

# REFUERZO DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS RELATIVAS A LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ISLAS



## ISLHáGUA



PROGRAMA  
MAC 2007 - 2013  
Cooperación Transnacional

União Europeia  
FEDER



Investimos no seu futuro

Jefe de Fila:

Socios Canarias:

Socios Cabo Verde:



# Seminario Especializado en Calidad de Aguas

15 y 16 de septiembre de 2015 – Las Palmas de Gran Canaria

## Parámetros de interés y contaminantes en las aguas subterráneas

**Isabel Farrujia de la Rosa**  
Jefa del Dpto. de Recursos Subterráneos  
Consejo Insular de Aguas de Tenerife

[www.aguastenerife.org](http://www.aguastenerife.org)

En un agua subterránea natural la mayoría de las sustancias disueltas se encuentran en estado iónico.

## Iones fundamentales

### Cationes

Calcio	$\text{Ca}^{++}$
Magnesio	$\text{Mg}^{++}$
Potasio	$\text{K}^{+}$
Sodio	$\text{Na}^{+}$
Amonio	$\text{NH}_4^{+}$
Hierro	$\text{Fe}^{++}$
Manganeso	$\text{Mn}^{++}$

### Aniones

Carbonatos	$\text{CO}_3^{=}$
Bicarbonatos	$\text{HCO}_3^{-}$
Sulfatos	$\text{SO}_4^{=}$
Cloruros	$\text{Cl}^{-}$
Nitratos	$\text{NO}_3^{-}$
Nitritos	$\text{NO}_2^{-}$
Fosfatos	$\text{PO}_4^{-3}$

## Iones menores

B, Cu, Al, F, Br, Zn

## Sustancias disueltas poco ionizadas

Silice

$\text{SiO}_2$

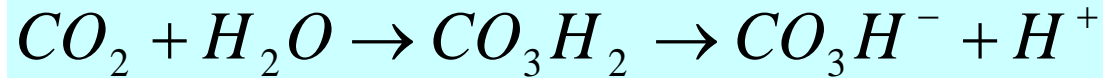
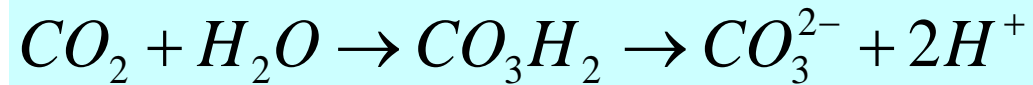
# Factores que controlan la hidroquímica de las aguas subterráneas en terrenos volcánicos:

- **Litología** (composición química y mineralógica, ...)
- **Estructura**
- **Flujo** (permeabilidad, porosidad, gradiente ...)
- **Temperatura**
- **Tiempo de residencia** (aguas cloruradas-sódicas)
- **Procesos de interacción agua – roca**
- **Procesos de interacción agua - gas**

**Presencia de gases derivados de la actividad magmática**

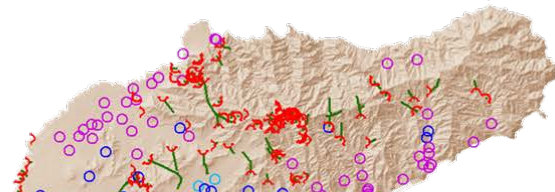
El  $\text{CO}_2$  es un componente mayoritario de las emanaciones gaseosas volcánicas, sean visibles o no, que se producen a través del subsuelo.

Disuelto en el agua subterránea, la acidifica (disminuye su pH) e incrementa su capacidad de alterar y disolver los silicatos que forman las rocas, mediante reacciones de hidratación, carbo-disolución y carbo-hidrólisis.



Estas reacciones producen sílice coloidal y bicarbonatos solubles de elementos alcalinos (Na) y alcalinotérreos (Ca, Mg).

# Obras de captación de aguas subterráneas



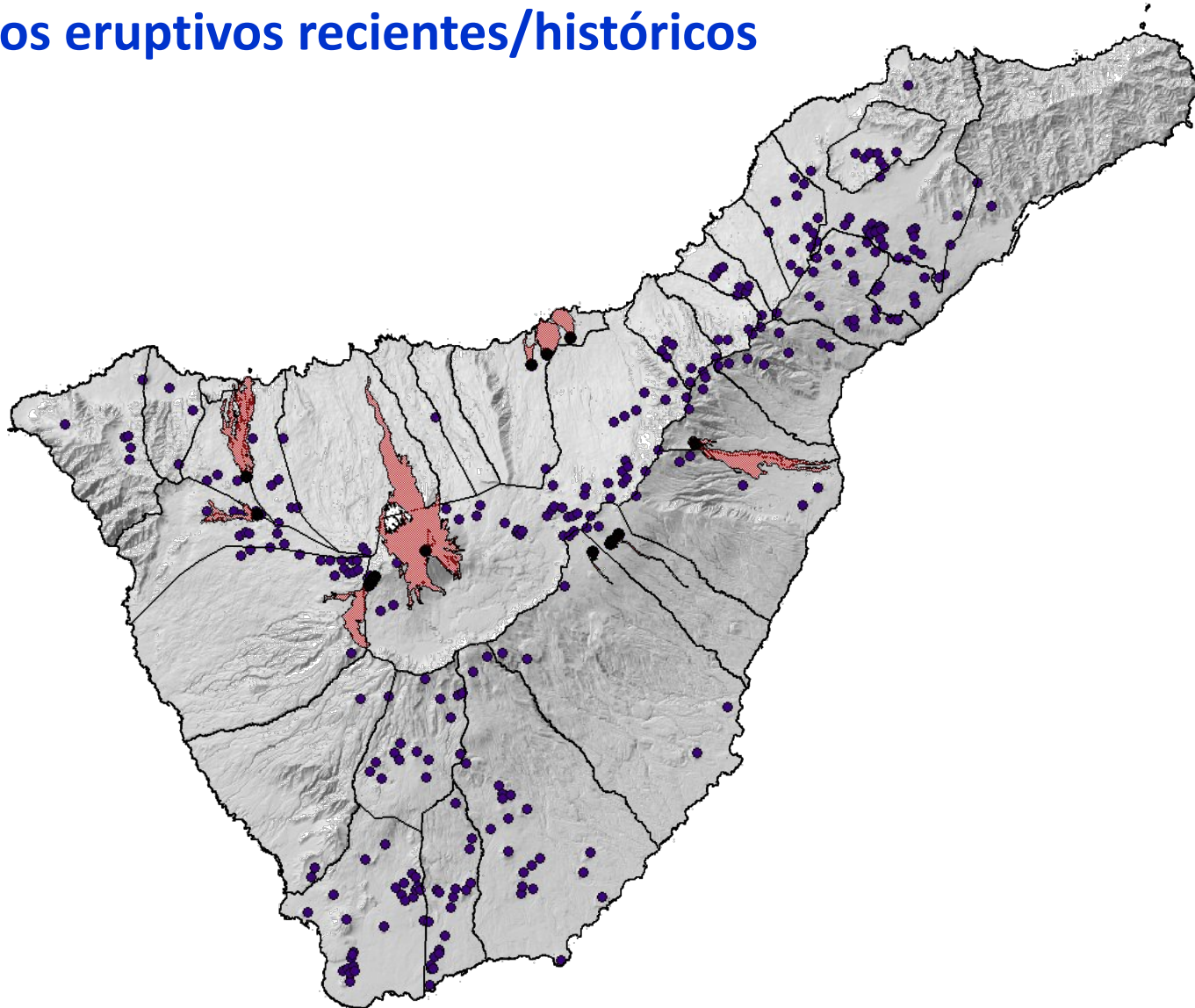
# Composición media de las aguas subterráneas ponderada con el caudal

C.E.	pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
μS/cm		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
<b>1.141</b>	<b>7,7</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>156</b>	<b>23</b>
<b>2.500</b>	<b>6,5 – 9,5</b>			<b>200</b>	

Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>
(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
<b>120</b>	<b>5</b>	<b>449</b>	<b>47</b>	<b>15</b>	<b>0,8</b>
<b>250</b>			<b>250</b>	<b>50</b>	<b>1,5</b>

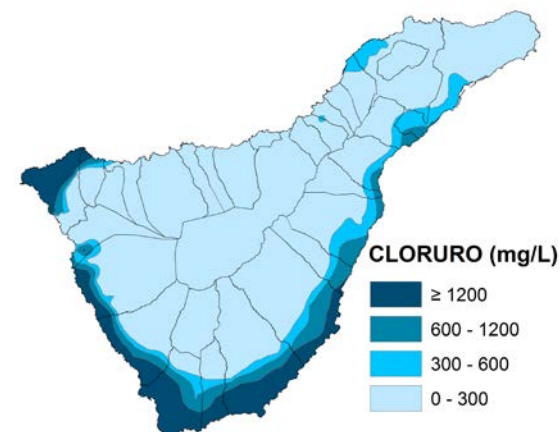
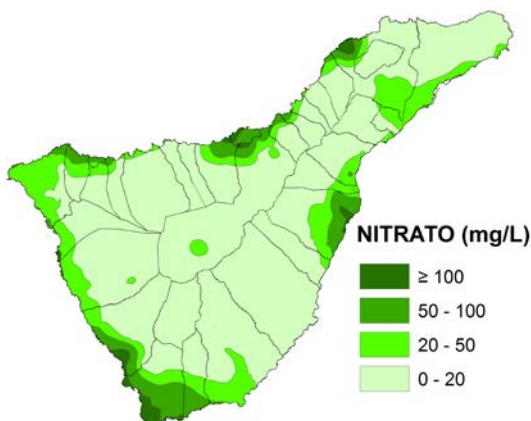
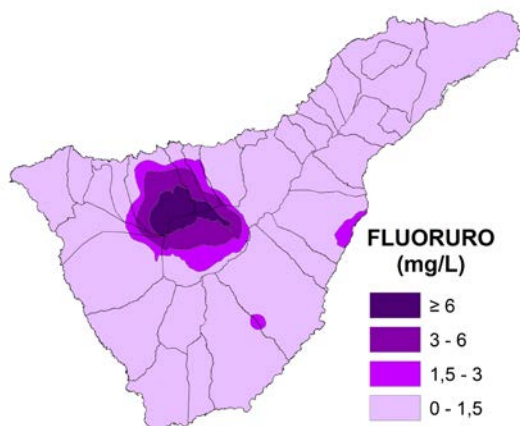
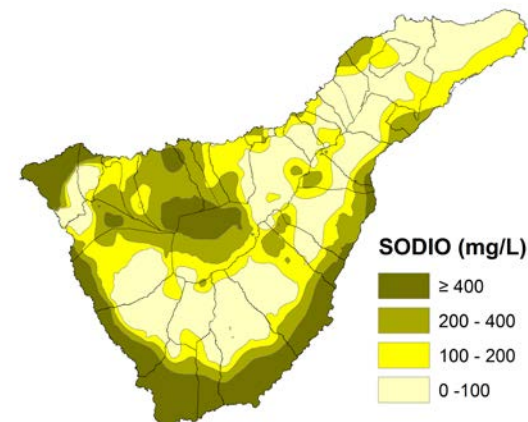
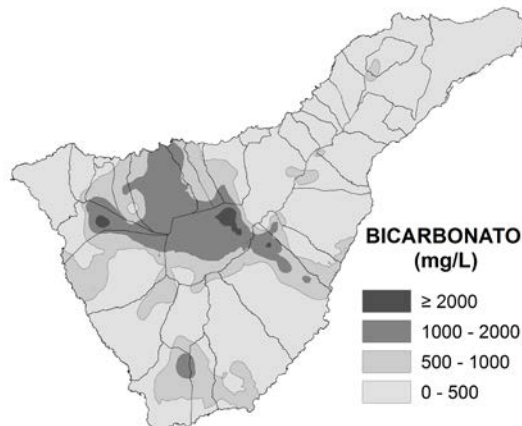
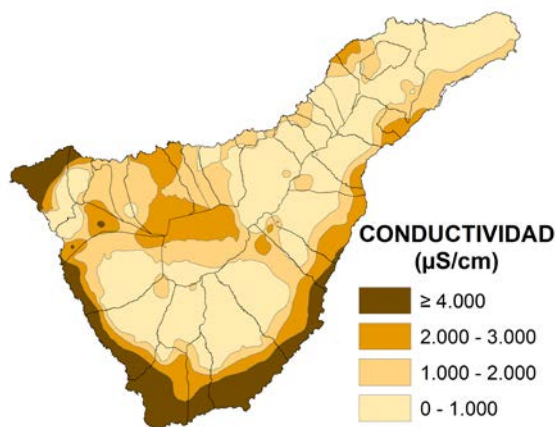
En general, predominan las aguas bicarbonatadas sódico-magnésicas, que pueden variar a cloruradas sódicas. En menor medida se encuentran tipos intermedios bicarbonatados sódicos-magnésicos-cálcicos

# Centros eruptivos recientes/históricos





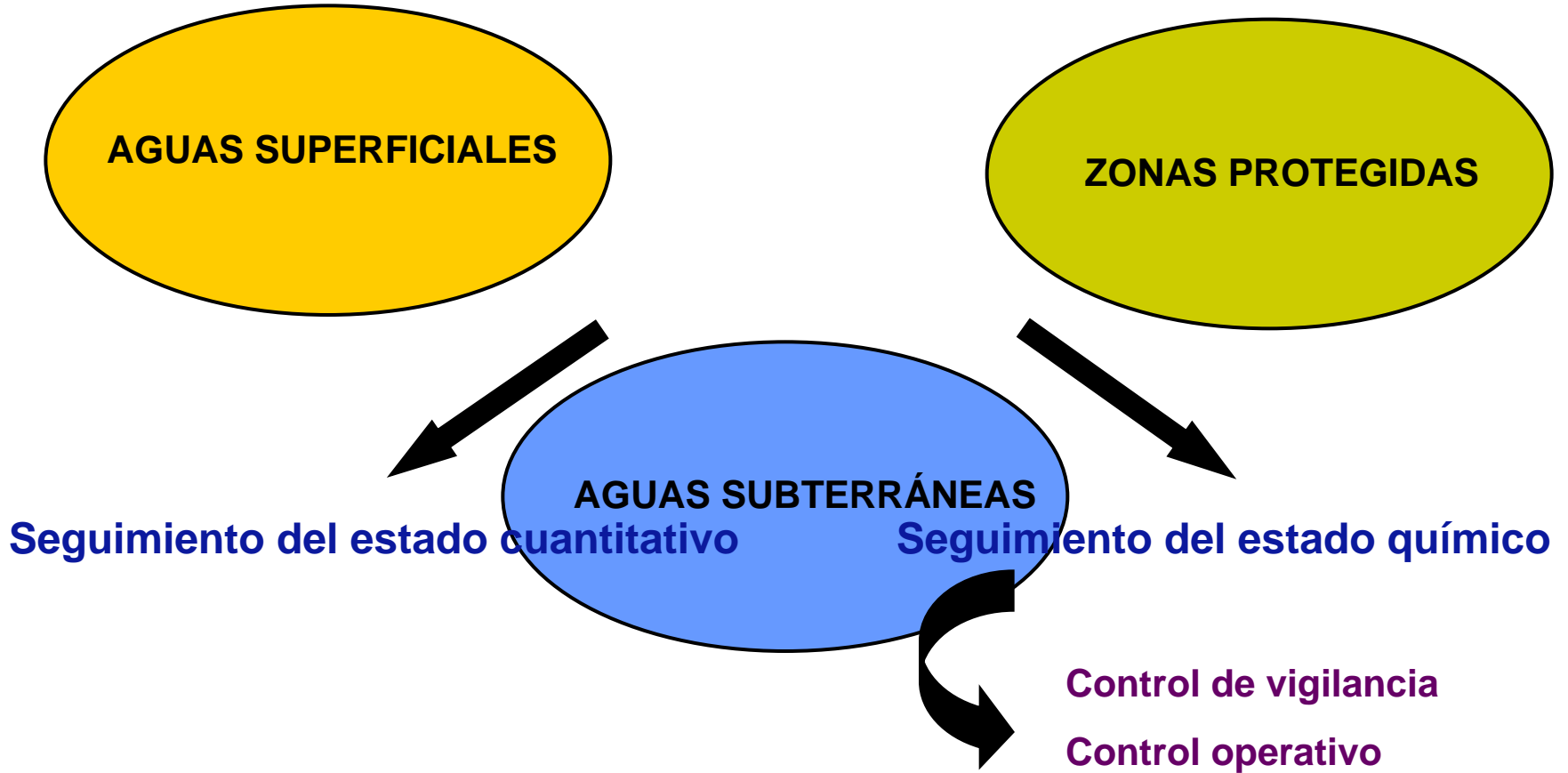
# Quimismo de las aguas subterráneas



# MARCO NORMATIVO

- **Directiva 2000/60 CE, de 23 de octubre de 2003 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de las política de aguas.**
- **Decisión nº 2455/2001/CE, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias (modifica D 2000/60)**
- **Directiva 2006/118/CE, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.**
- **R.D. 261/1996, de 16 de febrero sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.**
- **R.D. 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de las aguas de consumo humano.**
- **Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica (modificada por la Orden ARM/1195/2011, de 10 de septiembre).**

# PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO





# 1º Campaña de muestreo. Junio 2006

AQUAMAC II. [www.aguastenerife.org](http://www.aguastenerife.org)



CARACTERES MICROBIOLÓGICOS		METALES		HAP	
Tipo de análisis		Puntos de muestreo	Determinaciones		
CAR	Físico-químico	58	ph, C.E. y T		
			Grado de alcalinidad (TA y TAC)		
			Cationes: Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Fe y Mn		
			Aniones: CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sup>=</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , y PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
			Elem. Men.: Cu, Al, Li, F, Br, Zn y B.		
CA	Isótopos	11	Oxígeno-18, Deuterio y Tritio		
	R.D. 140/2003	10	Varias		
	Compuestos Orgánicos Volátiles	12	48 compuestos		
	Plaguicidas organoclorados	3	17 plaguicidas		
	Triclorobencenos	3	1,2,3-Triclorobenceno		
			1,2,4- Triclorobenceno		
			1,3,5 Triclorobenceno		
C	Carbamatos	6	Diquat, Paraquat, Aldicarb, Carbofuran, Benfucarb y Oxamil		
	Glifosato	3	Glifosato		
ANIONES MAYORITARIOS			Cloroformo	Prometrina	
			Dibromoclorometano	Propazina	
Cloruros			BTEX's		Simazina
Fluoruros					Terbutilazina
Nitratos			Benceno		Terbutrina
Sulfatos					Trietazina



União Europeia  
FEDER



Investimos no seu futuro



Tipo de análisis	Puntos de muestreo	Determinaciones
Fisico-químico	58	ph, C.E. y T Grado de alcalinidad (TA y TAC) Cationes: $\text{Ca}_2^+$ , $\text{Mg}_2^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , Fe y Mn Aniones: $\text{CO}_3^-$ , $\text{HCO}_3^-$ , $\text{SO}_4^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , y $\text{PO}_4^-$ Elem. Men.: Cu, Al, Li, F, Br, Zn y B.
Isótopos	11/5	Oxígeno-18, Deuterio / Tritio
Metales	6	Al, Ab, As, Br, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Se
Compuestos Orgánicos Volátiles	4	48 compuestos
Plaguicidas organoclorados	3	17 plaguicidas
Triclorobencenos	4	1,2,3-Triclorobenceno 1,2,4- Triclorobenceno 1,3,5 Triclorobenceno
Carbamatos	3	Diquat, Paraquat, Aldicarb, Carbofuran, Benfucarb y Oxamil
Otros plaguicidas	3	Fenamifos, Etoprofos y Cadusafos
Glifosato	3	Glifosato

- **Análisis físico-químicos. Coherentes con la información previa disponible.**
- **R.D. 140/2003. Valores anómalos de radiactividad .**
- **COV. Salvo en un caso, por debajo del límite de detección (0,1 – 0,2 µg/L).**
- **Plaguicidas organoclorados. Por debajo del límite de detección (<0,02 µg/L).**
- **Triclorobencenos. Por debajo del límite de detección (< 1,0 µg/L).**
- **Carbamatos. Por debajo del límite de detección (< 0,1 – 0,2 µg/L).**
- **Glifosatos. Por debajo del límite de detección (<0,3 µg/L).**

# Redes de control DMA

## Control de vigilancia

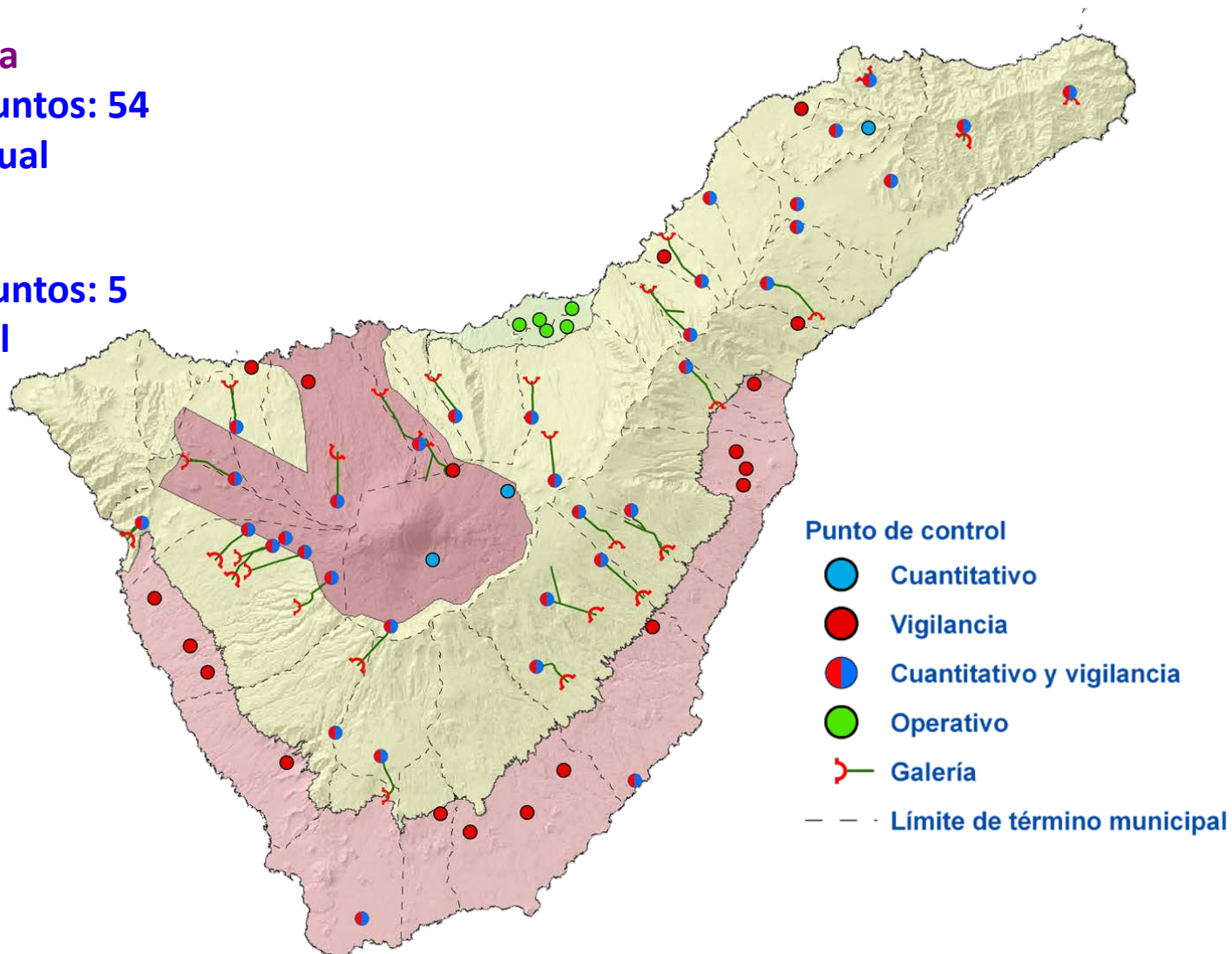
Número de puntos: 54

Control: Trianual

## Control operativo

Número de puntos: 5

Control: Anual





# SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO. DETERMINACIONES EN LA RED DE VIGILANCIA

## Parámetros a medir

- En campo: pH, C.E., T<sup>a</sup> y oxígeno disuelto
- En el laboratorio
  - C.E.
  - pH
  - Contenido en sílice SiO<sub>2</sub>
  - COT
  - Grado de alcalinidad (TA y TAC)
  - Dureza
  - Cationes: Ca<sub>2</sub><sup>+</sup>, Mg<sub>2</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe y Mn
  - Aniones: CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>=</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, y PO<sub>4</sub><sup>-</sup>
  - Elementos menores: Cu, Al, Li, F, Br , Zn y B

# SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO. DETERMINACIONES EN LA RED OPERATIVA

## Parámetros a medir

- Los mismos que en la red de vigilancia
- Metales (As, Sb, Cd, Sb, Hg, Al, B, Cu, Cr, Fe, Mg Ni, Se)
- Plaguicidas totales (2 puntos)
- Tricloroetano, tetracloroetano (2 puntos)

# MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LA DEMARCACIÓN



**TF001-** Masa Compleja de Medianías y Costa N-NE.

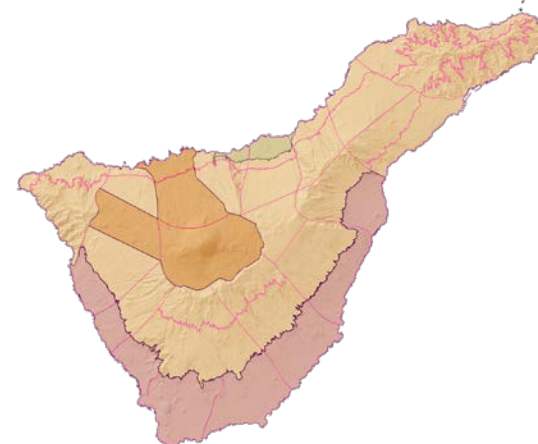
**TF002-** Masa de Las Cañadas-Valle de Icod –La Guancha.

**TF003-** Masa Costera de la Vertiente Sur.

**TF004-** Masa Costera del Valle de La Orotava

Parámetro	Unidad	ES70TF001		ES70TF002	
		min-max	Promedio	min-max	Promedio
Cond. Elect.	uS/cm	98-1.611	726	1.261-2.590	1.957
Silice	mg/l	19-106	48	42-73	52
Calcio	mg/l	0-87	30	12-166	46
Magnesio	mg/l	0-93	27	29-85	63
Potasio	mg/l	2-58	18	44-109	86
Sodio	mg/l	15-230	91	209-432	330
Amonio	mg/l	0,00-0,59	0,13	0,09-0,13	0,1
Bicarbonatos	mg/l	50-1.175	345	611-1.711	1.169
Cloruros	mg/l	3-354	55	22-54	31
Sulfatos	mg/l	1,5-105	29	39-325	127
Nitratos	mg/l	0,1-49	8,6	2,2-8,3	5,7
Fluor	mg/l	0,1--1,2	0,3	0,7-7	3,0

Parámetro	Unidad	ES70TF003		ES70TF004	
		min-max	Promedio	min-max	Promedio
Cond. Elect.	uS/cm	1.559-7.050	1.951	395-1.145	934
Silice	mg/l	21-94	54	21-30	27
Calcio	mg/l	10-186	59	11-47	26
Magnesio	mg/l	10-237	61	11-35	24
Potasio	mg/l	10-71	30	17-37	26
Sodio	mg/l	61-1.582	273	46-182	125
Amonio	mg/l	0,09-0,57	0,19	0,09-0,36	0,20
Bicarbonatos	mg/l	136-867	388	116-274	194
Cloruros	mg/l	21-1.775	386	29-129	109
Sulfatos	mg/l	12-372	86	28-116	81
Nitratos	mg/l	8,3-110,4	35	37,2-116,7	73,6
Fluor	mg/l	0,2-10,7	1,3	0,2-1,4	0,6



**TF001-** Masa Compleja de Medianías y Costa N-NE.

**TF002-** Masa de Las Cañadas-Valle de Icod –La Guancha.

**TF003-** Masa Costera de la Vertiente Sur.

**TF004-** Masa Costera del Valle de La Orotava

## Red de control de vigilancia 2006. Masas de agua subterráneas. Anejo II.2. Doc. de Ordenación PHT (BOC nº 85 de 06/05/2015)



# Contaminación

- **Directiva 2000/60 CE. La introducción directa o indirecta, como consecuencia de la actividad humana, de sustancias o calor a la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan ser perjudiciales para la salud humana o para la calidad de los ecosistemas acuáticos, o de los ecosistemas terrestres que dependen directamente de ecosistemas acuáticos, y causen daños a los bienes materiales o deterioren o dificulten el disfrute y otros usos legítimos del medio ambiente.**

# Calidad

- **Aptitud de un agua para cumplir una determinada función, que viene condicionada por sus características físico-químico-biológicas.**

# DMA: aguas subterráneas/contaminación (1/3)



- **Artículo 8.** Los Estados miembros velarán por el establecimiento de programas de seguimiento con el objeto de obtener una visión coherente y completa del estado de las aguas en la demarcación hidrográfica.

## AGUAS SUPERFICIALES – AGUAS SUBTERRÁNEAS – ZONAS PROTEGIDAS

- **Artículo 4.** Al poner en práctica los programas de medidas especificados en los planes hidrológicos de cuenca:

### Para las aguas subterráneas

- i) .. habrán de aplicar las medidas necesarias para evitar o limitar la entrada de la contaminantes y evitar el deterioro del estado de las masas.
- ii) ... habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua y garantizar un equilibrio entre la extracción y la alimentación a dichas aguas con objeto de alcanzar un buen estado de las aguas a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la Directiva.
- iii) ... habrán de aplicar las medidas necesarias para invertir toda **tendencia significativa** y sostenida al aumento de la concentración de cualquier contaminante debida a la repercusión de la actividad humana

## DMA: aguas subterráneas/contaminación (2/3)

El artículo 4.5. señala:

Los Estados miembros podrán tratar de lograr objetivos medioambientales menos rigurosos que los exigidos con arreglo al apartado 1 respecto de masas de aguas determinadas cuando estén tan afectadas por la actividad humana o su condición natural sea tal que alcanzar dichos objetivos sea inviable o tenga un coste desproporcionado, y se cumplan una serie de condiciones.



## DMA: aguas subterráneas/contaminación (3/3)

El artículo 17 “Estrategias para la prevención y el control de la contaminación de las aguas subterráneas” plantea:

... la adopción de medidas específicas para la prevención y el control de la contaminación, antes del fin de 2002, con el objetivo último de lograr su buen estado químico. Las medidas debían incluir criterios para la valoración de:

- ✓ El buen estado químico
- ✓ Las tendencias al aumento sostenidas y significativas, y
- ✓ Los puntos de partida de las inversiones de las tendencias.

Si no se dispone de criterios deben determinarse antes de finalizar 2005

La Directiva 2006/118/CE surge para cumplir con los requerimientos indicados, además de complementar las medidas destinadas a prevenir o limitar las entradas de contaminantes y evitar el deterioro adicional del estado de las masas de aguas subterráneas.

# Directiva 2006/118/CE. Directiva Hija



**Norma de calidad (NC):** ...norma de calidad medioambiental, expresada como concentración de un contaminante concreto, un grupo de contaminantes o un indicador de contaminación en las aguas subterráneas, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana o del medio ambiente.

**Valor umbral (VU):** Es una NC fijada por los Estados Miembros

---

**Artículo 3.** Señala como criterios para la evaluación del estado químico de una masa las NC recogidas en el Anexo I y los VU a establecer por cada Estado Miembro, Anexo II.

**Anexo I - NC – Nitratos 50 mg/L**

Sustancias activas de plaguicidas, 0,1 µg/L y 0,5 µg/L en total.

**Anexo II - VU – Sustancias o iones presentes de forma natural o como resultados de actividades humanas (As, Cd, Pb, Hg, NH<sub>3</sub>, Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>=</sup>).**  
Sustancias sintéticas artificiales: tricloroetileno y tetracloroetileno.  
Parámetros indicativos de la salinización u otras intrusiones:  
conductividad.

**Aptdo. 5.2.4.2 de la Orden ARM/2656/2008 instrucción de planificación hidrológica**



União Europeia  
FEDER



Investimos no seu futuro



# INDICADORES DEL ESTADO QUÍMICO

Tipo de sustancia	Indicador	Criterio de Calidad
Normas de calidad de aguas subterráneas	Nitratos	50 mg/L
	Sustancias activas de plaguicidas, incluidos los metabolitos y los productos de degradación y reacción que sean pertinentes	0,1 µg/L
		0,5 µg/L (Total)
Sustancias, iones o indicadores presentes como resultado de actividades humanas	Amonio	0,5 mg/L
	Arsénico	10 µg/L
	Cadmio	5 µg/L
	Cloruro	500-600 mg/L
	Fluoruro	1,5 mg/L
	Mercurio	1,0 µg/L
	Plomo	10,0 µg/L
	Sulfato	250 µg/L
Sustancias sintéticas artificiales	Tricloroetileno	10 µg/L
	Tetracloroetileno	
Parámetros indicadores de salinización u otras intrusiones	Conductividad eléctrica	2500 µS/cm a 20 ° C

Capítulo XVIII. Memoria de Información del PHT (BOC nº 85 de 06/05/2015)

# INDICADORES DEL ESTADO QUÍMICO

## MASA COMPLEJA DE MEDIANÍAS Y COSTA NORTE

Indicador	Unidad	Nivel de referencia	Criterio de calidad	Valor umbral	Valor promedio 2006
Nitratos	ppm	11,8	50	31	8,6
Amonio	ppm	0,03	0,5	0,26	0,13
Cloruros	ppm	135	600	393	55
Fluoruros	ppm	0,81	1,5	1,16	0,3
Sulfatos	ppm	98	250	174	29
Cond. Elect	μS/cm	1495	2500	1997	726

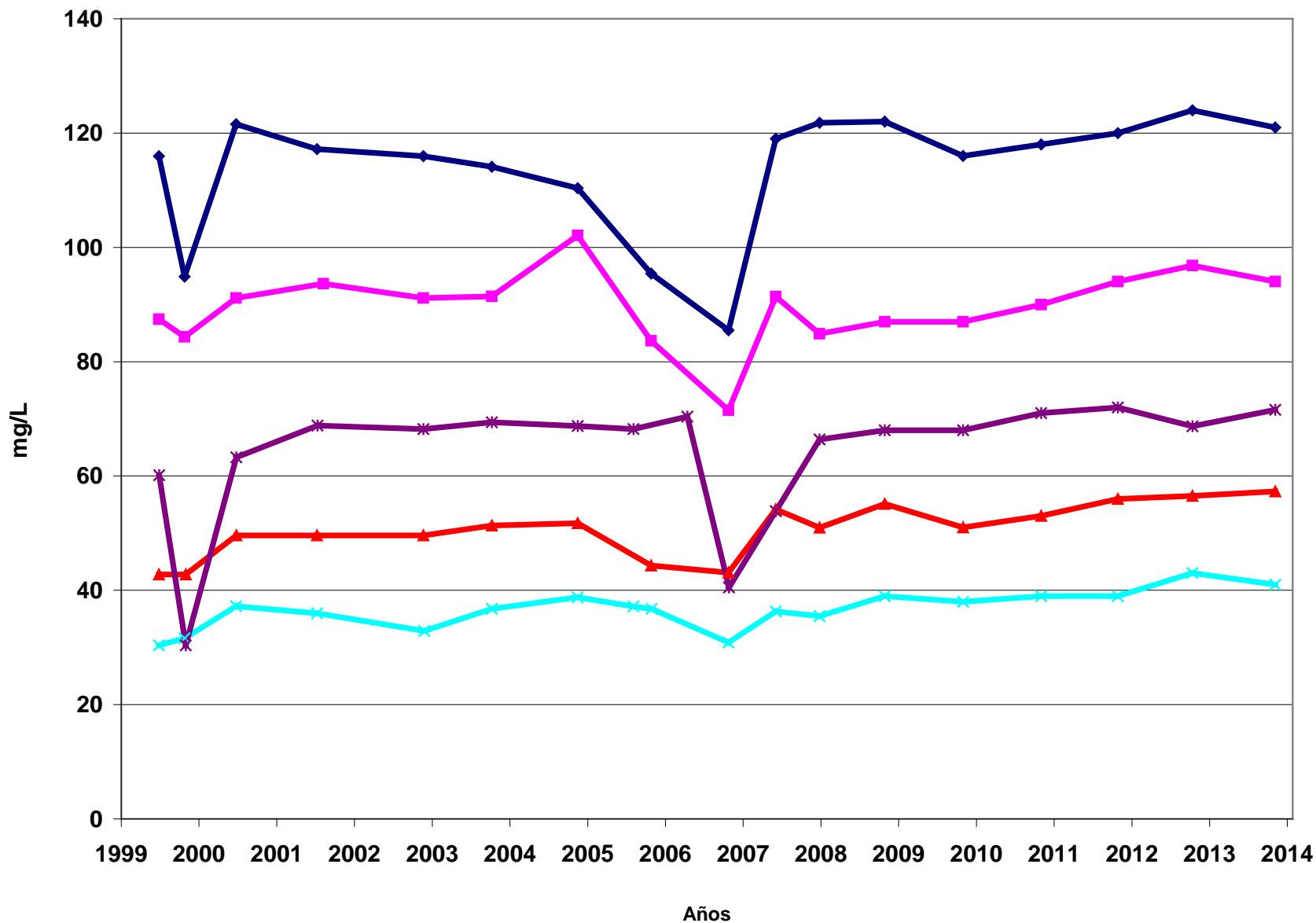
**Valor de referencia:** Concentración natural de un parámetro en una masa de agua. En Tenerife se corresponde con la que tenía la Isla en el periodo 1987-1991. Sólo se establecen valores de referencia para aquellos parámetros que se analizaban de forma sistemática, en el periodo considerado

# INDICADORES DEL ESTADO QUÍMICO

## MASA COSTERA DEL VALLE DE LA OROTAVA

Indicador	Unidad	Criterio de calidad	Valor umbral	Valor promedio 2006
Nitratos	ppm	50	50	73,6
Amonio	ppm	0,5	0,5	0,2
Cloruros	ppm	500	500	109
Fluoruros	ppm	1,5	1,5	0,6
Sulfatos	ppm	250	250	81
Cond. Elect	$\mu\text{S/cm}$	2500	2500	934

**Valor de referencia:** Concentración natural de un parámetro en una masa de agua. En Tenerife se corresponde con la que tenía la Isla en el periodo 1987-1991. Para esta Masa no es posible establecer valores de referencia, dado que ya en el periodo 1987-1991 presentaba serios problemas de contaminación.



◆ CALDERONA(LA)   
 ■ DEHESA ALTA (LA)   
 ▲ HORCA (LA)   
 × PERALES (LOS)   
 \* VERA GUANCHE II

# OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES. PRORROGA

## MASA COSTERA DEL VALLE DE LA OROTAVA

Se solicitará una prórroga para el cumplimiento de los objetivos medioambientales relativos al estado químico de de la Masa Costera del Valle de La Orotava, solicitud que se justifica en lo observado en el período 2000-2010.

Durante este periodo de diez años de observación continuada en el que se ha aplicado el código de Buenas Prácticas Agrarias y, se ha incrementado el porcentaje de población conectado a la red de saneamiento, se observa una estabilización de la concentración de nitratos pero no una tendencia, aunque sea pequeña, a su reducción. Así pues, no es posible disponer, por el momento, de elementos objetivos con base en los cuales determinar cuál va a ser el periodo temporal necesario para que se inicie dicha recuperación.

# REFORÇO DAS CAPACIDADES E COMPETÊNCIAS RELATIVAS A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS ILHAS



ISLHÁGUA

PROJECTO COFINANCIADO POR:



União Europeia  
FEDER

Investimos no seu futuro



[www.islhagua.org](http://www.islhagua.org)