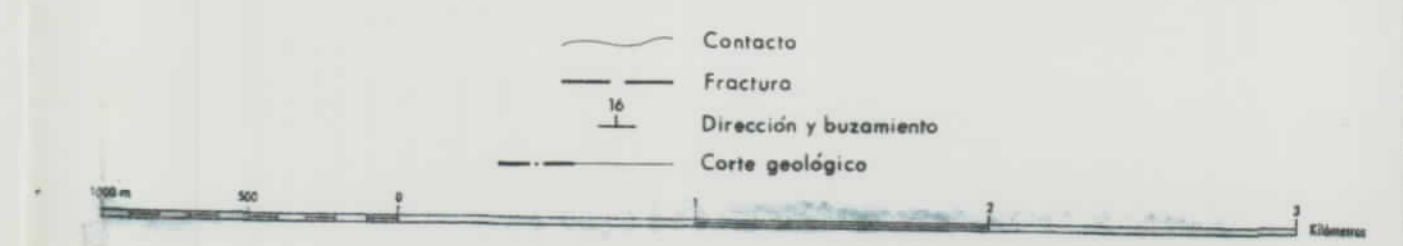
### 3.2. ENCUADRE GEOLOGICO.

Una parte importante de la extensión del acuífero (la comprendida aproximadamente entre la cota 200 y el mar) está ocupada por un abanico aluvial y una llanura costera que se apoya sobre materiales volcánicos de litología variada que van desde las series basálticas y fonolíticas del Ciclo I hasta basaltos modernos de las series III y IV (FUSTER et al., 1.972) (Mapa 3-2-A).



**LEYENDA**

EDAD m.a.	FORMACIONES SEDIMENTARIAS		FORMACIONES VOLCANICAS	
CICLO RECIENTE	Sb	Cauce de barranco. Conglomerados.	B <sup>1</sup> Re	Coladas basálticas. Piroclastos basálticos.
	Sb <sup>0</sup>	Cauce de barranco abandonado. Conglomerados.	B <sup>2</sup> PRNC	Coladas basálticas. Piroclastos basálticos.
	S <sup>1</sup>	Terraza colgada. Conglomerados.	B <sup>1</sup> PRNC	Coladas de nefelinitas olivínicas.
0,3	Sar	Formación dunar. Arenas eólicas calcáreas.		
	Sa <sup>1</sup>	Depósitos coluvio-aluviales. Cong. heterométricos, matriz arcillo-arenosa.		
2,8				
	Sa	Formación Tirajana. Conglomerados heterométricos.		
4,0				
9,0				
CICLO I				
	S <sup>1</sup>	Sedimentos. Brechas, areniscas y limos.		
14,0				



**MAPA 3-2-A**

**Síntesis geológica**

Tomada de ITGE: Estudio hidrogeológico para recarga artificial en las Islas Canarias.  
 Subsistema 83-A: Arinaga-Tirajana. 1.987.

Las ideas sobre la estratigrafía de las unidades volcánicas existentes en la Isla de Gran Canaria han evolucionado con el tiempo, conforme se ha profundizado en los estudios geológicos y con la utilización de técnicas de datación absolutas y paleomagnetismo. Estas técnicas han permitido caracterizar la historia volcánica de Gran Canaria por la existencia de cuatro fases, o ciclos, bien definidos separados por marcadas discordancias erosivas que suponen periodos de inactividad en los que la erosión desmanteló parcialmente los edificios volcánicos.

El primer ciclo comenzó en el Mioceno con la emisión de una monótona serie de coladas basálticas de varios centenares de metros (Formación Basáltica o Basaltos Antiguos). A continuación se encuentra la Formación Traquisienítica y, por último, este primer ciclo culmina con la emisión de potentes coladas fonolíticas (Formación Fonolítica).

El segundo ciclo, o ciclo Roque Nublo (ANGUITA, F., 1.972) tuvo lugar en el Plioceno inferior con la emisión de basaltos y tefritas. El ciclo termina con la extrusión de domos y pitones de diferenciados peralcalinos.

El tercer ciclo, Post-Roque Nublo, comprende todas aquellas coladas y depósitos piroclásticos basálticos o basaníticos, situados por encima de materiales del ciclo Roque Nublo.

Por último el ciclo reciente (serie basáltica IV de FUSTER et al., 1.968) comprende los edificios volcánicos y coladas de basaltos y basanitas con centros de emisión relativamente conservados que o son cortados por la red de drenaje u ocupan el centro de la misma.

Además de estas formaciones volcánicas, en las zonas costeras se produce el depósito de sedimentos procedentes de la erosión de los materiales volcánicos del interior de la isla.

Se asocian estos depósitos a períodos de inactividad, en los que la erosión desmantelaría parte de los edificios volcánicos.

### **3.3. ENCUADRE GEOMORFOLOGICO.**

La geomorfología del sistema Arinaga-Tirajana se caracteriza por presentar formas relativamente llanas, que se corresponden con un gran depósito aluvial que, posteriormente, ha sido erosionado por la red de drenaje actual. Limitando esta superficie existe un relieve más abrupto que coincide con los afloramientos del sustrato volcánico.

Excepto el barranco de Tirajana, el resto de la red de drenaje tiende a rodear el abanico aluvial. El barranco de Tirajana sufre aguas arriba un progresivo encajamiento en los materiales del abanico aluvial y en el propio sustrato.

#### **4.- SINTESIS HIDROGEOLOGICA.**

La explotación del acuífero se inició hace más de 40 años con captaciones situadas en el aluvial de los barrancos y la terraza costera que tiene una potencia de 20 a 40 m. La aceptable transmisividad que presentan estos materiales y las fuertes extracciones de agua a que se sometió este horizonte permeable, produjeron una importante desaturación del mismo y el avance de la intrusión marina que salinizó el agua de muchos pozos, por lo que prácticamente se dejó de explotar.

Actualmente gran parte de las captaciones extraen el agua de los basaltos antiguos y fonolitas. Estas rocas constituyen un acuífero muy complejo tanto por su constitución como por su funcionamiento e interdependencia con los subsistemas colindantes.

Los basaltos de la Serie I tienen una potencia que es superior a los 650 m y constituyen un acuífero de carácter libre con permeabilidades de 1 a 100 m/día.

Hacia el sur del barranco de Tirajana los pozos se sitúan en la serie fonolítica; los Basaltos Antiguos se localizan a más de 200 m de profundidad. Los sondeos encuentran el nivel saturado cercano o por debajo del nivel del mar y frecuentemente en carga. La permeabilidad de estos materiales es de 0,3 a 2 m/día.

En conjunto, el acuífero Arinaga-Tirajana presenta gran heterogeneidad y anisotropía. Su transmisividad oscila entre 20 y 60 m<sup>2</sup>/día y los caudales específicos son generalmente mayores para los pozos situados en las fonolitas que para los que explotan la Formación Basáltica.

##### **4.1. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO.**

Debido a la intensa explotación - en relación a la recarga - a que se somete el subsistema, los niveles piezométricos

están muy deprimidos, llegando a situarse en algunas áreas hasta 150 m por debajo del nivel del mar (Mapa n° 4-1-A).

Por otra parte, la baja permeabilidad del medio origina que las depresiones en el nivel piezométrico que originan las explotaciones presenten gradientes muy acusados.

Como consecuencia de estos dos hechos se tiene que el funcionamiento actual del subsistema es el siguiente: se comporta como un acuífero libre que se recarga a partir de la infiltración de agua de lluvia, de excedentes de riego y de aguas superficiales. Una recarga adicional procede de los subsistemas que le rodean y que tengan el nivel piezométrico más alto que este.

La descarga se produce casi exclusivamente en las captaciones mediante el bombeo del acuífero. En algunas zonas de la costa quizás se produce aún un drenaje directo al mar.

Como las extracciones son mayores que la recarga, parte del agua extraída procede de las reservas.

#### **4.2. CALIDAD QUIMICA DEL AGUA.**

Las aguas extraídas de la formación basáltica son cloruradas magnésicas y las aguas que proceden de pozos situados en la Serie Fonolítica son cloruradas sódicas.

La calidad de las aguas en los pozos del sector norte es de mediocre a mala por lo que solo pueden utilizarse para el regadío de cultivos que admitan una alta concentración salina (alfalfa o tomate en su última etapa) o para uso doméstico siempre que se mezclen con otras mejores. Presentan una salinidad con un valor medio del orden de 5.600 mg/l, valor casi cinco veces superior que la que presentan las aguas situadas en el sector meridional que es del orden de 1.200 mg/l.





- POZOS EN EXPLOTACION  
Volumen total bombeado
- < 0.1 Hm<sup>3</sup>
  - ◐ 0.1 - 0.25 Hm<sup>3</sup>
  - ◑ 0.25 - 0.50 "
  - ◒ 0.50 - 0.75 "
  - ◓ 0.75 - 1.00 "
  - Pozo abandonado o parado
  - ◇ Sondeo de investigación
- 30069n<sup>o</sup> inventario
- [ -16 ] cota aproximada de fondo
- Línea isopleza (m.s.n.m.)



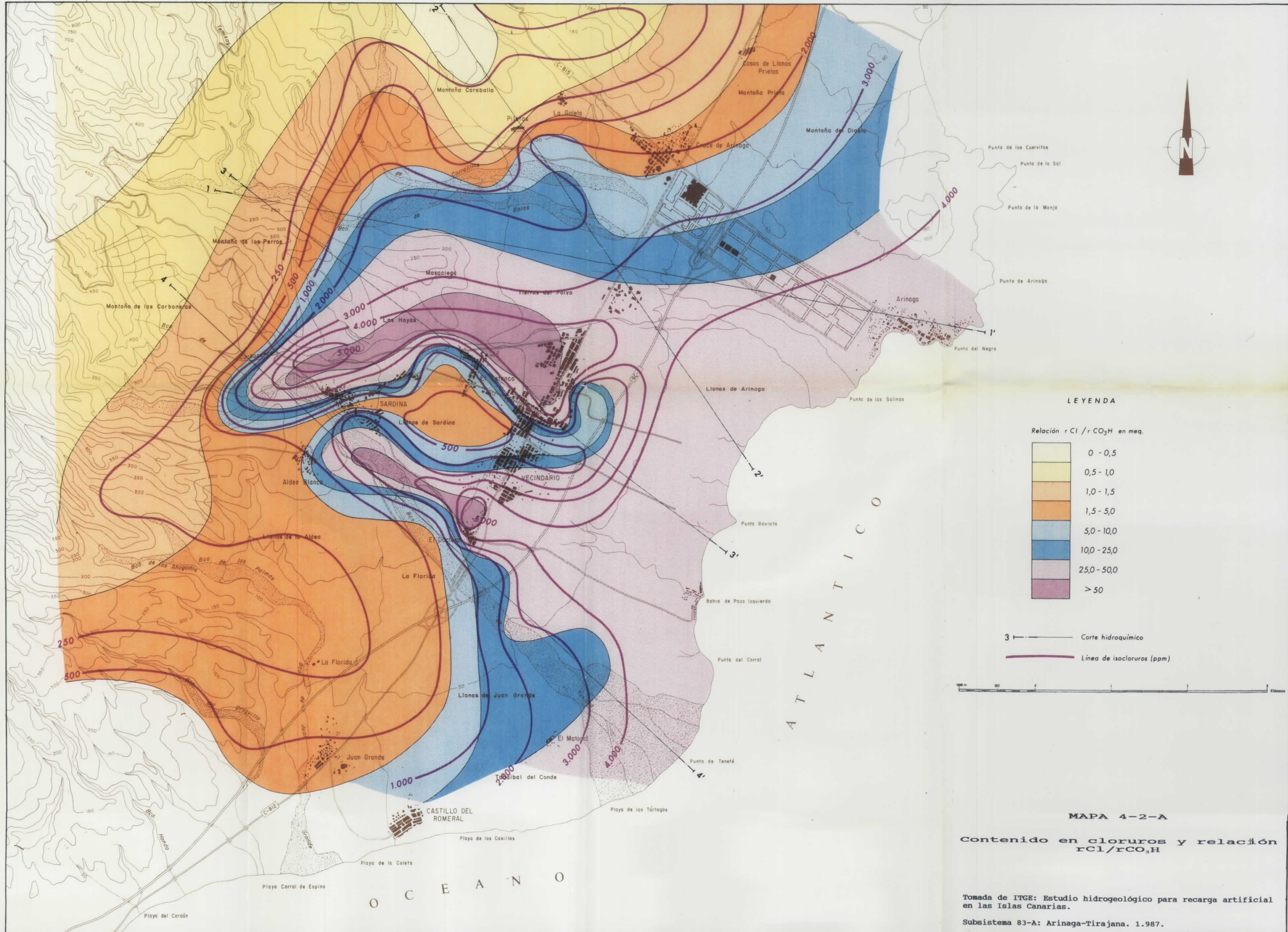
MAPA 4-1-A  
Piezometría

Tomada de ITGE: Estudio hidrogeológico para recarga artificial en las Islas Canarias.  
Subsistema 83-A: Arinaga-Tirajana. 1.987.

En el cuadro 4-2-A se presenta la evolución de la calidad tanto en el espacio (mapa n° 4-2-A) como en el tiempo. Se observa que las que presentan peor calidad son las situadas en el sector centro-occidental y que en el conjunto del subsistema empeora con el transcurrir del tiempo.

CUADRO 4-2-A PARAMETROS HIDROQUIMICOS						
	CONDUCTIVIDAD. MICROMHOS/CM		ION CLORURO (mg/l)		rCl-/rCO3H-	
	1.976	1.986	1.976	1.986	1.976	1.986
SECTOR NORTE: CRUCE DE ARINAGA - BARRANCO DE LOS BALOS	2.400	4.600	805	1.360	5,20	7,00
SECTOR CENTRO- OCCIDENTAL: VECINDARIO, SARDINA, ALDEA BLANCA, BCO. DE TIRAJANA	4.800	6.400	1.500	2.200	15,50	22,30
SECTOR SUR: JUAN GRANDE, BCO. JUAN GRANDE, BCO. LAS PALMAS	2.400 (* )	2.900	590 (* )	850	4,60 (* )	8,80
(* ) Datos del año 1.980. No se disponen de otros anteriores para los pozos del Sector S.						

Los pozos que se sitúan en una franja paralela a la costa, a menos de 1 Km del mar, tiene agua con una conductividad que ha pasado en el periodo 1.980 a 1.986, como media, de 7.500 a 9.000 micromhos/cm. El máximo de conductividad se obtuvo entre 1.983 y 1.986 en los que se alcanzaron los 10.000 micromhos/cm.



**LEYENDA**

Relación  $r_{Cl} / r_{CO_3H}$  en meq.

0 - 0,5
0,5 - 1,0
1,0 - 1,5
1,5 - 5,0
5,0 - 10,0
10,0 - 25,0
25,0 - 50,0
> 50

3 ————— Corte hidroquímico

————— Línea de isocloruros (ppm)



**MAPA 4-2-A**

**Contenido en cloruros y relación  $r_{Cl} / r_{CO_3H}$**

Tomada de ITGE: Estudio hidrogeológico para recarga artificial en las Islas Canarias.  
Subsistema 83-A: Arinaga-Tirajana. 1.987.

El aumento de la salinidad durante el período 1.976 - 1.980 es de hasta 0,8 g/l en los pozos del polígono de Arinaga, de 1,3 g/l en el barranco del Polvo, y de 1,5 g/l en El Doctoral, que son parajes situados en la llanura aluvial. Esto se debe principalmente al incremento de las extracciones en este período.

La importancia de la intrusión marina se manifiesta también al observar las relaciones  $rCl / (rCO_3H + rCO_3)$  - que da un máximo de 35 en el sector de Sardina - y  $rMg/rCa$  y el contenido en sodio cuyas variaciones medias entre 1.982 y 1.985 se indican en la tabla siguiente.

	$rMg / rCa$	Na+ (mg/l)
1.982	0,7 a 3,2	22 - 770
1.985	0,6 a 3,6	128 - 1.500

En la siguiente tabla se indican los valores medios, correspondientes al año 1.986, del pH y del S.A.R.

	S.A.R.	pH
SECTOR NORTE	3,45	7,14
SECTOR CENTRO-ORIENTAL	4,82 (1)	7,90
SECTOR SUR	6,28 (2)	8,10

(1) Máximo de 9,13 en la franja costera.

(2) Máximo de 9,36 en Llanos de Juan Grande.

#### **4.3. UTILIZACION DEL AGUA SUBTERRANEA.**

La explotación del acuífero comenzó hace mas de cuarenta años y se encuentra en recesión, tanto por las profundidades crecientes de extracción, como por los caudales decrecientes de las captaciones y muy particularmente de la salinidad del agua.

El uso fundamental del agua en la zona es el regadio de unas 2.000 ha. La explotación agrícola ha evolucionado desde cultivo de plátanos a hortalizas de invernadero (fundamentalmente tomate). En la franja costera se ha ido abandonando el uso agrícola en favor de la actividad industrial, debido fundamentalmente al deterioro de la calidad del agua y a su disponibilidad.

La explotación del acuífero es bastante constante durante todo el año, hallándose condicionada por la zafra del tomate que comienza entre el 1 y 30 de septiembre y finaliza entre últimos de marzo y finales de abril. Los bombeos comienzan a partir de julio y agosto para llenado de estanques, registrándose los máximos de explotación de septiembre a marzo, con 1,6 hm<sup>3</sup>/mes de media. Los meses de menor bombeo son mayo y junio, con 1,1 a 1,2 hm<sup>3</sup>.

El regadio se rota cada año para evitar que los suelos se salinicen mucho.

#### **4.4. BALANCE HIDRICO Y RECURSOS.**

Los recursos hídricos del acuífero están constituidos por la precipitación eficaz, las aportaciones subterráneas del interior de la isla o áreas adyacentes, las aportaciones superficiales y los retornos por percolación del agua utilizada en riego.

En el cuadro número 4-3-A se presentan las recargas medias interanuales y las salidas calculadas para los años 1.984 y 1.986.

CUADRO N° 4-3-A		BALANCE DEL AGUA SUBTERRANEA	
		<u>hm<sup>3</sup>/año</u>	
<b>Entradas medias:</b>			
Infiltración .....		2,3	
Procedente acuíferos laterales ...		6,0	
Retornos de riego .....		2,8	
Escorrentia superficial .....		0,5	
	T O T A L .....		11,6
<b>Salidas año 1.984:</b>			
Extracciones .....		14,8	
Salidas al mar .....		0,2	
	T O T A L .....		15,0
<b>Salidas año 1.986:</b>			
Extracciones .....		17,9	
Salidas al mar .....		0,0	
	T O T A L .....		17,9

Las extracciones para los años 1.980, 1.982 y 1.987 se han estimado en 14,8, 18,5 y 19 ó 20 hm<sup>3</sup> respectivamente.

Cabe destacar que para unos recursos hídricos medios del orden de 12 hm<sup>3</sup> anuales, las extracciones en 1.984 los superaban en un 27,5% y en 1.986 en un 54%. El incremento en las extracciones entre 1.984 y 1.986 fue del 21%.

La explotación de 1.986 se utilizó en un 73% en usos agrícolas y el resto en urbanas e industriales. Una parte de estas últimas se consumieron fuera del acuífero en Maspalomas y Las Palmas.

En el plano nº 4-4-A se señalan los principales pozos en explotación clasificados en función del volumen anual bombeado.

Respecto a las aguas superficiales hay que señalar que en el barranco de Tirajana existe una presa que regula 1,8 hm<sup>3</sup> al año.

#### **4.5. NUMERO DE POZOS EN EXPLOTACION Y CAUDAL MEDIO.**

En 1.984 se inventariaron 98 pozos, de los cuales estaban en explotación 61, incluidos pozos excavados de gran diámetro (1,5 a 2 m). Las profundidades de estas explotaciones variaban entre 40 y 300 m, y los caudales explotados entre 5 y 60 l/sg. La mayoría de ellos terminan por debajo del nivel del mar en 50 m y tienen sus bombas entre medio y metro y medio por encima del fondo.

En 1.986 de un total de 121 pozos, se encontraban 77 en explotación, y de los restantes, al menos 23 se habían abandonado (generalmente por problemas de calidad de agua).



- POZOS EN EXPLORACION  
Volumen total bombeado
- < 0.1 Hm<sup>3</sup>
  - ◐ 0.1 - 0.25 Hm<sup>3</sup>
  - ◑ 0.25 - 0.50 "
  - ◒ 0.50 - 0.75 "
  - ◓ 0.75 - 1.00 "
  - Pozo abandonado o parado
  - ⊕ Sondeo de investigación
- 30069 nº inventario  
(-14) cota aproximada de fondo



**MAPA 4-4-A**  
**Explotación del acuífero**

Tomada de ITGE: Estudio hidrogeológico para recarga artificial en las Islas Canarias.  
Subsistema 83-A: Arinaga-Tirajana. 1.987.



Las mayores concentraciones se encuentran en la franja costera entre Vecindario y el Barranco de Tirajana, y al oeste del Polígono de Arinaga. La profundidad media era de 150 a 200 m.

El caudal medio de las captaciones ha variado del siguiente modo: En 1.982, 15 l/s; en 1.985, 14 l/s; y en 1.986, 13,2 l/s.

También se ha observado una variación del caudal medio por zonas según se indica en la tabla siguiente (datos en l/s).

	1.982	1.986
<b>SECTOR NORTE:</b>		
CRUCE DE ARINAGA - BCO. DE LOS BALOS	18	15
<b>SECTOR CENTRO-OCCIDENTAL:</b>		
VECINDARIO - SARDINA - ALDEA BLANCA - BARRANCO DE TIRAJANA	17	14
<b>SECTOR SUR:</b>		
JUAN GRANDE - BARRANCO DE LAS PALMAS - BARRANCO JUAN GRANDE	12	11,5

5.- PROBLEMAS QUE PRESENTA LA EXPLOTACION DEL ACUIFERO.

A la luz de lo anteriormente expuesto, resulta fácil deducir que la problemática principal del acuífero está en el desequilibrio existente entre recursos y explotación.

Como consecuencia de este desequilibrio se originan los siguientes efectos:

- Descenso progresivo de los niveles piezométricos.
- Descenso de los caudales medios de explotación.
- Incremento de la salinidad y aparición de cuñas de intrusión marina en el acuífero.

El descenso medio durante el período 1.976 - 1.983 del nivel piezométrico en toda la zona ha sido de unos 5 m.

Por sectores, se observa lo siguiente:

- Al oeste del Cruce de Arinaga y en el barranco de la Angostura el descenso medio fue de 3 m.
- En el área comprendida entre Vecindario y Aldea Blanca el nivel descendió 5 m.
- En el Sector de Juan Grande los niveles dinámicos han descendido 8 m.
- En el barranco de Las Palmas y en la zona de El Doctoral los niveles se han mantenido debido al abandono de explotaciones por disminución del caudal o por mala calidad de sus aguas.

Dentro de este periodo (1976-1983) y en particular en 1.981 hay que señalar que la mayoría de los niveles estáticos se situaban 20 ó 30 m por debajo del nivel del mar. Los niveles positivos se localizaban en torno a Juan Grande y al norte en el Polígono de Arinaga.

Durante 1.982 y 1.983 seguían manifestándose las zonas deprimidas. La profundidad a que se encontraba el nivel del agua oscilaba entre 40 y 290 m, situándose los valores medios entre 100 y 200 m. En el sector de Juan Grande se observaban cotas positivas de 5 y 10 m s.n.m., lo que quizá justifique la ausencia de intrusión salina en dicha zona.

Entre los años 1.982 y 1.985 la evolución de los niveles dinámicos de las captaciones presenta las siguientes características:

- La cota media del nivel dinámico para toda la zona se sitúa a 40 ó 50 m bajo el nivel del mar, siendo frecuentes los valores de hasta 60 m b.n.m.
- En los pozos situados al oeste del Cruce de Arinaga y al norte del barranco de los Balos los descensos medios de nivel dinámico son de 3 a 4 m, manteniéndose constante el caudal de explotación.
- En el sector Sardina-Vecindario los descensos han sido de 1 m, a base de no incrementar el nivel de explotación, aunque al norte de Sardina se han reprofundizado los pozos unos 8 m, como media.
- En el barranco de Los Balos se han abandonado numerosas explotaciones por quedarse secas. Las que se mantienen están ubicadas a unos 6 km de la costa y ha habido que reprofundizarlas de 8 a 10 m. Los descensos de nivel dinámico en esta zona han sido de unos 7 m.

- En la zona de El Doctoral el nivel dinámico ha bajado 1 m de media. Sin embargo, los pozos situados al este del núcleo urbano en la zona costera se han ido abandonando progresivamente por salinización.
- Al noroeste de El Doctoral, hacia el barranco de Tirajana y con dirección a Sardina, los descensos se han incrementado progresivamente, siendo de 3 m en la zona del barranco y de 9 m en los alrededores de Sardina. Desde esta localidad hacia el interior los descensos están en una media de 7 m, siendo necesario reprofundizar los pozos.
- Al sur del barranco de Tirajana se han producido descensos importantes en los pozos de menos de 250 m que captan los niveles más superficiales. Estas explotaciones han tenido que ser abandonadas o reprofundizadas hasta 30 m (es la zona con niveles más bajos).
- Por último, en el sector de Juan Grande los niveles han presentado una estabilidad relativa, con descensos en torno a 1,5 - 2 m.

Actualmente (1.990 - 1.991) en superficie piezométrica se sitúa por debajo del nivel del mar o, como poco, a nivel del mar. En estas condiciones, el agua subterránea se ha salinizado en una franja de hasta 1 km desde la línea de costa. Entre 1 y 2 km de la costa hay un espesor de unos 50 m de agua dulce. Tierra adentro, dichos espesores pueden ser de 10 m o mayores.

La intrusión salina presenta, en 1986, dos cuñas de penetración: una con dirección E-O, siguiendo los cauces de los barrancos del Polvo y de La Licencia, y otra con dirección NO-SE, siguiendo el cauce del Tirajana. Las zonas donde la intrusión es más fuerte se sitúan en el denominado

sector centro-occidental, formando dos domos: uno con isocloruros entre 3.000 y 5.000 ppm, que se encuentra entre el Cruce de Sardina y el Cauce del Tirajana, y otro con isocloruro entre 2.000 y 5.000 ppm, entre El Doctoral, Vecindario y Aldea Blanca.

Estas intrusiones no coinciden con mínimos piezométricos, lo que indica que el avance se encuentra más bien condicionado por factores geológicos (penetración a través de los materiales que rellenan paleocanales). Así, por ejemplo, existen niveles superficiales (colgados) con peor calidad química que los captados a varios metros bajo el nivel del mar.

A lo largo del año, la calidad del agua varía como respuesta a los bombeos. Así, los meses con peor calidad son noviembre y diciembre, en que las extracciones aumentan favoreciéndose el avance de la intrusión marina, mientras que en abril y mayo el caudal explotado es menor y el agua es de mejor calidad.

Los contenidos de nitratos son generalmente bajos para toda la zona, aunque existen sectores en que esta contaminación comienza a ser preocupante. En pozos próximos a las áreas urbanas de El Doctoral y Juan Grande se han medido 83 mg/l y cerca de Sardina, 50 mg/l.

Los pozos con mejor calidad química se sitúan en los bordes de los Llanos de Arinaga, cuya concentración salina se muestra invariable, así como otras zonas del interior y borde del acuífero, en general.

Junto a todos los problemas de explotación mencionados en este capítulo, existe otro, de carácter no hidrogeológico, y es que las aguas de Canarias proceden de concesiones particulares, y llevan así 40 años, lo que hace difícil cualquier tipo de intervención para racionalizar la explotación de los recursos.

**6.- ANALISIS DE LOS APROVECHAMIENTOS DEL ACUIFERO.**

La explotación del subsistema comenzó hace más de cuarenta años. Inicialmente el agua se empleaba casi exclusivamente en agricultura y se centraba en la llanura costera y en los aluviales de los barrancos.

En los últimos años las extracciones de agua se han evaluado según se resumen en la siguiente tabla:

A Ñ O	EXTRACCION EN HM3
1.980	14,8
1.982	18,5
1.984	14,8
1.986	17,9
1.987	19 - 20

Como consecuencia del encarecimiento del agua que se produce al descender el nivel y al empeoramiento de la calidad se está produciendo una disminución del consumo agrícola y un aumento del industrial.

**6.1. SECTOR AGRARIO.**

La superficie labrada en todo el sistema acuífero nº 83 (Gran Canaria) en el año 1.982 era de 20.533 hectáreas (cuadro A-1-A del anexo nº 1). En cuanto a la superficie regada en 1.980 eran de unas 11.630 hectáreas, de las que el 31% eran plataneras, 27% tomateras (de los que a su vez el 10% estaban bajo plástico), 16% otras hortalizas y el 26% restante de otros regadios.

Esta situación del regadio ha evolucionado durante esta década del siguiente modo:

- . El cultivo del tomate con cerramiento elemental de polietileno ha desplazado al cultivo al aire libre ya que los rendimientos del primero son del orden de 100.000 kg/ha y los del segundo de unos 40.000.
- . El cultivo del plátano disminuye y se sustituye por el tomate que en gran parte se exporta. Esta evolución ya era patente en la década de los 70 en la que la superficie de plataneras en la zona sur y este de la isla fue la siguiente:

A Ñ O	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977	1.978
HECTA-REAS	1.344	1.162	996	896	860	968

Esta reducción se produce, lógicamente, como consecuencia de los dos factores indicados: precio creciente del agua y empeoramiento progresivo de la calidad. No hay que olvidar que el precio del agua se aproxima a las 70 pta/m<sup>3</sup> y que la dotación media de una platanera es del orden de 14.000 m<sup>3</sup> por hectárea y año de agua que tenga menos de 500 mg/l de cloruros, mientras que el cultivo del tomate ahorra casi el 40% de agua y admite mayor salinidad en la misma.

Finalmente hay que considerar que el porcentaje de personas ocupadas en el sector agrario a nivel insular ha descendido desde 1.955 que era del 57,3% a 1.977 que fue de 18,8% (Fuente Banco de Bilbao). El I.N.E. lo cifraba en 1.979 en 18,7% (Encuesta de población activa).

Particularizando al subsistema acuífero, en el cuadro n° 6-1-A se indica el tanto por ciento de la población ocupada en cada grupo y durante 1.981.

CUADRO 6-1-A POBLACION OCUPADA (1.981)				
TERMINO	PORCENTAJE			
	AGRICULT.	INDUSTRIA	CONSTRUC.	SERVICIOS
AGÜIMES	21,5	7,4	10,7	60,4
S.BARTOLOME	22,2	4,8	3,9	69,1
SANTA LUCIA	18,8	7,9	15,1	58,2
SUBSISTEMA ACUIFERO	20,5	6,8	10,6	62,1
PROVINCIA	11,5	12,6	10,6	65,3

El porcentaje para el subsistema acuífero se ha obtenido ponderando los correspondientes a los tres términos mayoritarios. Se observa que existía en esas fechas un mayor peso del sector agrario que en el conjunto de la isla, con menor intensificación de los servicios y prácticamente la mitad en industria.

En el subsistema acuífero la superficie regada ha disminuido en los últimos años. Actualmente (1.990) se estima que se riegan unas 2.000 hectáreas con aguas subterráneas y que la mayor parte están dedicadas al cultivo de tomate en invernadero.

## 6.2. SECTORES INDUSTRIA Y DE SERVICIOS.

La proporción de la población ocupada en el sector industria era en 1.981 de 12,6% para el conjunto de la isla y de



prácticamente la mitad (6,8%) en el subsistema acuífero. En servicios estos porcentajes eran, respectivamente, 65,3% y 62,1% (cuadro 6-1-A). Es de notar la menor importancia del sector industria, si bien es posible que esta descompensación se haya ido amortiguando en los últimos años como consecuencia de la instalación de nuevas industrias en el polígono industrial de Aguinaga.

## 7.- JUSTIFICACION ECONOMICA.

El análisis económico de los aprovechamientos de agua subterránea se realiza asumiendo las siguientes suposiciones:

- . El consumo de agua se produce fundamentalmente en la agricultura.
- . El tamaño tipo de la explotación agrícola se considera que es de una hectárea y que es de tomate de invernadero.
- . El precio de instalación del invernadero, alberca y riego por goteo incluido el cabezal es de unos 5.000.000 pta/ha, que se amortizan en 8 años al 14,5% lo que es excesivo para el goteo, pero escaso para la alberca por lo que ambos se compensan.
- . El plástico se reemplaza anualmente.
- . El precio del agua se estima en 70 ptas/m<sup>3</sup>, lo que incluye elevación de 250 m de altura manométrica.
- . Una dotación de 7.000 m<sup>3</sup> por hectárea y año.

En el anexo nº 1, cuadro A-1-B, se presenta la cuenta de gastos y productos de la hectárea tipo. El beneficio obtenido es de 1.960.250 pta y se generan 670 jornales equivalentes a 2,79 U.T.H. por hectárea.

En el cuadro A-1-C del mismo anexo figura la tabla de amortización del capital de 5.000.000 que arroja una cuota de 1.095.991 pta que habrá que considerar durante los primeros ocho años de la explotación.

En el capítulo 4.4. se ha indicado que la recarga del subsistema es del orden de 10-12 hm<sup>3</sup> anuales y que las extracciones en los años 1.986 y 1.987 son del orden de 18 a 20 hm<sup>3</sup>. El balance es negativo en unos 8 hm<sup>3</sup> al año.

Si se supone que estos volúmenes se dedican a la agricultura y en particular al tomate de invernadero, se podrían regar con esos 8 hm<sup>3</sup> unas 1.150 hectáreas. El beneficio que generarían, sin contar amortizaciones del capital invertido sería del orden de 2.254 millones de pesetas anuales y se generan unas 3.200 U.T.H.

La obtención de estos resultados ha supuesto un gasto de amortización durante ocho años del orden de 1.096.000 pta por hectárea y año que para el conjunto del subsistema sería de unos 10.000 millones de pesetas.

En otro orden este balance negativo acarrea un empeoramiento progresivo de la calidad del agua subterránea que puede incidir en el mantenimiento de muchos aprovechamientos.

El análisis de la rentabilidad de esta situación hay que realizarlo de un modo global de forma que abarque al conjunto de la isla y al interés que tiene el sector agrícola en relación con la economía provincial.

Es evidente que el cultivo de invernadero es interesante desde el punto de vista económico y social ya que emplea suficiente mano de obra y presenta capacidad de exportación en razón del adelanto en la maduración de los productos respecto a otras naciones de la CE.

También es evidente que durante el periodo 1.967-1.975 la provincia de Las Palmas ocupó el segundo lugar, después de Almería, en el crecimiento de la renta familiar disponible, y que pasó en cuanto al producto neto del lugar 30 en 1.957, al 16 en 1.979 y al cuarto en 1.985 (Fuente Banco de Bilbao).

Ahora bien, no puede considerarse que los avances indicados en el párrafo anterior se deban solamente al desarrollo agrícola ya que el sector que ocupa una mayor población activa y genera más ingresos es el de los servicios, derivados fundamentalmente del turismo de invierno, mucho más selectivo que el de verano.

Al comparar la importancia que tiene en la economía provincial la agricultura y el turismo se obtienen los siguientes resultados:

- . Agricultura: Antes de 1.985 el valor añadido bruto aumentaba cada año (cuadro nº 7-A). En 1.985 ocupaba el lugar 46 entre las 50 provincias y para esos años había desaparecido la tendencia ascendente anterior.
- . Turismo: Durante el último quinquenio todos los parámetros crecieron en términos generales. Así entre 1.985 y 1.989 el conjunto de las islas pasó de 211.496 plazas ofertadas a 343.569 y el número de turistas de 3.688.942 a 5.337.880, con incrementos acumulativos anuales del 10,19% y 7,67% respectivamente.

CUADRO Nº 7-A - TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO (1975 - 85)		
	ESPAÑA	CANARIAS
P.I.B. ....	1,8	3,2
- AGRICULTURA .....	1,3	3,7
- INDUSTRIA .....	1,4	2,2
- CONSTRUCCION .....	- 2,8	2,6
- SERVICIOS .....	2,2	3,7

FUENTE: PAPELES DE ECONOMIA ESPAÑOLA, Nº 45. AÑO 1.990

Según los datos del Anuario del Mercado Español 1.989, de Banesto, Las Palmas ocupa el lugar 6º en el Índice Turístico, con el 6,33 % entre las 101 áreas consideradas, y el lugar

11º en la cuota de mercado, que expresa la capacidad de consumo de productos y servicios y representa, por tanto, un índice de riqueza.

Se tiene por tanto que, en general, la provincia no se encuentra mal situada en cuanto al producto neto total y a la renta familiar disponible total, ocurriendo lo mismo en el resto de las magnitudes totales. Sin embargo, normalmente las correspondientes cifras "per cápita" rebajan notablemente la posición provincial. Esto es debido a que las Canarias mantienen una población 2,75 veces superior a la media española, por lo que en renta familiar disponible por persona ocupa el lugar 28, con notable diferencia sobre el lugar 16 que ocupa en renta absoluta provincial.

Así, el problema de las islas consiste en lograr el incremento en producciones y rentas necesario para que a nivel individual y familiar se asegure una posición adecuada de bienestar.

En principio, parece que el turismo se encuentra suficientemente aprovechado y que pudiera encontrarse, al menos en la actual coyuntura internacional, en su punto alto de equilibrio y, asimismo, pudiera parecer que la explotación agraria, limitada por las características de la explotación del acuífero del que depende, se encuentra también en su punto máximo, en un equilibrio, más o menos inestable, pero que dura varios años.

Sin embargo, no se puede aceptar en este caso una forma de explotación por encima de los recursos, porque ni la economía canaria se encuentra en extremo subdesarrollo, ni sus condiciones climáticas la llevan a una agricultura marginal, ni sus productos resultan necesariamente malqueridos excedentes para la Comunidad Europea.

Por el contrario, las Canarias tienen, con la importante salvedad de sus reducidos recursos hídricos y, si se quiere,

de su alejamiento de los mercados, unas condiciones privilegiadas para producciones agrícolas de alta selección.

Por esta razón, en una economía en la que prevalece la competencia por medio de la especialización, pudiera ser que la isla no esté llamada a competir con las producciones hortícolas de otras zonas peninsulares más amplias como es todo el litoral sureste.

Claro está, y se ha indicado antes, que el cultivo del tomate que, por otra parte es suficientemente rentable en las condiciones del estudio, llega prácticamente obligado por la salinidad de las aguas, pero, si bien el problema no tendrá solución a corto plazo, es preciso establecer las bases para poder comenzar a afrontarlo a medio plazo.

Se puede plantear el conjunto del problema en sus tres aspectos principales:

- a) Cantidad disponible de agua hasta un determinado nivel de calidad aceptable.
- b) Cultivos especializados capaces de consumir el recurso.
- c) Adecuada gestión del agua.

Lo primero se conoce con suficiente precisión. En cuanto a lo segundo, es necesario confrontar las experiencias existentes para determinar cuales son los cultivos específicos que, aprovechando características particulares de las islas, aseguran en términos económicos su salida a los mercados nacionales e internacionales en competencia ventajosa con otros países productores (piña tropical, mango, papaya, etc.).

Finalmente, no parece aventurado afirmar que el control necesario para el mantenimiento de las anteriores premisas

pasa por una sana gestión de los recursos disponibles. Ya en el debate sobre Política Agraria que tuvo lugar en el Congreso de los Diputados en junio de 1.979, el representante de la Comunidad Canaria denunciaba el grave problema del agua en las islas, particularmente en Gran Canaria, donde el agua es objeto de negocio especulativo creando un doble perjuicio: por un lado el encarecimiento para el agricultor y por otro, más grave, llegando a la explotación minera abusiva de los acuíferos.

A falta de datos en relación con los futuros cultivos y sus características y posibilidades económicas no es posible en este trabajo determinar cual sería la superficie que habría que cultivar en el umbral de rentabilidad alternativa con el tomate y si, en función de las disponibilidades, cabe la sustitución en términos ventajosos.

Sin embargo es preciso considerar los siguientes hechos:

- . Una parte importante del agua extraída se utiliza en el regadío de tomateras en competencia con el producido en otras zonas de España.
- . El exceso de explotación agudiza el empeoramiento de la calidad del agua subterránea.
- . Este empeoramiento hipoteca la posible explotación futura del acuífero para riegos más rentables y con menos competencia en la Comunidad Europea.
- . Estas posibles plantaciones exigen importantes inversiones fijas en plantaciones, con amortizaciones a largo plazo que son incompatibles con una degradación de la calidad del agua subterránea.

Por todo ello se considera en este estudio previo que el subsistema Arinaga-Tirajana debe considerarse sobreexplotado en el sentido indicado en el párrafo nº 2 de la Memoria.

8.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

- 1.- El subsistema acuífero Arinaga-Tirajana tiene una superficie del orden de 130 km<sup>2</sup>. Forma parte del sistema acuífero nº 83, Gran Canaria. Está limitado a la cuenca del Tirajana, otros barrancos laterales, la línea de costa y la cota 500 m s.n.m.
- 2.- Se pueden diferenciar dos acuíferos: El aluvial de los barrancos y las terrazas costeras y la serie de basaltos y fonolitas. Los primeros están prácticamente desaturados o salinizados de modo que se explotan fundamentalmente los basaltos y fonolitas.
- 3.- Las aguas subterráneas presentan una conductividad comprendida entre 3.000 y más de 4.500 micromhos/cm y unas concentraciones de cloruros que se sitúan entre 850 y más de 1.350 mg/l. Estos valores aumentan con el tiempo. El S.A.R. varía entre 3,45 y 6,30 con valores máximos que sobrepasan a 9 en zonas costeras y en Llanos de Juan Grande.
- 4.- La recarga media interanual del subsistema se ha evaluado en unos 10 ó 12 hm<sup>3</sup>/año. Las extracciones para distintos años se han acotado en los siguientes valores: Año 1.980: 14,8 hm<sup>3</sup>, año 1.982: 18,5 hm<sup>3</sup>, año 1.984: 14,8 hm<sup>3</sup>, año 1.986: 17,9 hm<sup>3</sup> y año 1.987: 19 a 20 hm<sup>3</sup>. Si se da un índice 100 a la recarga de 12 hm<sup>3</sup> al año, el de las extracciones sería: año 1.980: 123, año 1.982: 154, año 1.984: 123, año 1.986: 149 y año 1.987: entre 158 y 167.

La explotación del año 1.986 se empleó en un 73% en agricultura y el resto en industria y abastecimiento público.



- 5.- La fuerte explotación del acuífero ha originado dos problemas fundamentales: un descenso progresivo de los niveles y un incremento importante de la salinidad. El primero obliga a una reprofundización progresiva de los pozos y el segundo al cierre de muchas captaciones.
- 6.- Entre 1.976 y 1.983 los niveles del agua han descendido una media de 5 m lo que obligó a la reprofundización de pozos prácticamente en igual medida. En muchas zonas los niveles piezométricos se sitúan por debajo del nivel del mar.
- 7.- Entre 1.976 y 1.986 se produjeron las siguientes variaciones medias del quimismo del agua:
  - a) En cloruros, en el sector norte de 800 a 1.350 mg/l; en el sector centro-occidental de 1.500 a 2.200 mg/l; en el sector sur (entre 1.980 y 1.986) de 590 a 850 mg/l.
  - b) En conductividad, en el sector norte de 2.400 a 4.600 micromhos/cm; en el sector centro-occidental de 4.800 a 6.400 micromhos/cm; en el sector sur (entre 1.980 y 1.986) de 2.400 a 2.900 micromhos/cm.
- 8.- El encarecimiento de agua y la degradación de la calidad ha tenido como consecuencia que en los últimos años se haya presentado una disminución de los volúmenes extraídos para uso agrícola. En contrapartida ha aumentado el utilizado en industrias.
- 9.- La explotación agrícola en las aguas subterráneas del subsistema se inició hace unos cuarenta años. En un primer periodo la aplicación fundamental consistía en el riego de plataneras. Debido a la salinización del acuífero y a las elevadas dotaciones de estos cultivos (14.000 m<sup>3</sup> por hectárea y año) en los últimos años se ha

asistido a una disminución de la superficie total regada y a un cambio del plátano por tomate cultivado bajo plástico, ya que este último exige menos agua y que, además, puede tener una salinidad mayor.

- 10.- Actualmente se riegan con aguas subterráneas unas 2.000 hectáreas.
- 11.- El porcentaje de personas ocupadas en agricultura en la isla de Gran Canaria ha variado del siguiente modo: en 1.955 era del 57,3%, en 1.977 del 18,8%, en 1.979 del 18,7%, en 1.981 del 11,5%. En esta última fecha el porcentaje de población del subsistema dedicada a agricultura era de 20,5%, casi el doble que en la provincia.
- 12.- El 1.981 el porcentaje de población ocupada en construcción y en servicios en las islas y en el subsistema eran prácticamente iguales. Por el contrario en industria en el subsistema era la mitad que en la isla.
- 13.- La instalación de una hectárea de tomate bajo plástico supone un coste de instalación del orden de 5.000.000 pta.
- 14.- El análisis económico medio de una hectárea de tomate bajo plástico calcula un beneficio del orden de 1.950.000 ptas y una generación de 2,79 U.T.H. La amortización durante ocho años del capital indicado en el punto anterior presenta una cuota anual de 1.096.000 ptas.
- 15.- Si el balance hídrico negativo de unos 8 hm<sup>3</sup> que se presentó en 1.986 y 1.987 se hubiese dedicado exclusivamente a la agricultura de tomate bajo plástico se habría generado un beneficio del orden de 2.250 millones de pesetas anuales y se habrían generado unas 3.200 U.T.M. Los gastos de amortización de las

instalaciones correspondientes serían de unos 10.000 millones de pesetas.

- 16.- Este balance negativo acarrea un encarecimiento progresivo del agua y un empeoramiento de la calidad sin la posibilidad de transvasar agua de otras subcuencas por razones obvias. No se considera la desalinización del agua del mar.
- 17.- Desde un punto de vista económico y social, los sectores de mayor interés son el turismo y la agricultura. El primero está suficientemente aprovechado. En cuanto a la agricultura no se puede aceptar una explotación del acuífero por encima de los recursos, pues no existe posibilidad de importar aguas (sin considerar la desalinización de la del mar), ni la economía de las islas se encuentra subdesarrollada como para ser preciso el consumo de las reservas hídricas.
- 18.- La explotación agrícola de mayor interes actual es el tomate bajo plásticos. Sin embargo la importancia relativa en la economía provincial no es suficiente como para permitir una degradación de la calidad de las aguas subterráneas del sistema. Es mas aconsejable estudiar la viabilidad de otros regadios más competitivos y limitar el consumo de agua de forma que no aumente la salinización de la misma.
- 19.- Como conclusión se estima, que a falta de estudios más detallados, las características que presentan los aprovechamientos son las que definen que un acuífero está sobreexplotado en el sentido indicado en el epígrafe nº 2.

POR EL ITGE

Juan A. López Geta  
Director del Proyecto

Madrid, abril de 1.991  
POR AURENSA SERVICIOS, S.A.

Luis López Vilchez  
Responsable del Proyecto.

9.- BIBLIOGRAFIA.

ITGE: Control piezométrico y de calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros de las islas de Gran Canaria. Resumen años 1.979 a 1.983. Plan de gestión y conservación de acuíferos. Canarias 1.983-1.984 (Mayo de 1.984).

ITGE: Plan de gestión y conservación de acuíferos de Canarias 1.982 - 1.983.

Convenio de la E.N. Adaro para el desarrollo del programa de gestión y conservación de acuíferos en las cuencas norte y Segura, Sur, Baleares y Canarias. PGCA Canarias, 1.985.

ITGE: Estudio hidrogeológico para recarga artificial en las Islas Canarias. Subsistema 83-A: Arinaga - Tirajana, 1.987.

ITGE: Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis. 1,984.

INE : Anuarios estadísticos.

BANESTO: Anuario del Mercado Español, 1.984.

BANESTO: Papeles de Economía Española, nº 45. 1.990.

BANCO DE BILBAO: Revista El Campo, Canarias. 1.980.

**ANEXO**

**ESTRUCTURA AGRARIA. 1.982 (CENSO AGRARIO)**

CUADRO A-1-A - SUPERFICIES CENSADAS EN HECTAREAS EN ISLA GRAN CANARIA		
Sistema acuífero nº 83 : Isla de Gran Canaria		
Superficie total		104.415
Superficie labrada		20.533
Superficie no labrada		83.881
TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES SEGUN SUPERFICIE LABARADA		
Tamaño (ha)	Nº Explot.	Superf. total (ha)
0,1 - 1	9.552	2.662
1 - 5	5.633	6.876
5 - 10	693	2.330
10 - 20	314	2.001
20 - 50	167	1.941
50 - 100	50	652
100 - 200	37	1.408
MAYOR 200	25	2.664
<b>T O T A L</b>	<b>16.471</b>	<b>20.533</b>
REGIMEN DE TENENCIA	SUPERFICIE (ha)	%
Propiedad	88.346	84,6
Arrendamiento	8.688	8,3
Aparceria	295	0,3
Otros	7.085	6,8
FUENTE: CENSO DE 1.982		

CUADRO A-1-B - CUENTA DE RESULTADOS PARA UNA HECTAREA DE TOMATES EN INVERNADERO.			
G A S T O S			
CONCEPTO	UNID/ha	PRECIO/Ud	IMPORTE
<b>MANO DE OBRA (*)</b>			
Labores	240	3.500	840.000
Abonado y estercolado	20	3.500	70.000
Siembra o plantación	50	3.500	175.000
Riegos (nº anual)	60	3.500	210.000
Tratamientos y herbicidas	30	3.500	105.000
Recolección	200	3.500	700.000
Reparación y transporte	70	3.500	245.000
PARCIALES	670		2.345.000
<b>MAQUINARIA</b>			
Extendido plástico	6	500	3.000
Abonado y estercolado	4	500	2.000
Siembra o plantación	4	500	2.000
Riegos (nº anual)	0	0	0
Tratamientos y herbicidas	10	300	3.000
Recolección	10	500	5.000
Preparación y transporte	variable		5.000
PARCIALES			20.000
<b>PRODUCTOS CONSUMIDOS</b>			
Plástico			100.000
Abono y estiércol			155.000
Semillas y plantas	17.500		125.000
Herbicidas			0
Fitopatológicos			80.000
Agua	7.000	70	490.000
Seguros			10.000
PARCIALES			960.000
ENERGIA EN RIEGOS (m3)	7.000	15	105.000
INTERESES CAPITAL CIRCULANTE	3.325.000	0.030	99.750
CONTRIBUCIONES E IMPUESTOS			15.000
<b>TOTAL GASTOS</b>			<b>3.439.750</b>
<b>INGRESOS</b>	<b>90.000</b>	<b>60</b>	<b>5.400.000</b>
<b>BENEFICIOS</b>			<b>1.960.250</b>
(*) EN JORNADAS DE 6,5 HORAS DE TRABAJO UTIL			

CUADRO N° A-1-C - CALCULO DE LA AMORTIZACION FINANCIERA				
A Ñ O	CUOTA	INTERES	PRINCIPAL	RESTO
1	1.095.991	725.000	370.991	4.629.009
2	1.095.991	671.206	424.785	4.204.224
3	1.095.991	609.613	486.378	3.717.846
4	1.095.991	539.088	556.903	3.160.942
5	1.095.991	458.337	637.651	2.523.288
6	1.095.991	365.877	730.114	1.793.174
7	1.095.991	260.010	835.981	957.193
8	1.095.991	138.793	957.198	- 5