

■ 5.1 CONTROL DE VIGILANCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

■ 5.1.1 INTRODUCCIÓN

El Área de Calidad de las Aguas opera desde el año 1995 una red de control de puntos de agua subterránea, cuyo objeto es comprobar que las masas de agua mantienen sus condiciones físico-químicas naturales en relación a unas determinadas condiciones de referencia, en toda la Demarcación del Ebro. Esta red se ajusta a lo indicado en el artículo 8 y en el anexo V de la DMA en relación con el establecimiento de un programa de control de vigilancia del estado químico de las aguas subterráneas.

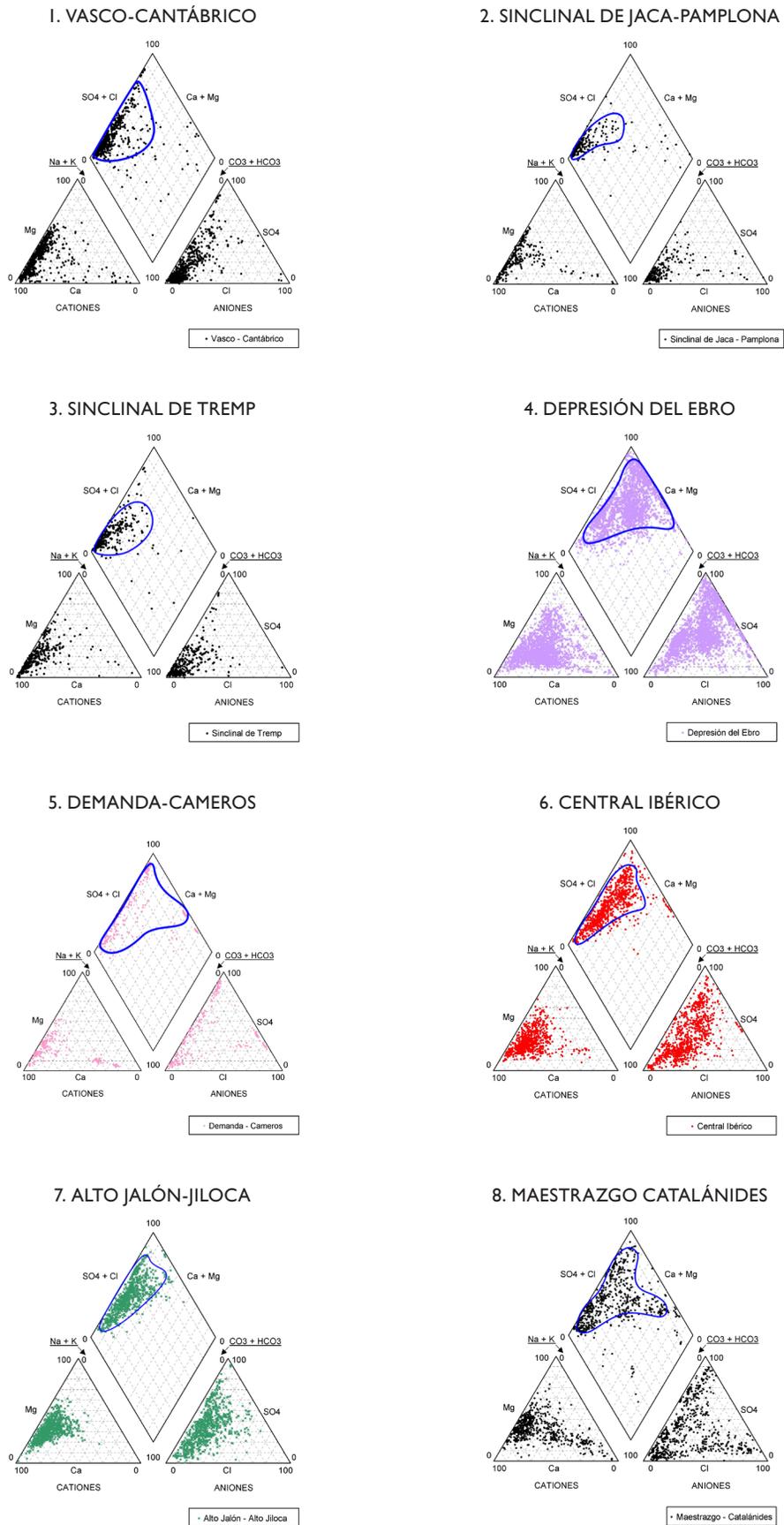
Las condiciones de referencia se han establecido a partir de los datos pertenecientes a aquellos puntos donde la masa de agua no está sometida a presiones de tipo antropogénico, o éstas son de muy escasa importancia, y por tanto representan el quimismo natural del agua.

En el año 2003, en un trabajo realizado por la Oficina de Planificación Hidrológica denominado **“Caracterización hidroquímica de las aguas de la cuenca del Ebro”** se realizó un primer intento de caracterización físico-química de las aguas subterráneas de la cuenca, con la información previa disponible proveniente de una diversidad de fuentes importante y con un gran número de puntos de agua subterránea. En dicho trabajo se realizó una exhaustiva depuración de los datos analíticos, que permitió establecer un quimismo general en relación a un ámbito hidrogeológico espacial muy amplio, como son los ocho Dominios Hidrogeológicos de la cuenca del Ebro.

Como resultado de este trabajo se obtiene, para cada dominio, un quimismo de las aguas que puede representarse mediante diagramas de Piper (Figura 5.1.1) y que constituyen las condiciones de referencia frente a las que se van a comparar los datos del programa de control de vigilancia de la CHE y de las redes de vigilancia de aquellas comunidades autónomas que disponen de ellas.

Utilizando las conclusiones de este trabajo, se realizará una evaluación sobre el quimismo de las aguas subterráneas en el año 2009, si bien resta todavía un importante trabajo a realizar en los próximos años consistente en el establecimiento de las condiciones de referencia para cada una de las masas de agua (incluso acuíferos en su interior) que permitirán conocer, a través de los puntos de control de esta red, el estado “natural” y la existencia de tendencias de evolución por causas naturales del quimismo de las aguas subterráneas.

■ FIGURA 5.1.1 REPRESENTACIÓN DEL QUIMISMO DE LOS PUNTOS POR DOMINIOS.



■ 5.1.2 PROGRAMA DE CONTROL DE VIGILANCIA (RBAS)

■ 5.1.2.1 PUNTOS DE AGUA

La red de control de vigilancia de la calidad química general de las aguas subterráneas de la cuenca del Ebro se definió inicialmente en el año 1.995, con un total de 84 puntos, sufriendo sucesivas ampliaciones hasta alcanzar la cifra actual de 337 puntos de agua.

La selección de puntos fue realizada en función de las características de las diferentes masas de agua y acuíferos, de tal manera que como tipología, dentro de esta red se incluyen los siguientes puntos:

- Principales drenajes de las masas de agua subterránea, entendiendo como tales las mayores surgencias o manantiales, en el sentido de que afecten a la mayor parte del acuífero que drenan (surgencias localizadas).
- Principales zonas húmedas de la cuenca cuyo origen es íntegramente de aguas subterráneas (surgencias difusas).
- Principales extracciones del acuífero en cuestión: Se refiere a los pozos que extraen los mayores caudales y volúmenes en cada acuífero, bien sea para abastecimiento, uso industrial o agrícola.

Lógicamente, varios de estos puntos comparten características, ya que algunos grandes manantiales están captados como abastecimientos de poblaciones, así como los puntos donde se realizan las mayores extracciones del acuífero.

La distribución de los puntos en relación a las masas de agua subterránea puede observarse en la tabla 5.1.1, así como en el mapa 5-1.

■ **TABLA 5.1.1** DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DEL PROGRAMA DE CONTROL DE VIGILANCIA DE LA CHE (RBAS) POR MASA DE AGUA.

MASA DE AGUA	Nº puntos	MASA DE AGUA	Nº puntos
001 / FONTIBRE	2	055 / HOYA DE HUESCA	3
002 / PÁRAMO DE SEDANOY LORA	3	057 / ALUVIAL DEL GÁLLEGO	3
005 / MONTES OBARENES	2	058 / ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	4
006 / PANCORBO-CONCHAS DE HARO	2	060 / ALUVIAL DEL CINCA	4
007 / VALDEREJO-SOBROÓN	4	061 / ALUVIAL DEL BAJO SEGRE	3
008 / SINCLINAL DE TREVIÑO	4	063 / ALUVIAL DE URGELL	3
009 / ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO	1	064 / CALIZAS DE TÁRREGA	5
010 / CALIZAS DE LOSA	2	065 / PRADOLUENGO-ANGUIANO	6
011 / CALIZAS DE SUBIJANA	1	066 / FITERO-ARNEDILLO	2
012 / ALUVIAL DEVITORIA	2	067 / DETRÍTICO DE ARNEDO	1
014 / GORBEA	1	068 / MANSILLA-NEILA	2
016 / SIERRA DE AIZKORRI	2	069 / CAMEROS	1
017 / SIERRA DE URBASA	3	070 / AÑAVIEJA-VALDEGUTUR	3
018 / SIERRA DE ANDÍA	4	071 / ARAVIANO-VOZMEDIANO	3
019 / SIERRA DE ARALAR	2	072 / SOMONTANO DEL MONCAYO	15
020 / BASABURÚA-ULZAMA	2	073 / BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO	1
022 / SIERRA DE CANTABRIA	4	074 / SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT	1
023 / SIERRA DE LÓQUIZ	4	075 / CAMPO DE CARIÑENA	1
024 / BUREBA	1	076 / PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN	3
025 / ALTO ARGÁ-ALTO IRATI	4	078 / MANUBLES-RIBOTA	2
027 / EZCAURRE-PEÑA TELERA	6	079 / CAMPO DE BELCHITE	6
029 / SIERRA DE ALAIZ	2	080 / CUBETA DE AZUARA	1
030 / SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA	1	081 / ALUVIAL JALÓN-JILOCA	3
031 / SIERRA DE LEYRE	7	082 / HUERVA-PEREJILES	2
032 / SIERRA TENDEÑERA-MONTE PERDIDO	5	084 / ORICHE-ANADÓN	3
033 / SANTO DOMINGO-GUARA	7	085 / SIERRA DE MIÑANA	2
034 / MACIZO AXIAL PIRENAICO	4	086 / PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN	16
036 / LA CERDANYA	3	087 / GALLOCANTA	6
037 / COTIELLA-TURBÓN	5	088 / MONREAL-CALAMOCHA	4
038 / TREMP-ISONA	9	089 / CELLA-OJOS DE MONREAL	4
039 / CADÍ-PORT DEL COMTE	1	090 / POZONDÓN	1
040 / SINCLINAL DE GRAUSS	1	091 / CUBETA DE OLIETE	5
041 / LITERA ALTA	9	092 / ALIAGA-CALANDA	17
042 / SIERRAS MARGINALES CATALANAS	7	093 / ALTO GUADALOPE	1
043 / ALUVIAL DEL OCA	1	094 / PITARQUE	5
044 / ALUVIAL DEL TIRÓN	1	095 / ALTO MAESTRAZGO	8
045 / ALUVIAL DEL OJA	2	096 / PUERTOS DE BECEITE	7
047 / ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO	1	097 / FOSA DE MORA	10
048 / ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDEAVIA	3	098 / PRIORATO	4
049 / ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA	6	099 / PUERTOS DE TORTOSA	1
050 / ALUVIAL DEL ARGÁ MEDIO	2	100 / BOIX-CARDÓ	2
051 / ALUVIAL DEL ZIDACOS	1	101 / ALUVIAL DE TORTOSA	1
052 / ALUVIAL DEL EBRO: TUDELA-ALAGÓN	1	105 / DELTA DEL EBRO	2
053 / ARBAS	4	106 / SIN DEFINIR MASA	21

■ 5.1.2.2 TOMA DE MUESTRAS Y PARÁMETROS ANALIZADOS

Por lo que respecta a la Confederación Hidrográfica del Ebro durante el año 2009 se han muestreado 323 puntos de los 337 que componen la red de control.

En lo referente a los parámetros analizados, en la Tabla 5.1.2 se recoge la relación de todos ellos agrupados según afinidades químicas y físicas.

■ **TABLA 5.1.2** PARÁMETROS ANALIZADOS EN LA RBAS (CONTROL DE VIGILANCIA).

PAR. FÍSICO- QUIMICOS	CATIONES	ANIONES
pH	Amonio total (mg/L NH4)	Nitritos (mg/L NO2)
Temperatura del agua(°C)	Calcio (mg/L Ca)	Cloruros (mg/L Cl)
Potencial redox (mV)	Magnesio (mg/L Mg)	Sulfatos (mg/L SO4)
Conductividad a 20 °C (µS/cm)	Sodio (mg/L Na)	Nitratos (mg/L NO3)
Oxígeno disuelto (mg/L O2)	Potasio (mg/L K)	Carbonatos (mg/l CaCO3)
Oxígeno disuelto (% sat)		Bicarbonatos (mg/l CaCO3)
CO2 libre (mg/L)		
DQO (mg/L O2)		
DBO5 (mg/L O2)		
Alcalinidad (mg/L CO3Ca)		
Silice (mg/L SiO2)		

Las determinaciones analíticas del control de vigilancia llevado a cabo por la CHE han sido realizadas por el laboratorio del CEDEX con la colaboración en el muestreo de una asistencia técnica contratada a la empresa ESHYG, S.L.

Los datos analíticos de este laboratorio han sido validados por el Laboratorio de la CHE a través de una aplicación informática que permite establecer la bondad del análisis, de tal manera que se rechazan todos aquellos que incumplen las condiciones previas establecidas por el Área de Calidad de las Aguas.

La supervisión y control de la toma de muestras, especialmente en lo relativo a los momentos de muestro, mantenimiento de las muestras y control de resultados, ha sido acometido por los técnicos del Área de Calidad de las Aguas.

En relación con las comunidades autónomas, se cuenta con datos pertenecientes a las redes de vigilancia de las comunidades de Cataluña, Navarra y País Vasco. En la tabla 5.1.3 se presentan el nº de puntos de cada una de las CCAA, así como el número de analíticas realizadas en el año 2009. La distribución de estos puntos en la cuenca del Ebro puede observarse juntamente con los puntos de control de la Confederación Hidrográfica del Ebro en el mapa 5-1.

■ **TABLA 5.1.3** ANALÍTICAS EXISTENTES EN LAS REDES DE VIGILANCIA DE LAS CCAA.

CCAA	Nº analíticas en 2009	Nº puntos en 2009
Cataluña	146	108
Navarra	182	80
País Vasco	82	14

■ 5.1.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO QUÍMICO

El análisis hidroquímico de las aguas subterráneas a partir de los últimos muestreos de la RBAS y de los datos pertenecientes a las comunidades autónomas permiten realizar una primera evaluación sobre el quimismo de las aguas, comparando los resultados obtenidos con las condiciones de referencia establecidas en los trabajos previos anteriormente mencionados.

La facies química de las aguas subterráneas se ha caracterizado a partir de la presencia de los iones mayoritarios (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+) y de otros iones de importancia en el agua subterránea (NO_2^- , NH_4^+ , Fe y Mn).

En la figura 5.1.2 se han representado los resultados analíticos de los programas de control de vigilancia de la CHE y las CCAA, observándose que la mayor parte de las muestras presentan un carácter bicarbonatado cálcico. En el gráfico se observa además la existencia de características hidroquímicas diferenciadas en función de las características geológicas y geográficas de cada Dominio.

Con respecto a la composición aniónica, las aguas de los Dominios Vasco-Cantábrico, Jaca-Pamplona y Tremp son muy bicarbonatadas, mientras que el resto de los Dominios presentan una composición más sulfatada. Así, los Dominios de Maestrazgo-Catalánides, Central Ibérico y Alto Jalón-Alto Jiloca presentan un carácter medio bicarbonatado o bicarbonatado sulfatado y las aguas del Dominio de la Demanda Cameros presentan un carácter bicarbonatado sulfatado. El Dominio de la Depresión del Ebro presenta mayor variabilidad química en la composición del agua subterránea, con una composición media sulfato-bicarbonatada.

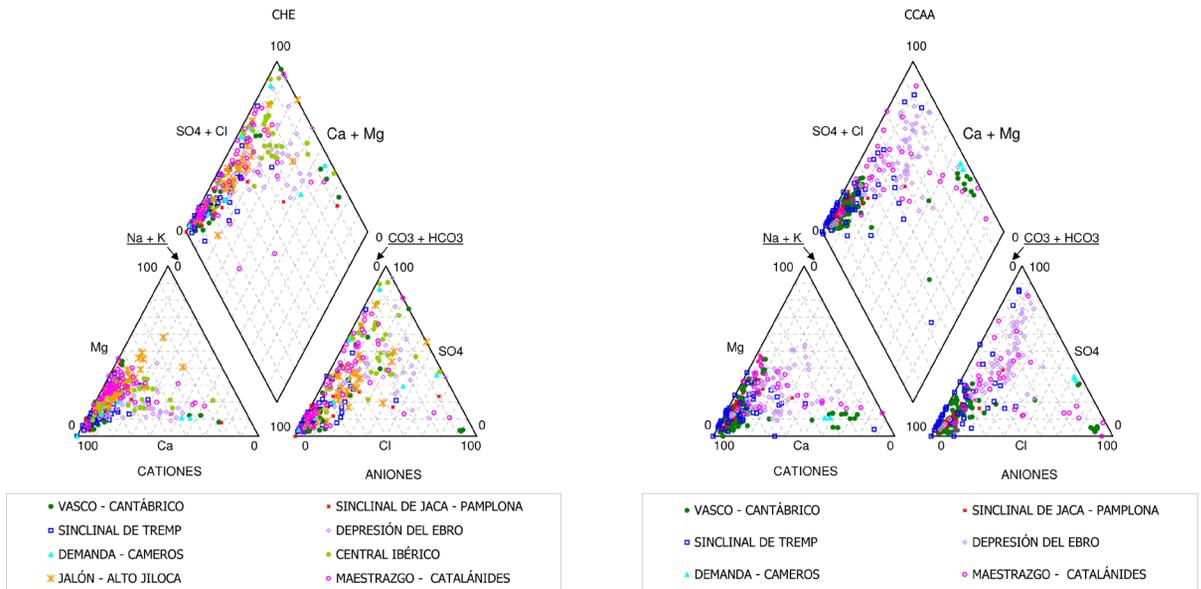
La variabilidad de la composición catiónica es menor que la observada en la composición aniónica, predominando claramente las aguas cálcicas. No obstante, se observan mayores contenidos de calcio en los Dominios más montañosos (Vasco-Cantábrico, Jaca-Pamplona, Tremp y Demanda-Cameros), seguidos de los Dominios de la Ibérica (Alto Jalón-Alto Jiloca, Maestrazgo Catalánides y Central Ibérico) y, por último, las aguas del Dominio de la Depresión del Ebro presentan menores contenidos de calcio.

Como conclusión general sobre este programa de control y atendiendo a los datos analíticos de los últimos muestreos, hay que indicar que todos los puntos que conforman el programa de control de vigilancia se encuentran dentro de los límites establecidos en los dominios hidrogeológicos a que pertenecen. Las excepciones que se registran pertenecen en general a puntos relacionados con zonas termales o están relacionados con unos materiales muy determinados dentro de cada masa de agua.

En las siguientes figuras se representan los diagramas de Piper de los diferentes dominios hidrogeológicos definidos en la demarcación del Ebro. En cada uno de ellos se representa una envolvente que expresa el quimismo general de dicho dominio, obtenida a partir del análisis de todos los datos anteriores. Sobre este diagrama se representan las analíticas de 2009 de los puntos pertenecientes a la RBAS y a las redes de las comunidades autónomas en el dominio en cuestión.

Con ello se pretende comprobar si los últimos datos de las redes de control generales que operan en la demarcación son acordes con el quimismo general esperable o bien escapan de dicha generalidad, y por tanto deben ser explicadas, y en su caso evaluadas, para buscar el origen de dichas anomalías.

■ FIGURA 5.1.2 DIAGRAMA DE PIPER DE LOS ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL DE VIGILANCIA DISTRIBUIDOS POR DOMINIOS: CHE (IZDA) Y CCAA (DCHA).



■ 5.1.3.1 DOMINIO VASCO – CANTÁBRICO (I)

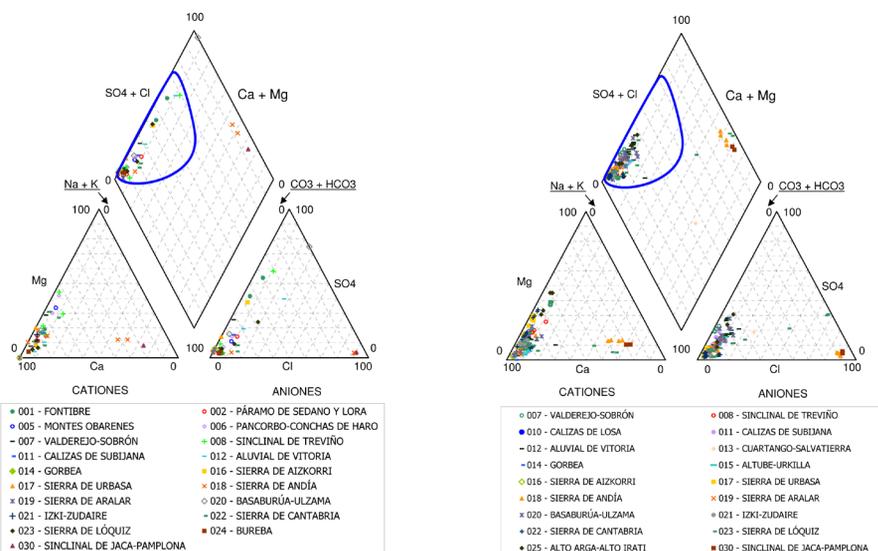
El Dominio Vasco-Cantábrico está representado por 45 captaciones distribuidas en 19 masas de agua subterránea en la RBAS y 49 puntos distribuidos en 18 masas en las CCAA. Su química está dominada fundamentalmente por la disolución de calcita y dolomita, y de algo de yeso (figura 5.1.3). La composición aniónica presenta una clara abundancia de aguas bicarbonatadas, muchas de ellas con un contenido muy elevado de este ión (90-94%). Existe una tendencia hacia el aumento del contenido en sulfato lo que provoca que unas pocas muestras lleguen a ser sulfatadas, y como excepción hay tres muestras con composición clorurada.

La composición catiónica del Dominio Vasco-Cantábrico presenta una dominancia de puntos que varían entre la composición netamente cálcica (>90%) y más cercana a magnésica (magnesio al 40% y calcio al 60%). Un pequeño número de muestras presentan un carácter más sódico que en algún caso llega hasta el 60 % de contenido en sodio.

Las tres captaciones que presentan un carácter clorurado sódico, corresponden a los puntos 250810039 (Baños de Belascoain) y 25081005 (Manantial de Echauri), ubicados en la masa de agua nº 018 Sierra de Andía y al punto 250810004 (Manantial de Ibero), situado en la masa nº 030 Sinclinal de Jaca Pamplona. Los dos primeros presentan conductividades de 4.131 y 3.658 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y las elevadas concentraciones de cloruro y sodio se deben a su proximidad al diapiro de Salinas de Oro y a su elevado tiempo de residencia. En cuanto al punto 250810004, con una conductividad de 5.232 $\mu\text{S}/\text{cm}$, puede ser debido a que se encuentre afectado por el vertido profundo de salmueras procedente de la minería de sales potásicas en las fosas eocenas, a casi 1.000 m de profundidad.

En el caso de los puntos relativos a las CCAA, uno de ellos perteneciente a la red de Navarra y codificado como 24086011, Manantial de Agua Salada en Estella, situado en la masa de agua nº 023-Sierra de Loquiz, presenta unas características anómalas (clorurada-sulfatada sódico-cálcica) con una conductividad de 8.374 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

■ FIGURA 5.1.3 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO VASCO - CANTÁBRICO (IZDA RBAS, DCHA CCAA).



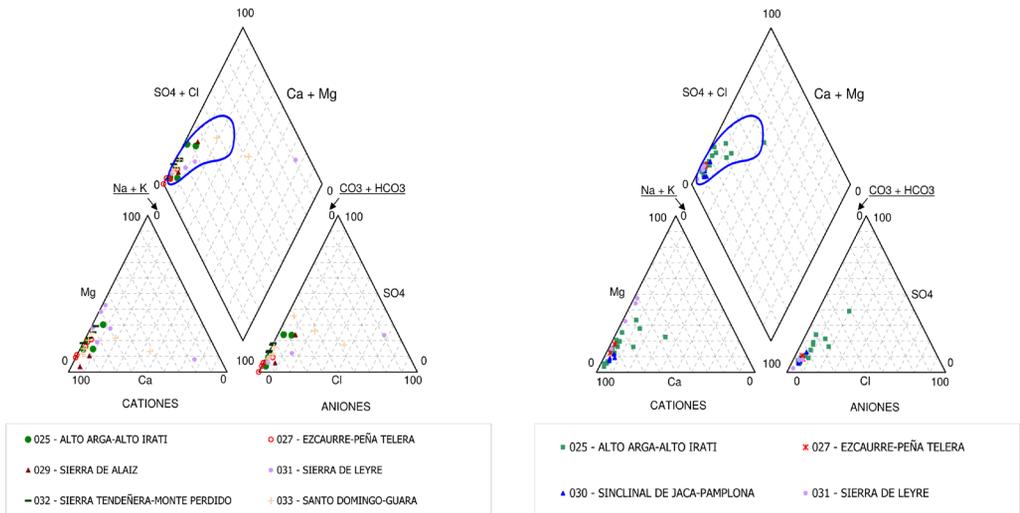
■ **5.1.3.2 DOMINIO SINCLINAL DE JACA – PAMPLONA (2)**

En relación a la RBAS, existen 30 puntos en el Dominio Sinclinal de Jaca-Pamplona distribuidos en 6 masas de agua subterránea y 14 puntos distribuidos en 4 masas de agua en relación a las CCAA. Este dominio presenta una composición aniónica claramente dominada por los bicarbonatos (Figura 5.1.4). Algunas aguas más evolucionadas presentan contenidos mayores en cloruro, lo que queda justificado por su relación con grandes fracturas o por su contacto con material evaporítico del tipo Keuper.

La composición catiónica del Dominio Sinclinal de Jaca-Pamplona presenta una dominancia de aguas cálcicas que varían entre aguas con contenidos en calcio de más de 94% hasta aguas con contenido en calcio de 52%. Estas variaciones se deben principalmente a la presencia de calizas y dolomías como litologías que aportan los iones calcio y magnesio. Unos pocos análisis presentan un aumento progresivo del contenido del sodio hasta valores del 65 %.

Atendiendo a los resultados para cada una de las masas subterráneas, si bien la mayoría presentan un carácter bicarbonatado cálcico y se encuentran dentro de las condiciones de referencia establecidas con anterioridad, hay que destacar que las masas de agua nº 031 y 032 (Sierra de Leyre y Sierra Tendeñera – Monte Perdido) presentan mayores concentraciones de cloruro y sodio, debido a la presencia de los puntos de agua 270910002 (Balneario Tiermas) y 300980003 (Manantial Termal Puyarruego), los cuales se encuentran relacionados con grandes fracturas.

■ **FIGURA 5.1.4** DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO SINCLINAL DE JACA - PAMPLONA (IZDA RBAS, DCHA CCAA).



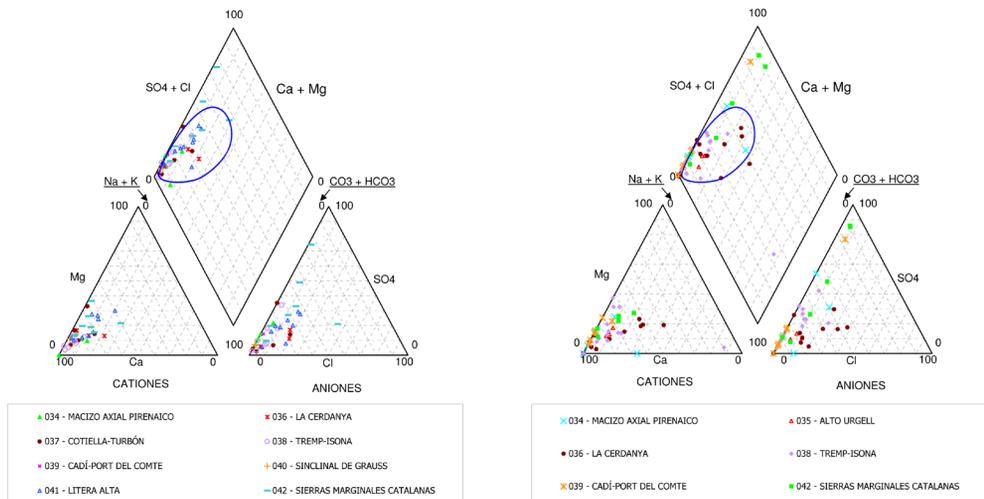
■ 5.1.3.3 DOMINIO SINCLINAL DE TREMP (3)

El Dominio Sinclinal de Tremp en la RBAS está representado por 39 puntos de agua distribuidos en 8 masas de agua subterránea y la red de la comunidad autónoma de Cataluña dispone de un total de 54 puntos distribuidos en 6 masas. Presenta una composición aniónica bicarbonatada, con un gran número de muestras cuyos contenidos en bicarbonato son mayores que el 85%, aunque hay una cierta dispersión de sus valores hacia mayores concentraciones en sulfato y cloruro, pero sin perder su carácter bicarbonatado (figura 5.1.5). En unas pocas muestras las aguas pasan a tener un contenido muy elevado en sulfatos (>70%).

La composición catiónica del Dominio del Sinclinal de Tremp presenta un carácter cálcico con una cierta dispersión en el eje del calcio y magnesio.

Atendiendo a su distribución dentro del Dominio en las 8 masas de agua existentes, todos los puntos se encuentran dentro del tipo bicarbonatado cálcico, con excepción de la masa nº 42 - Sierras Marginales Catalanas, en la cual se encuentran puntos con alto contenido en sulfatos. Estos puntos son los siguientes: 25094-0004 (Pou del Segre a Rubió) y el 25034-0018 (Pou de la Clua).

■ FIGURA 5.1.5 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO SINCLINAL DE TREMP (IZDA RBAS, DCHA CCAA).



■ 5.1.3.4 DOMINIO DEPRESIÓN DEL EBRO (4)

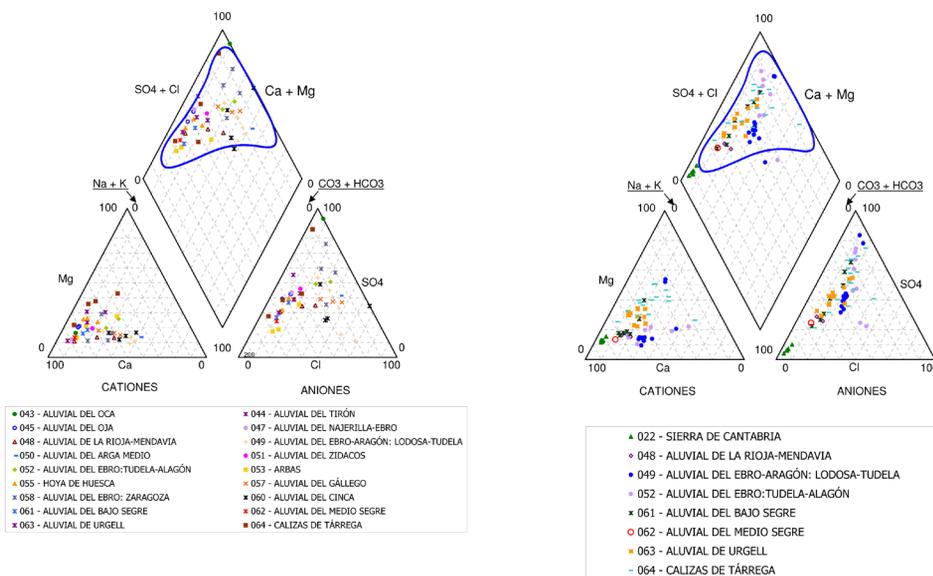
El Dominio de la Depresión del Ebro contiene 46 puntos de agua ubicados en 18 masas de agua subterránea (RBAS) y 45 puntos distribuidos en 9 masas en relación a las CCAA, y hay que destacar la presencia de muchos de ellos en aluviales de los grandes ríos, y en la zona semiárida con sustrato yesífero, de los Monegros. Las particulares condiciones geológicas e hidrogeológicas de los distintas masas de agua subterránea de este Dominio, hace que se registre la mayor variabilidad química en la composición del agua subterránea.

La composición aniónica comprende una gran superficie del diagrama de Piper, destacando la existencia de un gran número de muestras bicarbonatadas, sulfatadas y de facies mixtas (figura 5.1.6). También existen aguas cloruradas. La existencia de litologías yesíferas con pequeños cristales de halita en muchos materiales del centro de la Depresión, son un factor que condiciona esta composición claramente sulfatada y clorurada en algunos casos. En otras ocasiones estas composiciones se justifican por ser un agua con un tiempo de residencia muy elevado en dichos materiales.

La composición catiónica de las muestras del Dominio de la Depresión del Ebro participan, aunque en menor medida, de la variabilidad que se ha identificado en la composición aniónica. Las aguas evolucionan desde un carácter cálcico hacia un carácter magnésico-cálcico, sin llegar a alcanzar un 50% de magnesio, y conforme van evolucionando en su flujo subterráneo alcanzan un carácter más sódico. Las elevadas concentraciones se deben a procesos de disolución de agua con mucho tiempo de residencia en el terreno y a procesos de evaporación en zonas de descarga (humedales o lagunas saladas).

Atendiendo a las diferencias hidroquímicas en función de las masas de agua subterránea, si bien la mayoría presentan un carácter sulfatado cálcico, hay que destacar la masa de agua nº 022 - Sierra de Cantabria - representada por una captación (SC49- Manantial Onueba), que muestra un agua claramente bicarbonatada cálcica.

■ FIGURA 5.1.6 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO DEPRESIÓN DEL EBRO (IZDA RBAS, DCHA CCAA).



■ 5.1.3.5 DOMINIO DEMANDA – CAMEROS (5)

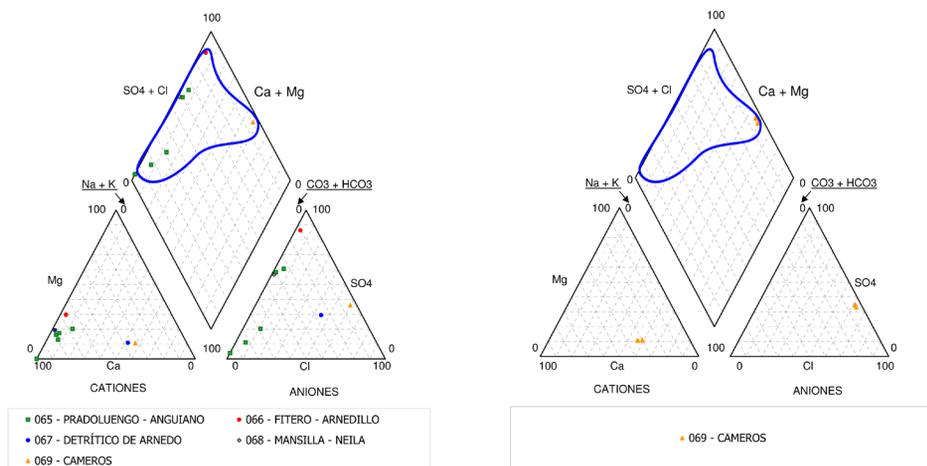
El Dominio de Demanda-Cameros en la RBAS está representado por 12 puntos de agua distribuidos en 5 masas de agua subterránea y la red de la comunidad autónoma de Navarra dispone de 2 puntos que controlan la masa de agua nº 069 - CAMEROS. El contenido aniónico está representado por aguas bicarbonatadas con una evolución hacia aguas sulfatadas y, por otra parte existen aguas cloruradas (figura 5.1.7).

En cuanto a la composición catiónica, existen aguas cálcicas, con un porcentaje de magnesio de hasta un 30,5% que van evolucionando a aguas con un creciente contenido de sodio (>60%).

En la representación de las composiciones por masas de agua subterránea, se observa como las aguas de las masas nº 065 y 068 (Pradoluengo – Anguiano y Mansilla – Neila) son bicarbonatadas cálcicas con una importante componente sulfatada en algunos puntos; por otra parte, los análisis de las masas nº 066, 067 y 069 (Fitero-Arnedillo, Detrítico de Arnedo y Cameros) presentan una mayor variabilidad química.

La Comunidad Foral de Navarra controla en este dominio dos puntos 24128002 (Balneario Viejo) y 24128001 (Balneario Nuevo) que presentan una facies hidroquímica clorurada-sulfatada sódico-cálcica con conductividades superiores a los 5000 mS/cm.

■ FIGURA 5.1.7 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO DEMANDA - CAMEROS (IZDA RBAS, DCHA CCAA).



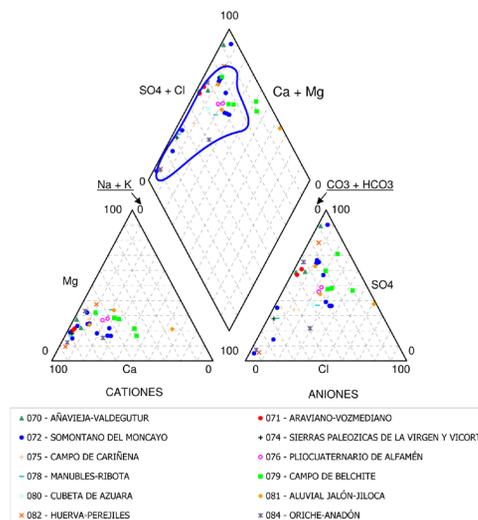
■ 5.1.3.6 DOMINIO CENTRAL IBÉRICO (6)

Las aguas del Dominio Central Ibérico, con 40 puntos distribuidos en 12 masas de agua, presentan una distribución de valores semejante a las del Dominio Alto Jalón-Alto Jiloca aunque con mayor cantidad de aguas enriquecidas en sulfato. Destacan también algunas facies hidroquímicas del tipo clorurado-sulfatadas sódicas que pueden ser indicativas de aguas muy evolucionadas de los manantiales termales, con aguas de elevado tiempo de residencia en el terreno y asociadas a zonas tectonizadas en su caso (figura 5.1.8). En este sentido, destaca el punto 251730001 (Balneario Paracuellos de Jiloca) ubicado en la masa de agua nº 081 - Aluvial Jalón – Jiloca que presenta una conductividad de 18.500 mS/cm y un enriquecimiento en cloruros y sodio respecto a otras aguas de este dominio.

Atendiendo a las diferencias hidroquímicas en función de las masas de agua subterránea, la composición media de las aguas de las masas de agua nº 073, 074 y 078 (Borobia –Aranda de Moncayo, Sierras Paleozoicas de la Virgen de Vicort y Manubles – Ribota), muestra un carácter bicarbonatado cálcico, mientras que en el resto de masas pertenecientes al Dominio presentan aguas más evolucionadas, con mayores contenidos aniónicos (sulfato y cloruro) y catiónicos (magnesio y sodio).

En este caso, no se dispone de datos analíticos de puntos pertenecientes a redes operadas por las comunidades autónomas.

■ FIGURA 5.1.8 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO CENTRAL IBÉRICO (SOLO RBAS).



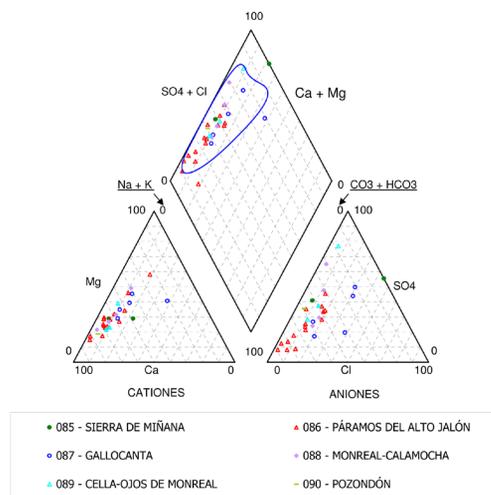
■ 5.1.3.7 DOMINIO ALTO JALÓN – ALTO JILOCA (7)

Existen 32 puntos en el Dominio Alto Jalón – Alto Jiloca distribuidos en 6 masas de agua subterránea. Estas aguas presentan una dispersión de los aniones desde el polo del bicarbonato, produciéndose un progresivo enriquecimiento en sulfato y algo en cloruro. El agua pasa de bicarbonatada a bicarbonatada sulfatada y, en fases más evolucionadas a sulfatado-bicarbonatadas y, finalmente, sulfatadas. Los cationes presentan un carácter menos variable que los aniones. Las aguas son en su mayor parte cálcicas pasando en sus fases más evolucionadas a magnésico-cálcicas.

La representación de las composiciones por masas de agua subterránea, pone de manifiesto la existencia de características hidroquímicas diferenciadas en función de las características geológicas y geográficas de cada masa (figura 5.1.9). Así, las aguas de las masas nº 086 y 090 (Páramos del alto Jalón y Pozondón) presentan una conductividad media de 644 y 557 mS/cm y son bicarbonatadas cálcicas, pasando a bicarbonatada sulfatada en la masa nº 085 - Sierra de Miñana y a sulfatado bicarbonatada en la nº 088 - Monreal – Calamocha. Finalmente, la media de las aguas de la masa nº 087 - Gallocanta tiene carácter sulfatado, con una conductividad media de 850 mS/cm.

En este dominio no se dispone de datos pertenecientes a puntos operados por las comunidades autónomas.

■ FIGURA 5.1.9 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO ALTO JALÓN – ALTO JILOCA. (SOLO RBAS).



■ 5.1.3.8 DOMINIO MAESTRAZGO – CATALÁNIDES (8)

El Dominio Maestrazgo – Catalánides presenta el mayor número de captaciones de la RBAS con 60 puntos de agua distribuidos en 12 masas de agua subterránea y 34 puntos de las CCAA distribuidos en 5 masas de agua.

La composición aniónica presenta una tendencia claramente identificada en el diagrama de Piper (figura 5.1.10). Partiendo de las aguas bicarbonatadas se dirige hacia el vértice del sulfato con un contenido máximo en este ión del 84% en el punto 281880001 (Baños de Ariño-I), debido probablemente a procesos de disolución del yeso. Además, existen muestras con altos contenidos en cloruros llegando a alcanzar un 79% en el punto 322060018 (Dapsa) en relación con procesos de intrusión marina.

La composición catiónica del Dominio Maestrazgo-Catalánides presenta una gran cantidad de aguas con un carácter cálcico y cálcico-magnésico. Existe además un proceso gradual de sodificación en algunas muestras de este Dominio.

La representación de las composiciones por masas de agua subterránea, muestra la existencia de características hidroquímicas diferenciadas en función de las características geológicas y geográficas de cada masa. En este sentido, cabe destacar las aguas de la masa nº 105 - Delta del Ebro las cuales son del tipo clorurado sódico-cálcico con una conductividad media de 2.590 $\mu\text{S/cm}$, debido a procesos de intrusión marina. Por otra parte, las masas de agua nº 091, 097, 099 y 101 (Cubeta de Oliete, Fosa de Mora, Puertos de Tortosa y Aluvial de Tortosa) presentan aguas con mayores contenidos de sulfatos, mientras que el resto de masas del Dominio son de tipo bicarbonatado cálcico

■ FIGURA 5.1.10 DIAGRAMA DE PIPER DEL DOMINIO MAESTRAZGO - CATALÁNIDES (IZDA RBAS, DCHA CCAA)..

