UNIVERSITAT DE BARCELONA

El impacto del riego sobre las tierras de secano occidentales y meridionales de Cataluña. La afectación sobre el paisaje geográfico, la biodiversidad y las aguas superficiales y subterráneas

Ángel López Sánchez

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (**www.tdx.cat**) i a través del Dipòsit Digital de la UB (**diposit.ub.edu**) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (**www.tdx.cat**) y a través del Repositorio Digital de la UB (**diposit.ub.edu**) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (**www.tdx.cat**) service and by the UB Digital Repository (**diposit.ub.edu**) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Segunda parte: resultados

5. El quimismo de las masas de agua y las presiones sobre el territorio

5.1. Marco general. La protección y la gestión del agua[1] (del Parlamento Europeo)

El agua es esencial para la vida de los seres humanos, los animales y las plantas, así como para la economía; su protección y gestión trascienden las fronteras nacionales. La Directiva marco sobre el agua establece un marco jurídico para proteger y regenerar el agua limpia en la Unión Europea y así garantizar una utilización sostenible a largo plazo. Está completada por legislación más específica, por ejemplo, las Directivas sobre agua potable, aguas de baño o inundaciones, y la Directiva marco sobre la estrategia marina, así como por los acuerdos internacionales en la materia.

La exposición de motivos de la Directiva muestra un planteamiento general y objetivo del problema expuesto, explicando las soluciones propuestas a través de la creación de nuevos dispositivos y/o la introducción de los cambios necesarios para reformar, adicionar o suprimir determinados textos legales.

Haciendo hincapié en la necesidad de la transición hacia una economía circular, el Parlamento Europeo apoyó los planes para impulsar la utilización de aguas regeneradas en el regadío agrícola; siguiendo un planteamiento similar, respaldó los planes tendentes a la mejora de la calidad del agua del grifo al objeto de reducir el uso de botellas de plástico.

Las **Confederaciones hidrográficas** son entidades de derecho público, adscritas al Ministerio para la Transición Ecológica del gobierno de España, como organismo autónomo dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, y cuyas funciones se establecieron por vez primera en el Real Decreto Ley de su constitución en 1926, y la Ley de Aguas de 1985 (con las modificaciones de 1999 y la refundición efectuada en el Real Decreto Legislativo 1/2001).

Tienen como misión las tareas de planificación hidrológica, gestión de los recursos del dominio público hidráulico en razón de la cuenca en donde se encuentren, la concesión de derechos de explotación de los recursos acuíferos, la construcción y planeamiento de infraestructuras hidráulicas y la gestión medioambiental de su zona, con especial atención a la preservación de los recursos y a la calidad del agua.

La Confederación Hidrográfica del Ebro, la CHEbro, es el organismo de gestión, regulador y mantenedor de las aguas y riegos de la cuenca hidrográfica del Ebro (nordeste de España). La sede del organismo está en Zaragoza y fue la primera institución creada en todo el mundo con el objetivo de gestionar toda una cuenca fluvial de manera unitaria.

[1] Según el ciclo hidrológico, la cantidad de agua en el planeta no varía, solo varia su estado y el lugar donde se encuentra. Se estima que su valor es 1.408,7 millones de Km^3. De este valor el 97,25% se encuentra en los mares y océanos.

El ámbito de actuación es muy complejo, afectando a numerosas comunidades e interactuando incluso con administraciones de países como Francia o Andorra. Por ejemplo el río Segre uno de los principales afluentes del Ebro, nace en la Alta Cerdaña francesa, atraviesa zonas montañosas con numerosos ibones y fuentes, y recibe a su vez afluentes como el Vall Toba, el río de la Llosa, el Quer, el Noguera Pallaresa, el Noguera Ribagorçana y el Cinca. Incluso a nivel local, como muestra la vegetación helofítica que los rodea, los arroyos y lagunas salinos son a veces destacables.

Cuando en los años 60 se inició una sistemática de mediciones para su estudio metódico de laboratorio, las correcciones se desfasaban por el tiempo trascurrido desde la toma de muestras hasta la obtención del resultado de las analíticas. En aquella época se contaba con pocas estaciones de medición automática. En la Imagen 1/6 aparecen las estaciones en la cuenca del Ebro, con identificación numérica, en las que se iniciaron la recopilación de datos, que, junto con las analíticas de laboratorio, pudieron suministrar los suficientes datos para la realización, entre otros, de estudios tan importantes como el que citamos a continuación.

Las Confederaciones Hidrográficas y, en el caso de Catalunya, la Agencia Catalana del Agua (ACA), que engloba a la antigua Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental, han abordado progresivamente un seguimiento de las masas de agua superficiales y las subterráneas mediante diversas acciones físico químicas.

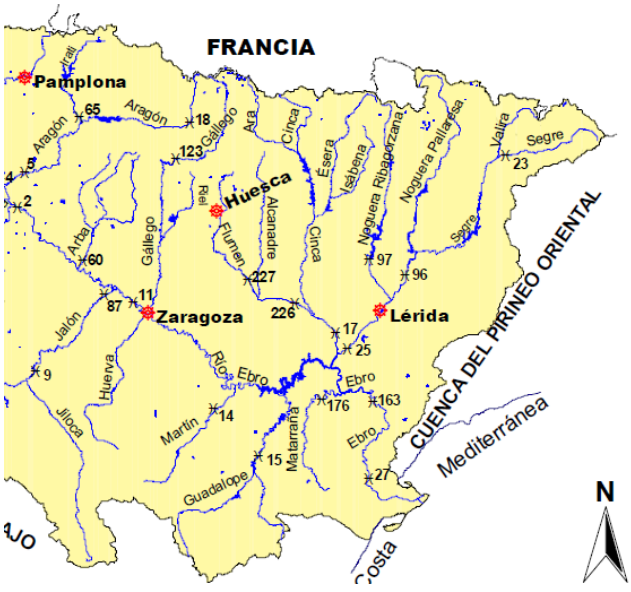


Imagen1.5. Estaciones de aforo de la CHEbro 1960. (CHEbro 2010).

Para cumplir con las exigencias de la Directiva 2000/60 sobre el Marco Comunitario sobre el Agua, las confederaciones han realizado un gran esfuerzo

para alcanzar la automatización de los sistemas que permitan un seguimiento en continuo de las variables que permiten conocer la cantidad y calidad del agua.

5.1.1. La cuenca del Segre-Ebro cuenta con los siguientes redes de control:

- Red de estaciones de aforo. ROEA
- Sistema automático de información hidrológica. SAIH
- Sistema automático de la calidad del agua. SAICA
- Red de vigilancia radiológica
- Red de indicadores ambientales. ERHIN
- Red de indicadores ambientales del Delta del Ebro. RIADE.

5.1.2. A nivel estatal se creó una única red general del seguimiento de todas las cuencas CEMAS[2] y de las Masas de Agua Superficiales a nivel de todo el estado español.

En la siguiente imagen se sitúan geográficamente dichas estaciones. Los datos y figuras plasmados a continuación se corresponden con lo recogido en la documentación previa para su análisis elaborada durante 2010.

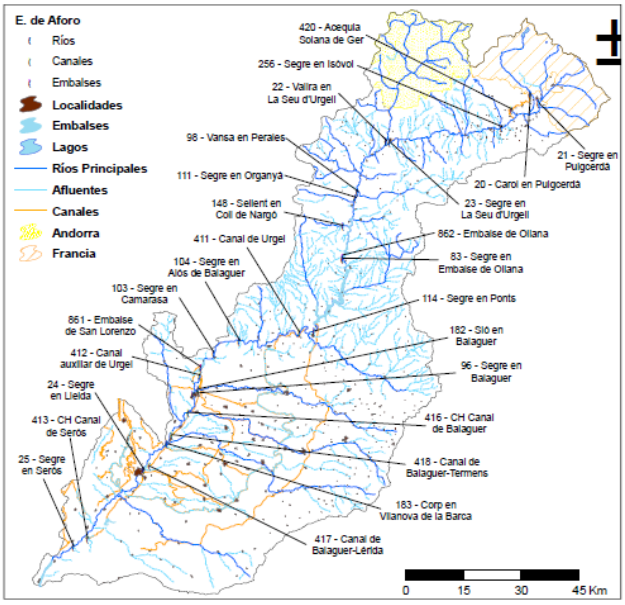


Imagen 2.5. Estaciones de aforo en el rio Segre. (CHEbro 2010).

[2] Control del Estado de las Masa de Agua

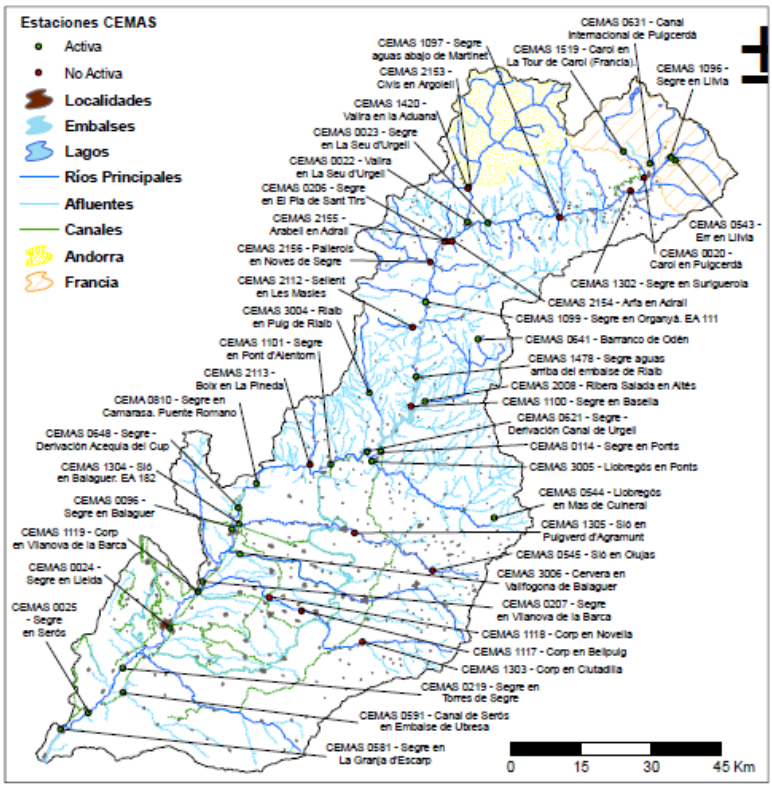


Imagen 3.5. Estaciones de la red CEMAS en la cuenca del río Segre. (CHEbro 2010).

5.1.2. Estaciones de control de la red CEMAS en la cuenca Segre-Ebro

En el desarrollo del trabajo utilizaremos la numeración de los puntos de control según CEMAS, eliminando los ceros a la izquierda de la numeración. (Ejemplo Segre en Seròs, según CEMAS; 0025, nosotros solo lo identificaremos como Seròs 25).

También hay que señalar las zonas declaradas como zonas sensibles a los nutrientes por un problema de eutrofización los espacios del conjunto de los embalses de la cuenca, es decir: Oliana, Rialb[3], Sant Llorenç de Montgai[4], Balaguer y Riba-rroja.

[3] La presa tiene una altura de 99 metros y se comenzó a construir el 1992, a unos pocos kilómetros más abajo del embalse de Oliana. Rialb se comenzó a llenar el 1999 y fue inaugurado el año 2000. La construcción supuso una inversión de 40.000 millones de pesetas y tiene una capacidad de 402,8 hectómetros cúbicos, es decir, cuatro veces la de Oliana. Sus principales destinatarios son los canales de Urgel y Segarra-Garrigues, este último en fase de construcción, además de abastecer de agua unos 80 núcleos de población. Además, en el 2006 se puso en marcha la central hidroeléctrica de Rialb y su subestación contigua.

[4] El embalse de Sant Llorenç de Montgai se encuentra en el río Segre, entre Camarasa Font longa y Balaguer, aguas abajo de la confluencia de los ríos Segre y Noguera Pallaresa. A sus orillas se encuentra el núcleo de Sant Llorenç de Montgai que pertenece al municipio de Camarasa Font longa, como todo el embalse, situado---- al norte.

La presa es mixta de hormigón y tierra. En la presa del hormigón la profundidad no alcanza los 10 m y en la zona de tierra es de entre 2 y 3 metros. La profundidad máxima del embalse es de 18 m, con una media de 7,6 m y poca fluctuación de nivel, Capacidad los 9 hm^3, con una media anual de 3,7 hm^3 entre los años 1945 y 2009. Esto permite el asentamiento de vegetación acuática (carrizos) y limita la erosión.

Del embalse nace el Canal Auxiliar de Urgell, destinado a riego y agua potable en la margen izquierda del Segre, con un caudal de 8 m^3/s.

La aplicación de la Directiva Marco del Agua en la cuenca del Ebro, ha obligado a dividir la red hidrográfica de las cuencas, en tramos o masas de agua superficiales y en aguas subterráneas, en función de las diferentes características, para después poder abordar su gestión. Se refiere a masas de agua, entendiendo por ello el volumen de agua diferenciable por sus características hidrogeológicas, geomorfológicas y fisiográficas.

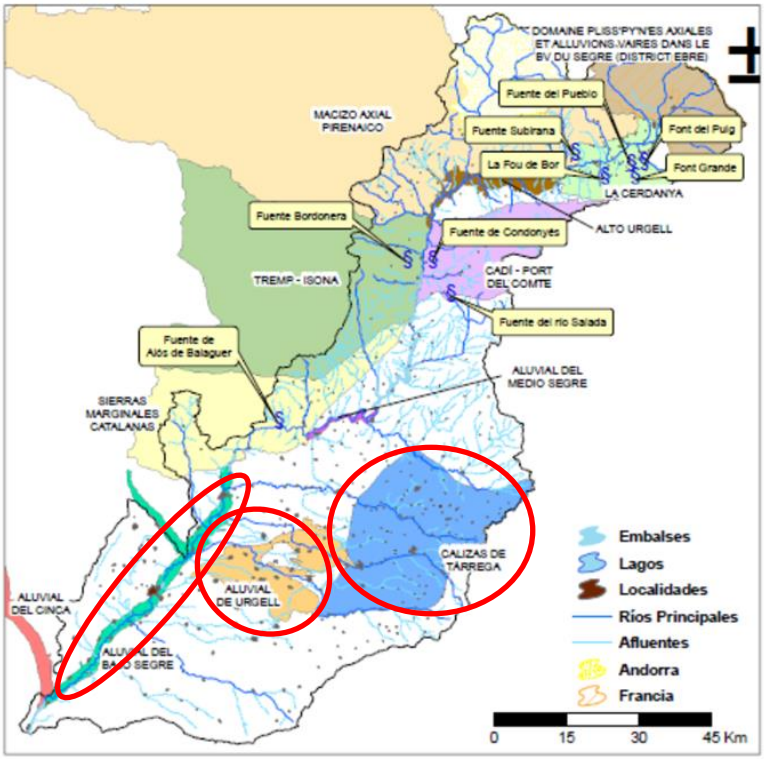


Imagen 6.5. Masas de aguas subterráneas, marcadas con diferente color. Las que se consideran en la zona estudiada, además se identifican con rodadas de trazo rojo. (CHEbro 2010).

En un análisis más pormenorizado de cada una de ellas podemos observar diferencias debidas a las presiones y la contaminación.

Ya en la ampliación de la superficie total las ZEPA y LIC (aprobadas el 16 de junio de 2009 a propuesta de las Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura del Gobierno de la Generalitat, mediante acuerdo de Gov/115/2009, los espacios afectados por esta modificación están todos en mayor o menor medida relacionados por la superficie susceptible de riego desde el Canal Segarra-Garrigues.

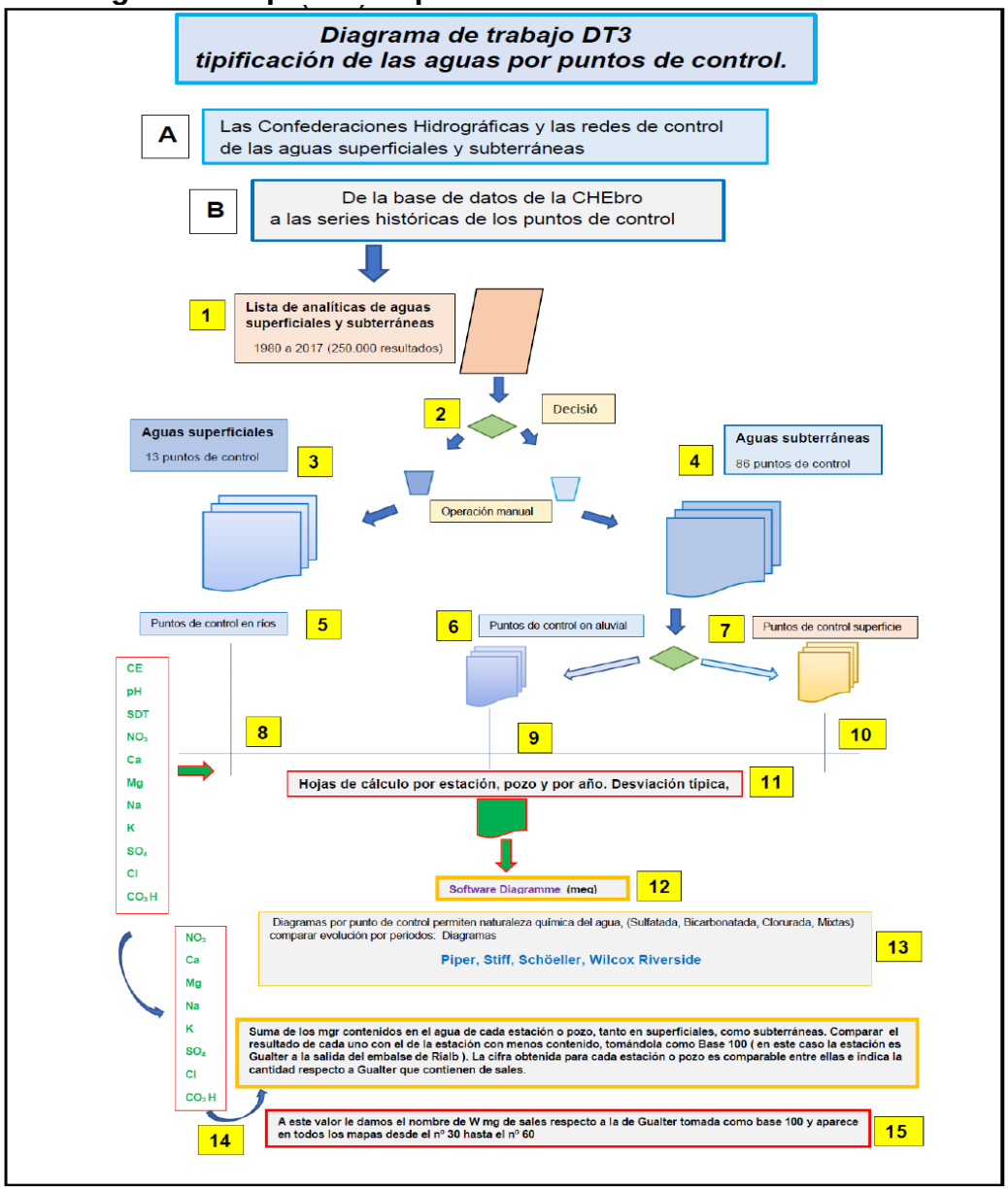
5.2. Consideraciones metodológicas. Un apunte sobre proceso utilizado para la caracterización de las masas de aguas.

Tomando como base los datos y conclusiones del informe[5] y de los resultados analíticos de las aguas superficiales y las aguas subterráneas realizados durante

[5] Prognosis de una cueca con el Plan hidrológico 2010-2015: Aplicación a la cueca del rio Segre. 5.3 Masas de agua: superficiales y subterráneas, y 5.4. Cumplimiento de la Directiva marco del agua.

el periodo 1980-2017, por la CHEbro en los tramos del Segre medio y bajo. He establecido siete procedimientos operativos para abordar el análisis de las aguas: bajo en nombre genérico de Diagrama de trabajo (DT) seguido de un nº de orden (ver capítulo 3 de bases metodológicas donde hay una explicación de cada uno de los puntos citados en el diagrama).

5.2.1. Diagrama del proceso operatorio fase 3ª DT3.



En el DT3 “quimismo de las masas de aguas” se especifica las fases que se realizan para pasar de los componentes de la base de datos de la CHEbro hasta la identificación del quimismos de cada punto de control de aguas superficiales y subterráneas que se sitúan en la zona estudiada.

El resultado del análisis realizado según el diagrama de trabajo de la Fase 3ª (DT3), nos permitió tratar todas las aguas de la zona estudiada en su conjunto.

5.2.2 Series históricas consideradas en el perfil del rio Segre medio y bajo

Tabla 1.5. Resumen con los valores medios de las series anuales, agrupadas por decenios. Punto 11 del diagrama DT1. (Fuente: Elaboración propia a partir de los datos Bd/Asup).

					Valores en mg/l								
Punto de Control (PC)	Nº PC	Fecha	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Σ 8
Gualter	114	1980-1989	284,8	7,9	3,7	52,0	6,9	8,4	1,7	112,4	13,3	36,7	235,2
		1990-1999	294,5	8,0	3,9	50,4	7,2	6,7	1,1	119,4	10,1	37,2	236,0
		200/2005	273,5	8,2	4,1	49,1	5,3	8,3	1,5	130,8	11,9	35,6	246,7
		promedio	284,2	8,0	3,9	50,5	6,5	7,8	1,5	120,9	11,8	36,5	239,3
		Des.T	10,5	0,2	0,2	1,5	1,0	0,9	0,3	9,3	1,6	0,9	6,4
		C,V	0,037	0,021	0,051	0,029	0,159	0,121	0,214	0,077	0,139	0,023	0,027
Boix	2113	2008/2017	607,2	8,1	39,2	106,6	21,7	11,3	0,2	200,0	22,6	94,5	496,1
N.Pallaresa	169	1980-1989	240,2	7,9	1,2	39,7	3,5	8,1	1,0	77,2	14,0	28,2	173,0
		1990-1999	254,5	7,9	1,8	42,3	5,4	7,8	0,6	85,0	10,7	31,9	185,7
		2000/2007	251,5	8,2	1,9	39,5	4,0	7,4	1,0	98,0	10,3	29,7	191,7
		promedio	248,7	8,0	1,7	40,5	4,3	7,8	0,9	86,7	11,7	30,0	183,5
		Des.T	7,6	0,1	0,4	1,6	1,0	0,3	0,2	10,5	2,1	1,9	9,6
		C,V	0,030	0,017	0,234	0,039	0,229	0,044	0,237	0,121	0,176	0,062	0,052
Segre Camarasa	810	2007/2013	269,8	8,4	2,2	47,2	10,6	10,1	1,2	133,6	12,9	38,3	256,1
Balaguer	96	1980-1989	557,5	7,8	8,9	85,1	18,2	30,1	2,5	133,8	44,2	134,6	457,5
		1990-1999	632,6	8,0	9,9	81,6	17,8	25,7	1,9	165,8	34,9	143,6	481,1
		2000/2011	693,9	8,1	10,1	100,2	17,4	32,6	2,0	174,9	44,2	182,0	563,4
		promedio	*628,0*	*8,0*	*9,6*	*89,0*	*17,8*	*29,5*	*2,1*	*158,2*	*41,1*	*153,4*	*500,6*
		Des.T	*68,3*	*0,1*	*0,6*	*9,9*	*0,4*	*3,5*	*0,3*	*21,6*	*5,4*	*25,2*	*55,6*
		C,V	*0,109*	*0,019*	*0,066*	*0,111*	*0,024*	*0,117*	*0,146*	*0,137*	*0,131*	*0,164*	*0,111*
S.Vilanova Barca	207	1980-1989	546,4	7,8	4,9	87,2	13,0	31,2	2,5	133,4	40,4	133,1	445,7
		1990-1999	544,8	8,0	6,7	78,1	12,3	22,9	1,8	158,3	28,3	113,1	421,6
		2000/2009	602,2	8,2	10,0	92,1	14,3	28,5	2,0	169,7	37,9	145,6	500,0
		promedio	*564,5*	*8,0*	*7,2*	*85,8*	*13,2*	*27,5*	*2,1*	*153,8*	*35,5*	*130,6*	*455,8*
		Des.T	*32,7*	*0,2*	*2,6*	*7,1*	*1,0*	*4,2*	*0,4*	*18,6*	*6,4*	*16,4*	*40,2*
		C,V	*0,058*	*0,022*	*0,355*	*0,083*	*0,079*	*0,154*	*0,184*	*0,121*	*0,179*	*0,125*	*0,088*
.Ribagorzana Corbin	627	2002/2013	625,0	8,3	7,9	93,2	20,1	32,2	1,2	153,2	37,1	168,5	513,3
Lleida	24	1980-1989	493,5	7,7	5,4	70,9	12,9	25,1	2,3	120,5	30,0	103,2	370,2
		1990-1999	547,6	7,8	10,4	77,7	15,5	25,0	2,0	137,5	27,8	122,7	418,7
		2000/2012	549,9	8,1	9,7	80,6	15,5	26,5	2,2	140,9	30,4	131,6	437,4
		promedio	*530,3*	*7,9*	*8,5*	*76,4*	*14,6*	*25,5*	*2,2*	*133,0*	*29,4*	*119,1*	*408,8*
		Des.T	*31,9*	*0,2*	*2,7*	*5,0*	*1,5*	*0,9*	*0,1*	*10,9*	*1,4*	*14,5*	*34,7*
		C,V	*0,060*	*0,029*	*0,320*	*0,066*	*0,105*	*0,034*	*0,067*	*0,082*	*0,047*	*0,122*	*0,085*
Torres de Segre	219	1981-1989	768,5	8,1	7,1	111,8	25,3	59,8	4,4	166,9	65,1	224,3	664,7
		1990-1999	765,8	8,2	8,6	105,7	28,1	60,2	4,1	223,8	58,3	244,9	733,5
		2000/2015	741,6	8,0	12,4	101,0	22,6	42,4	3,6	192,9	45,4	196,4	616,7
		promedio	*758,6*	*8,1*	*9,4*	*106,2*	*25,3*	*54,1*	*4,0*	*194,5*	*56,3*	*221,9*	*671,6*
		Des.T	*14,8*	*0,1*	*2,8*	*5,4*	*2,7*	*10,1*	*0,4*	*28,4*	*10,0*	*24,4*	*58,7*
		C,V	*0,020*	*0,012*	*0,295*	*0,051*	*0,109*	*0,187*	*0,103*	*0,146*	*0,178*	*0,110*	*0,087*
Serós 25	25	1980-1989	538,6	7,7	9,8	78,7	15,9	31,3	2,8	128,5	36,7	126,8	430,6
		1990-1999	645,7	7,9	8,4	87,5	18,9	34,3	2,8	156,3	37,6	158,5	504,3
		2000/2013	597,4	8,1	9,1	82,7	17,4	30,1	1,4	139,1	33,4	140,7	453,9
		promedio	*593,9*	*7,9*	*9,1*	*83,0*	*17,4*	*31,9*	*2,3*	*141,3*	*35,9*	*142,0*	*462,9*
		Des.T	*53,7*	*0,2*	*0,7*	*4,4*	*1,5*	*2,2*	*0,8*	*14,0*	*2,2*	*15,9*	*37,7*
		C,V	*0,090*	*0,029*	*0,078*	*0,053*	*0,086*	*0,068*	*0,349*	*0,099*	*0,062*	*0,112*	*0,081*
Llobregos	3005	2007 20012	3168,0	7,9	16,7	473,8	149,8	234,6	2,0	325,6	404,0	1506,2	3110,7
Sió	1304	2007/2012	1007,3	8,2	27,1	107,2	35,7	62,4	1,0	191,9	85,0	214,3	724,7
Corb	1119	2007/2017	1079,8	8,2	35,2	134,3	35,9	66,3	1,5	226,2	56,3	341,1	895,3

Para conocer si el valor promedio de cada serie es representativo de esta serie, se calcula la desviación típica de cada serie y su coeficiente de variación desarrollado en los capítulos séptimo y octavo (ej. tabla 2.5). (Ver punto 11 del diagrama DT3).

Con el diagrama triangular de Piper determinamos la familia hidroquímica del agua en cada uno de los puntos de control: 13 superficiales y 86 subterráneas. También se utilizan los diagramas poligonales de Stiff, los de Wilcox con

conductividades y aptitud del agua para regadío y el Schöeller con la evolución de cada ion durante el tiempo que dura la serie histórica.

En las tablas 1.5 de aguas superficiales y en la 3.5 de aguas subterráneas solo consideramos los aniones y cationes fundamentales, que son los necesarios para poder obtener los diagramas de caracterización fundamentales.

5.3. Los diagramas hidroquímicos como herramienta clave

5.3.1. El diagrama Piper

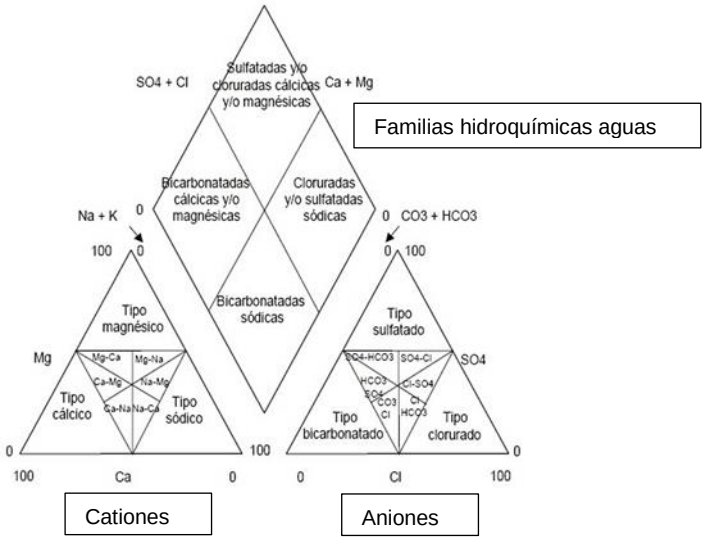


Imagen 8.5. Diagrama triangular de Piper con escalas porcentuales en los triángulos inferiores, donde se representa el resultado de los porcentajes de cationes y aniones.

En el rombo superior mediante la intersección de las prolongaciones de resultados en los triángulos, se obtiene la familia hidroquímica del agua analizada, tal como se representa en la imagen 9.5.

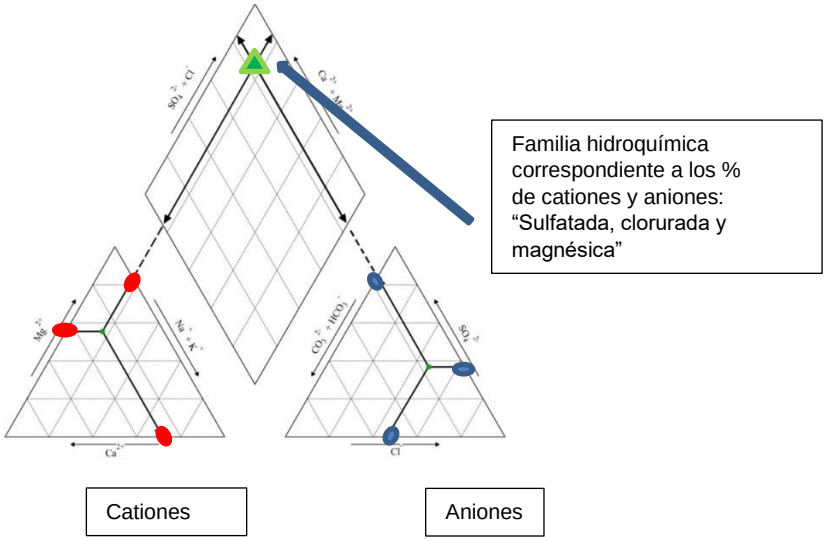


Imagen 9.5. Determinación de la familia de un agua a partir de los contenidos de Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cloruros, Sulfatos, Carbonatos y Bicarbonatos. (Elaboración propia)

Una vez formadas las series históricas para cada uno de los iones fundamentales en cada punto de control, se han tabulado según las exigencias del programa “Diagramme LHA” (tabla 2.5) para la determinación de los diferentes tipos de diagramas.

En la tabla 2.5, los valores numéricos del contenido de iones expresado en mg/l en los diez PC que forman el perfil del rio Segre en sus tramos Medio y Bajo. Tabla de entrada en el LHA para la obtención de los diagramas Piper y resto

Tabla 2.5. Tabla con la forma de entrada en software LHA en los PC de aguas del Segre. C.V[6]. Fuente; Elaboración propia a partir de los datos procedentes de Bd/Asup)

n	Nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7
1	g	Gu	2008/2017	1	289,62	7,94	3,80	51,21	7,06	7,58	1,42	115,88	11,69	36,96	231,80
2	b	Bx	2008/2017	2	273,50	8,22	4,11	49,12	5,31	8,34	1,55	130,80	11,93	35,57	242,61
3	P	Np	2008/2017	3	248,73	8,00	1,65	40,50	4,31	7,75	0,87	86,74	11,68	29,95	181,80
4	C	Cm	2008/2017	4	269,77	8,39	2,16	47,20	10,62	10,06	1,20	133,63	12,94	38,25	253,90
5	B	Bg	2008/2017	5	628,01	7,96	9,62	88,98	17,80	29,47	2,14	158,16	41,09	153,39	491,02
6	V	Vb	2008/2017	6	564,46	7,98	7,20	85,80	13,18	27,50	2,10	153,83	35,54	130,62	448,57
7	R	Nr	2002/2013	7	625,05	8,26	7,94	93,23	20,10	32,20	1,17	153,15	37,08	168,46	505,38
8	L	Ll	2002/2013	8	530,32	7,88	8,51	76,41	14,63	25,53	2,18	132,98	29,39	119,15	400,26
9	T	TS	2002/2013	9	758,64	8,10	9,37	106,17	25,31	54,15	4,00	194,53	56,26	221,85	662,26
10	S	Se	2002/2013	10	593,86	7,89	9,10	82,98	17,43	31,90	2,34	141,26	35,90	142,00	453,80
		md			478,20	8,06	6,35	72,16	13,57	23,45	1,90	140,10	28,35	107,62	
		Desv.T.			188,49	0,17	3,10	23,09	6,83	15,10	0,90	28,40	15,60	68,08	
		C.v			0,39	0,02	0,49	0,32	0,50	0,64	0,47	0,20	0,55	0,63	

Segre medio:1 g; rio Segre en Gualter; 2 b; rio Boix vertido al Segre; 3 P; Noguera Pallaresa vertido al Segre; 4 C; Segre en Camarasa. **Segre bajo**: 5 B; Segre en Balaguer; 6 V; Segre en Vilanova de la Barca; 7 R; Noguera Ribagorçana vertido al Segre; 8 L; Segre en Lleida; 9 T; Segre en Torres de Segre; 10 S; Segre en Seròs.

[6] Estadísticamente se conoce que si el valor de (C.V) es superior al o, 8/ la media (md) de la serie, no es representativa.

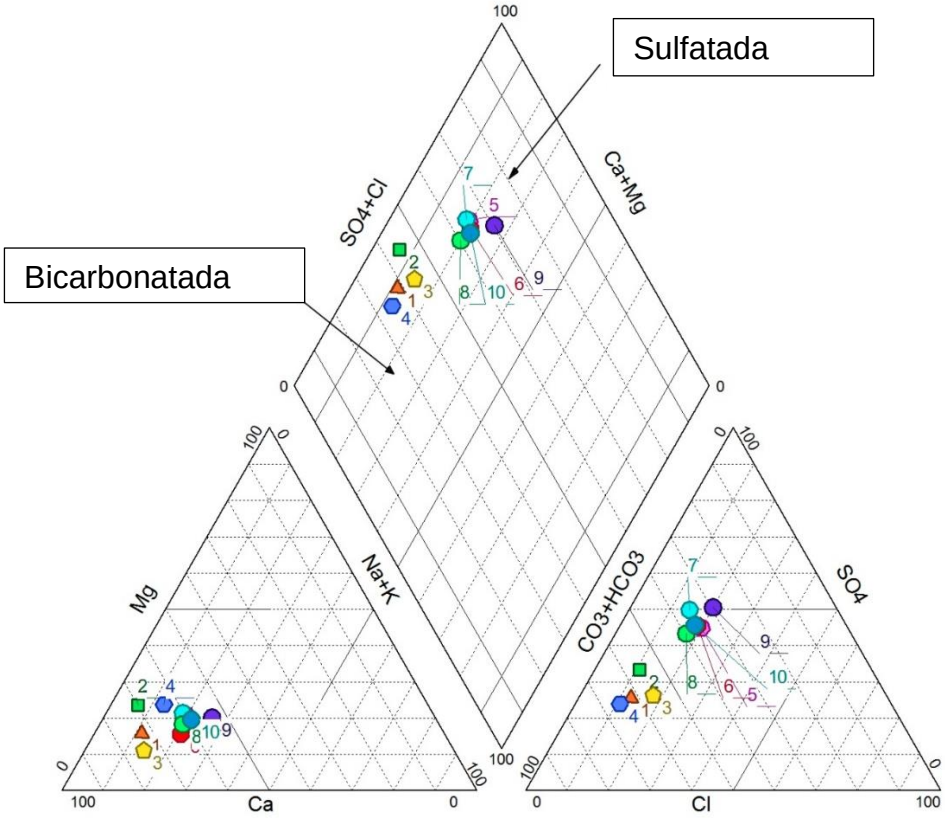


Imagen 10.5. Diagrama Piper, obtenido con los valores numéricos de la tabla 2.5. (Fuente : Bd/Asup, elaboración propia).

Clara distinción entre las aguas del Medio Segre: bicarbonatadas cálcicas, y las del Bajo Segre: sulfatadas cálcicas. (Ver punto 12 del diagrama DT3)

Con la misma entrada de datos (tabla 2.5) se obtienen los diagramas: Piper, Stiff, Schöeller, Wilcox (Ver punto 13 del diagrama DT3).

5.3.2. El diagrama poligonal Stiff

El diagrama poligonal de Stiff nos informa sobre el contenido de iones en el agua. Este diagrama refleja el contenido de iones por la superficie que ocupa y por su geometría. Es idóneo para aplicarlo en mapas con masas de agua cuanto menor es su superficie menor es el contenido de iones en el agua. Observando los mapas, a simple vista nos proporcionan información sobre la calidad de las aguas.

En la imagen 11.5 se explica su composición partiendo de un eje central de trazado vertical con un valor de 0, a derecha e izquierda y de arriba hacia abajo, tenemos 6 ejes perpendiculares a este; tres a la derecha y tres a la izquierda.

El contenido de iones se expresa en miliequivalentes/litro[7] a partir de los mg/l que contiene el agua de cada anión o catión.

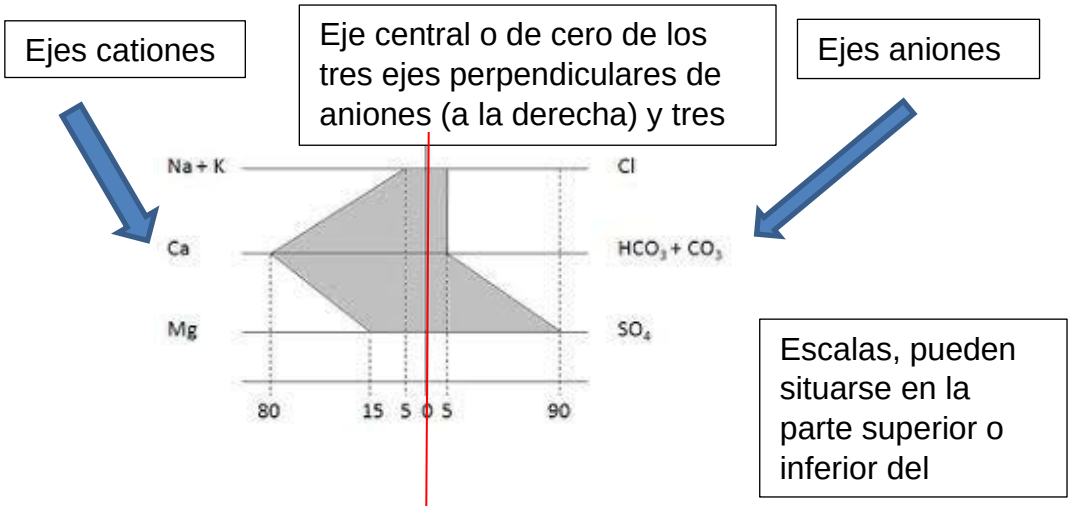


Imagen 11.5. Explicación del contenido del diagrama Stiff. (Elaboración propia).

Representación de los diagramas Stiff, correspondientes a los diez PC del Segre medio y bajo con los datos de la tabla 2.5, que también han servido para representar el diagrama Piper y el resto de diagramas para estos puntos de control.

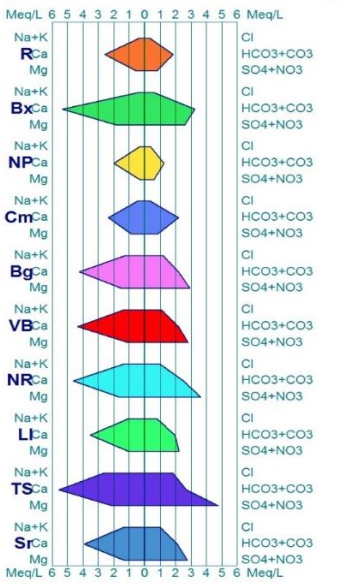


Imagen 12.5. Diagramas Stiff de los PC del perfil del Medio y Bajo Segre. (Fuente Bd/Asup y elaboración propia).

[7]Para calcular los miliequivalentes de un compuesto químico, el fundamento es muy similar al anterior. Bastará con sustituir ahora el peso atómico por el peso molecular de la sustancia, y la valencia con el número de equivalentes gramos (neqg) según la sustancia a estudiar. **meq = peso molecular / (neqg * 1000)**

5.3.3. El diagrama Schöeller

Permite observar el contenido de los iones principales en las aguas de cada uno de los puntos de control. En la imagen 13.5 los correspondientes a los valores de la tabla 2.5.

En este diagrama el valor de cada ion aparece en las escalas específicas para cada uno de ellos. Se expresan en mg/l, y los dos laterales muestran las equivalencias en meq/l.

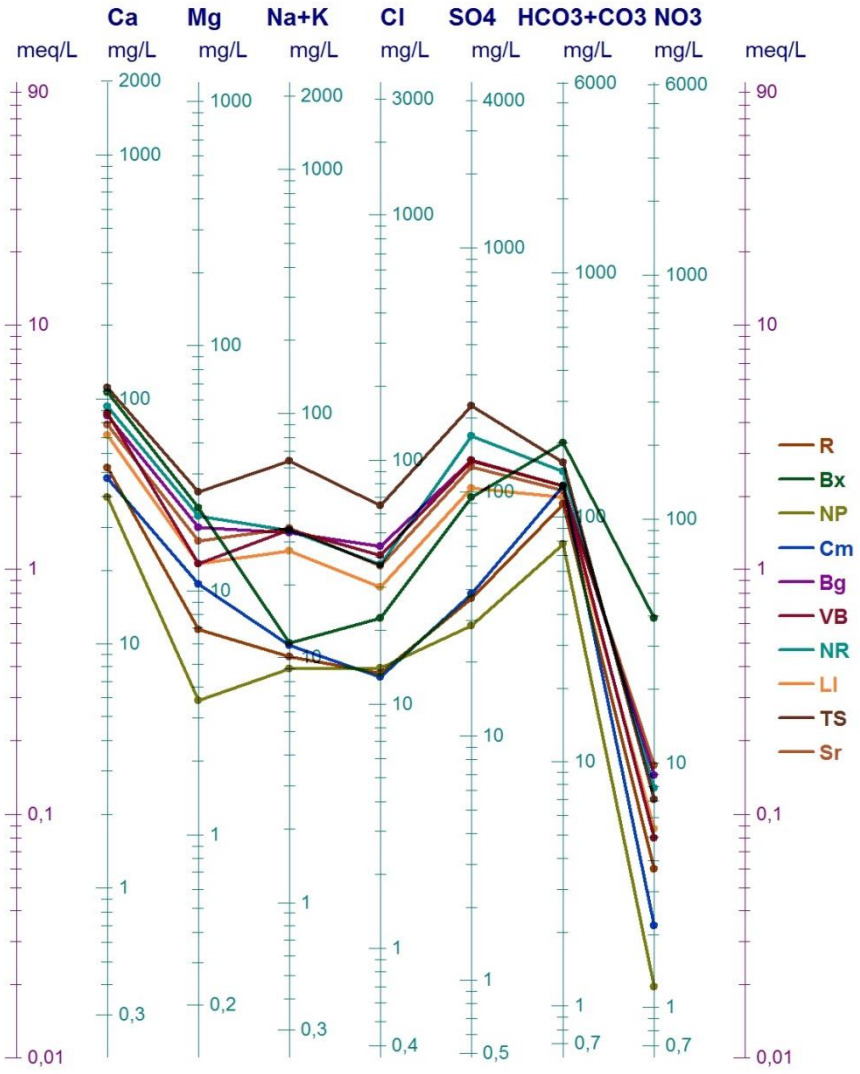


Imagen 13.5. Cada línea quebrada del mismo color, corresponde al valor de los iones en un PC. El diagrama recoge los valores de los 8 iones fundamentales más los nitratos en cada uno de los PC que componen el perfil del Bajo y Medio Segre. (Fuente: Bd/Asup y elaboración propia).

Con este diagrama se puede conocer el contenido de iones por litro de agua, y lo más importante, la comparación las distintas muestras de agua. En el perfil de

las aguas del Segre, se observa que, excepto en la desembocadura del rio Boix en el Medio Segre, los valores de los nitratos (NO_3) en el resto de puntos oscila entre los 2 y los 10 mg/l.[8]

La legislación vigente sólo admite un máximo de 50 mg/l, de nitratos, lo que equivale 0,8 meq/l.

5.3.4. Diagrama Wilcox

El agua pura no es conductora de la electricidad. Su configuración electroquímica se presenta como un medio de altísima oposición a la más mínima circulación de electrones. Si al agua químicamente pura se le añaden sustancias en mínima cantidad, pierde su oposición al paso de la corriente eléctrica. Una forma indirecta de conocer el grado de impureza que contiene el agua es midiendo el paso de la electricidad entre dos electrodos separados un cm y aplicado un voltaje estándar. Esta medida se conoce con el nombre de conductibilidad eléctrica a través de una muestra de agua, cuanto mayor el contenido de iones en el agua mayor conductibilidad. El diagrama de Wilcox se basa en este principio, y lo relaciona con el contenido de los iones más frecuentes en el agua de consumo humano (calcio, magnesio, sodio, potasio) (Max 2500µS/cm). Como referencia el agua ultra pura utilizado en laboratorio tiene una conductividad de 0,056µS/cm y la de las redes de suministro publico[9] 150 y 250 µS/cm.

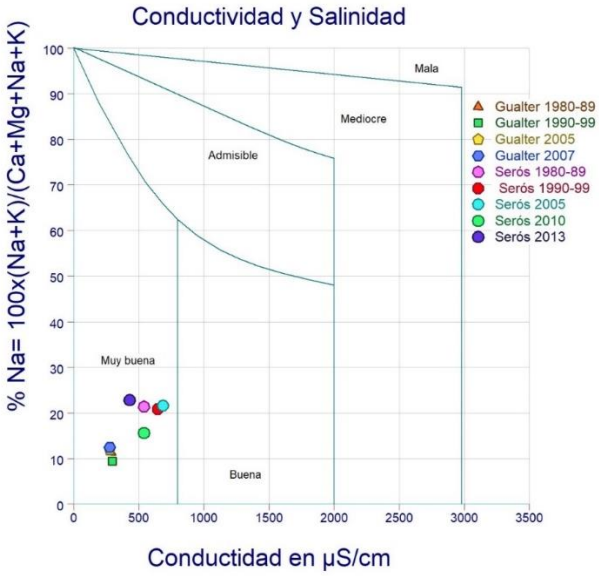


Imagen 14.5. Diagrama de Wilcox que indica la relación entre la conductividad y el contenido porcentual de sodio en las aguas. (Elaboración propia).

Puede deducirse que las aguas en Gualter a la salida del embalse de Rialb durante el periodo 1980 a 2007 han mantenido sensiblemente su relación porcentual del Na en un valor muy próximo. Lo mismo que ocurre con este índice

[8] En la tabla 2/6 podemos ver que el promedio entre todos los puntos es de 6,35 mg/l, por lo que para un caudal de 60 m^3/s. la cantidad transportada son (datos de la tabla 2/6) 6,35mg/l x 60.000 l/s x3.600 s/h = 1.371kg/hora. Las aguas del Segre en condiciones medias de caudal, arrastran 1,371 Tm/h de Nitratos.

[9] Las aguas destinadas al consumo humano y la Directiva 2015/1787 de la Comisión, de 6 de octubre de 2015.

medido en Seròs durante un periodo semejante, antes de su vertido al río Ebro. Como es lógico en el recorrido desde Gualter a Seròs, el valor del índice se multiplica por 1,53.

5.3.5. Diagrama Riverside.

Efectos del contenido de iones sodio en las aguas destinadas a regadío.

Los contenidos de iones de sodio en las aguas de regadío, afecta a la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración. Se debe a que la presencia del sodio en el suelo se puede intercambiar por otros iones, como es el caso del ion del calcio y del magnesio que forman parte de los complejos estructurales que componen el suelo. El exceso de iones de sodio desplaza los iones del calcio (Ca) y del magnesio (Mg) lo que provoca la dispersión y desagregación del suelo. En condiciones secas, el suelo se vuelve duro y compacto, reduce los poros que conforman el suelo reduciéndose la infiltración de agua y aire.

El índice SAR, que en español se expresa como RSA (Relación de Absorción de Sodio), es un parámetro de calidad del agua para riego agrícola, que ayuda a estimar la repercusión que puede tener la presencia de sodio en el agua, y afectar a la estructura del suelo. Un valor de SAR igual o superior a 10, podría causar la pérdida de la estructura y la capacidad de infiltración del suelo.

El diagrama Riverside, adopta el nombre del municipio donde se comenzó a aplicar; Riverside, en California[10] (EEUU).

En la imagen 13/5 se puede ver el diagrama correspondiente obtenido con la aplicación LHA, con los valores de las aguas, en Gualter, durante cuatro períodos: entre 1980/89,1990/99, 2000 y 2007. Y los valores de cinco periodos en Seròs: 1980/89, 1990/99, 2000, 2010 y 2013. (Años de los que disponemos registros analíticos de conductividad)

El diagrama Riverside relaciona la conductividad del agua agrupada en cuatro conjuntos, C_1 a C_4 y en ordenadas los valores del índice SAR[11] también agrupados en cuatro rangos S_1 a S_4. Las aguas de Gualter y Seròs, señaladas anteriormente, se clasifican como C_2/S_1: Aguas de salinidad media, aptas para el riego, que pueden requerir mayores volúmenes de agua de riego para el lavado de sales.

[10] Normas Riverside para evaluar la calidad de aguas de riego (U.S. Soild Salinity Laboratory, 1954). Fuente Blasco y de la Rubia (Lab. de suelos IRYDA, 1973).

[11] El índice SAR, que en español se expresa como RSA (Relación de Absorción de Sodio), es un parámetro de calidad del agua para riego agrícola, que ayuda a estimar la repercusión que puede tener la presencia de sodio en el agua, y afectar a la estructura del suelo. Un valor de SAR igual o superior a 10, podría causar la pérdida de la estructura y la capacidad de infiltración del suelo.

a) Sectores del diagrama Riverside:

S1: Bajo contenido de sodio; apta para riego.
S2: Contenido medio de sodio; cierto peligro de acumulación en suelos de textura fina.
S3: Muy alto contenido de sodio; no aconsejable para riego.
C1: Baja salinidad; apta para todos los suelos.
C2: Salinidad media; apta para riegos. Puede requerir de mayores volúmenes de agua para riego de cultivos tolerantes a la salinidad.
C3: Salinidad alta; los suelos deben tener un buen drenaje, volúmenes en exceso y en cultivos tolerantes a la salinidad.
C4: Salinidad muy alta, no apta para el riego. Solo en suelos muy permeables, buen drenaje, volúmenes en exceso y cultivos muy tolerantes a la salinidad.

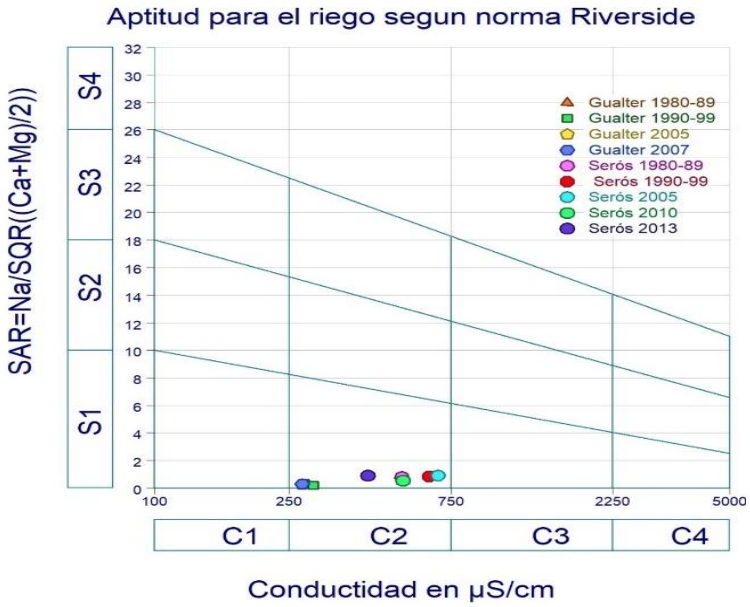


Imagen 15.5. Riverside con diagrama Wilcox. Relación entre la conductividad con el porcentaje de sodio respecto al total cationes. Aguas del Segre C2/S1. (Elaboración propia).

b) Variaciones entre principio y final del Segre medio y bajo.

Las aguas del Segre entre Gualter y Seròs oscilan entre un promedio de 280 y 593 µS/cm (ver tabla 2/6), valores que se sitúan dentro del conjunto C2 (salinidad media apta para regadíos) y un índice SAR del rango S1, (bajo contenido de sodio, apta para el riego) con valores que no alcanzan el valor 2.

5.3.6. Quimismo de las aguas superficiales

Basándonos en los resultados obtenidos con los diagramas que se han expuesto, se han agrupado las aguas superficiales de los puntos de control en

cuatro grupos, en función de su quimismo (diagrama Piper, imagen 10.5) y su conductividad eléctrica (diagrama Wilcox, imagen 14.5)[12]. Las cuatro familias de aguas se han denominado:

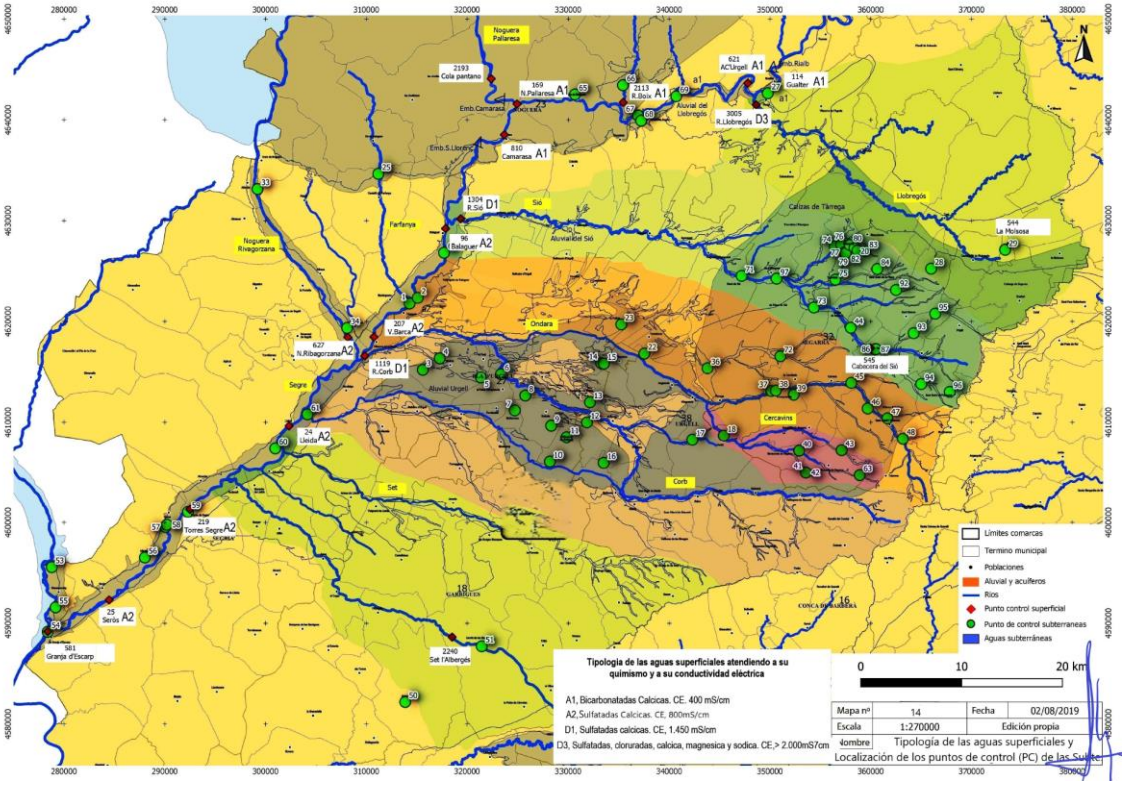


Imagen 16.5. Mapa 14; localización de los puntos de control de las aguas subterráneas. (Elaboración propia).

A1 (Bicarbonatadas cálcicas con CE 400 µS/cm)
A2 (Sulfatadas cálcicas con CE 800µS/cm)
D1 (Sulfatadas cálcicas con CE 1.450 µS/cm)
D3 (Sulfatadas, cálcicas, magnésicas y sódicas con CE> 2.000 µS/cm)

En la imagen 16.5. tenemos el mapa nº14 y se identifica la localización de los puntos de control con un rombo de color rojo y una etiqueta de fondo blanco, que incluye el nº del punto de control, su nombre y la familia, según la clasificación anterior.

Del estudio de las aguas superficiales nos extenderemos en el capítulo sexto y, de forma especial, en la evolución de sus parámetros fundamentales. En la imagen 17.5. el mapa 12 (formato A4 desplegable y reducido). Utilizándolo de base se ha formado una infografía, que incluye una visión general de la hidrología superficial con la capa de subcuencas, a las que se han añadido ocho grupos información.

[12] Retornos de los regadíos en la cuenca del Ebro Pinilla, L y Causapé, J.

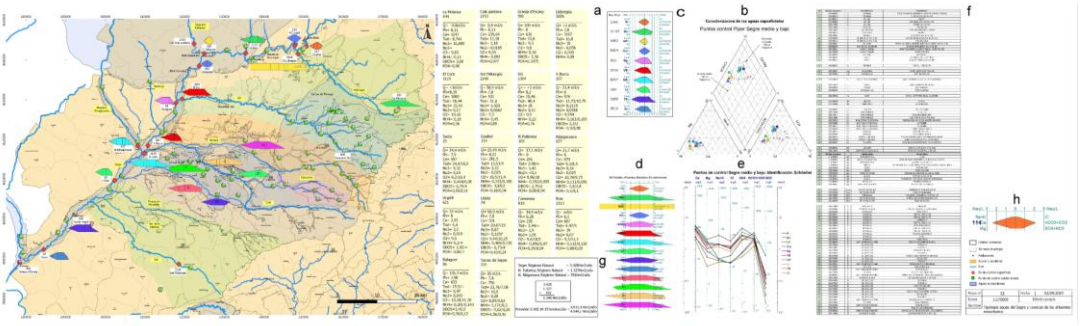


Imagen 17.5. Mapa 12. Información básica complementaria de aguas superficiales. (Elaboración propia).

En el mapa se han incluido diagramas Stiff de cada punto de control de superficiales y de algunos correspondientes a las aguas subterráneas (que desarrollamos a nivel general en este mismo capítulo con posterioridad).

Los ocho grupos de información que acompañan al mapa son los siguientes:

- Grupo ***a***; aparecen los valores promedio de los parámetros analizados en dieciocho puntos de control:

*Segre en Gualter.

*Llobregós, Boix, Sió, Corb, que vierten al Segre.

*Toma del Segre para el Canal Principal de Urgell.

*Noguera Pallaresa y Ribagorçana, vierten al Segre.

*Segre en Camarasa, Balaguer, Vilanova de la Barca, Lleida, Torres de Segre, Seròs y Granja de Escarp.

*Cabeceras del Llobregós en la Molsosa, y del Set en L'Albergès.

*Cola del embalse de Camarasa en el N. Pallaresa.

En cada uno de estos dieciocho puntos de control: se muestran los valores promedio de diez parámetros básicos del agua: caudal, pH, conductividad eléctrica, total de solidos disueltos, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, oxígeno disuelto y DBO5[13].

- Grupo ***b;*** Diagrama de Piper con los valores de los puntos de control del perfil del Segre. Se pueden apreciar dos masas diferentes; las que corresponden al Medio Segre, que son de naturaleza bicarbonatada, y las del Bajo Segre, que son sulfatadas.
- Grupo ***c;*** Diagramas Stiff en los puntos de control del Segre.

[13] Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación; normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (*DBO5*) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O_2/l).

- Grupo ***d;*** Diagramas Stiff en los puntos de vertido al Segre de los ríos Llobregós, Sió, Ondara y Corb.
- Grupo ***e;*** Diagrama Schöeller, con los puntos de control del Segre.
- Grupo ***f;*** Tabla de conversión de la identificación CHEbro aplicada en la investigación de los puntos de control de aguas subterráneas.
- Grupo ***h***; identificación ampliada de las escalas del diagrama Stiff.
- Grupo ***g;*** estimación para el siglo XXI del agua, en régimen natural, en la cuenca del Segre.

5.4. El quimismo de las aguas subterráneas. Los puntos de control considerados[14].

Tabla 3.5. Promedios anuales sobre los contenidos de iones en las aguas subterráneas (Fuente: Elaboración propia con datos elaborados a partir de Bd/Acuif).

ID	PC	Municpio	ID	periodo	analis	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Σ 8
1	321480034	TERMENS	1	3/16	13	851,92	7,18	28,49	128,92	18,39	51,82	2,29	294,38	42,73	134,05	701,08
2	321480010	TERMENS	2	3/5	2	801,00	7,10	69,55	140,50	14,55	25,95	10,20	281,50	38,25	85,20	665,70
3	321480012	BELLVIS	3	12/17	11	1343,64	7,30	156,75	138,00	64,10	71,11	2,30	375,27	72,61	155,91	1036,04
4	321480042	BELLVIS	4	10/11	2	2271,50	6,90	53,35	328,00	105,70	70,00	1,49	387,65	114,00	1083,50	2143,69
5	331510045	BELLVIS	5	5/16	18	1141,47	7,29	234,73	121,12	60,88	48,71	3,37	235,82	40,36	164,76	909,75
6	331510056	POAL (EL)	6	3/10	4	1017,25	7,20	54,43	135,08	46,53	48,38	4,08	323,00	53,88	215,25	880,60
7	331510057	MOLLERUSSA	7	2/17	20	778,45	7,28	42,81	110,12	24,73	33,12	3,74	257,41	54,05	104,83	630,80
8	331520116	VILA-SANA	8	7/16	25	1059,38	7,13	66,02	154,01	48,92	43,94	5,68	326,66	51,76	230,23	927,21
9	331520141	GOLMES	9	9/16	8	942,63	7,13	59,76	134,00	38,30	29,54	3,00	283,13	47,48	172,38	767,58
10	331520036	VILANOVA DE BELLPUIG	10	10/17	14	739,69	7,22	40,67	106,98	23,22	18,79	1,41	255,38	24,85	90,86	562,17
11	331520113	VILANOVA DE BELLPUIG	11	1/8	22	910,27	7,20	39,23	119,79	37,13	27,12	2,17	253,00	41,64	163,06	683,14
12	331530051	BELLPUIG	12	7/9	3	649,00	7,30	35,03	90,50	24,23	30,57	1,67	192,33	32,40	107,60	514,33
13	331530009	CASTELLNOU DE SEANA	13	9/16	8	648,25	7,43	50,35	157,31	31,63	15,80	1,30	229,35	25,74	71,30	582,77
14	331470061	IVARS D´URGELL	14	3	3	981,67	7,27	81,53	147,33	33,47	31,17	3,07	249,00	47,23	186,00	778,80
15	331470028	IVARS D´URGELL	15	1/8	18	984,17	7,14	72,83	143,22	32,86	31,54	5,27	275,11	44,14	162,33	767,31
16	331530034	BELLPUIG	16	2/3	4	4483,50	7,50	1,50	224,00	156,00	40,15	3,15	120,00	741,50	892,00	2178,30
17	331540024	VERDU	17	10/17	13	3014,54	7,02	253,00	288,46	178,62	96,38	1,39	374,23	260,62	939,00	2391,69
18	331540015	VERDU	18	7/16	9	1729,56	7,18	25,41	236,33	126,56	75,64	2,34	333,67	112,30	627,44	1539,70
20	341420007	GUIMERA	20	6	1	969,00	7,60	73,00	102,00	54,00	30,00	3,00	254,00	45,00	143,00	704,00
22	331470064	ANGLESOLA	22	10/17	13	1240,54	7,15	46,88	162,81	46,11	60,37	3,81	291,22	72,52	306,98	990,70
23	331470046	FULIOLA (LA)	23	1/4	7	1212,40	6,90	66,08	195,88	46,88	61,16	15,18	329,40	77,74	283,90	1076,22
25	321370003	CASTELLO DE FARFANYA	25	7/17	7	799,71	7,40	26,46	93,36	34,06	45,29	1,93	211,04	60,84	134,71	607,68
27	341310006	PONTS	27	7/17	9	394,78	7,49	10,59	73,52	7,60	10,59	1,94	152,89	18,74	44,83	320,71
28	341430063	IVORRA	28	12/17	11	904,18	7,17	30,36	107,62	40,70	27,58	1,92	315,98	32,77	118,82	675,75
29	341440026	MOLSOSA (LA)	29	7/11	3	1056,33	8,30	12,70	108,33	63,07	44,23	2,26	255,67	59,57	234,00	779,82
31	321270002	AGER	31	1/7	6	1232,50	7,56	1,10	220,67	60,24	8,32	1,85	179,20	9,63	645,33	1126,34
33	321420029	ALGERRI	33	7/13	9	771,00	7,70	2,67	71,06	10,07	11,94	1,12	121,55	40,83	63,19	322,43
34	321470030	TORRELAMEU	34	7/17	9	1043,10	7,03	33,88	175,10	25,49	42,29	2,25	299,56	52,26	236,70	867,53
36	331480037	TARREGA	36	1/4	5	2372,20	7,42	69,00	169,60	111,40	31,9,	5,62	408,60	63,90	759,00	1587,12
38	341510011	GRANYANELLA	38	1/5	12	2667,42	7,33	67,78	295,35	158,10	22,50	9,70	327,60	49,70	978,69	1909,42
39	341510047	GRANYANELLA	39	5/6	3	1924,67	7,13	57,17	142,67	142,00	37,67	1,90	359,00	46,10	638,00	1424,50
40	341520198	MONTORNES DE SEGARRA	40	5/17	15	1776,33	7,07	23,71	259,20	140,80	71,81	3,28	343,27	56,00	668,47	1566,53
41	341560082	MONTOLIU DE SEGARRA	41	5/17	19	1027,95	7,25	107,14	154,61	59,86	39,32	6,29	266,68	66,60	176,37	876,88
43	341520053	MONTOLIU DE SEGARRA	43	1/5	10	1823,00	7,04	36,25	347,43	116,57	43,94	2,47	264,57	51,00	1008,86	1871,09
44	341460016	CERVERA	44	1/5	2	2715,00	7,00	3,00	576,50	112,00	77,80	2,70	313,00	52,26	1707,50	2844,76
45	341520066	CERVERA	45	1/5	4	4442,50	7,08	0,00	452,00	251,00	46,50	5,30	262,00	357,50	2632,50	4006,80
46	341530003	RIBERA D´ONDARA	46	3/16	19	1914,95	7,17	52,27	275,53	131,89	59,19	4,67	254,89	65,92	920,84	1765,22
47	341530060	RIBERA D´ONDARA	47	10	1	1261,00	7,30	99,70	128,00	93,50	19,80	3,60		99,40	247,00	691,00
48	341530057	TALAVERA	48	1/2	3	1338,67	7,40	69,37	195,00	81,87	23,60	1,93	247,33	38,50	456,33	1113,93
51	331610062	CERVIA DE LES GARRIGUES	51	12/13	3	1718,00	7,30	23,38	227,33	110,10	44,47	11,25	363,40	97,67	560,67	1438,27
53	311630026	MASSALCOREIG	53	9/13	9	2116,78	6,89	12,60	227,11	52,64	20,83	10,79	318,78	239,46	543,11	1425,33
54	311630020	GRANJA D´ESCARP (LA)	54	3/17	9	910,33	7,09	8,54	134,33	24,02	45,60	4,89	229,00	54,16	211,22	711,76
55	311630027	MASSALCOREIG	55	9/17	36	1852,80	7,05	23,52	254,50	71,59	13,35	2,22	280,50	121,25	684,36	1451,30
56	311640026	AITONA	56			1674,00	7,22	28,71	239,92	41,51	107,00	12,05	282,72	84,21	577,69	1373,81
57	321550019	SOSES	57	2/9	8	2132,70	6,98	60,90	271,30	72,70	225,20	17,10	355,50	215,90	800,00	2018,60
58	321550037	SOSES	58	11/17	10	1219,54	7,50	16,45	121,00	31,28	118,29	5,84	180,90	124,90	313,40	912,06
59	321550036	TORRES DE SEGRE	59	9/17	9	1580,44	7,09	60,50	229,11	41,12	100,24	31,29	247,22	142,73	489,00	1341,22
60	321520001	LLEIDA	60	5 10/17	61	1182,00	7,10	68,64	184,02	27,86	55,94	11,33	348,85	62,65	220,46	979,75
61	321530002	LLEIDA	61			644,90	7,38	4,30	109,79	16,70	29,40	2,13	198,00	32,90	143,00	536,22
62	321440006	BALAGUER	62	7/17	26	731,10	7,21	30,47	123,29	15,87	21,18	5,43	267,30	27,00	93,10	583,64
63	341560001	MONTOLIU DE LLEIDA	63	2/9	5	*2542,80*	*7,13*	*12,68*	*611,00*	*110,50*	*52,45*	*2,50*	*239,50*	*52,10*	*1650,00*	*2730,73*
66	331330012	ARTESA DE SEGRE	66	1/8	7	802,86	7,24	26,13	139,86	30,10	10,67	1,71	218,00	21,89	178,60	626,95
68	331370065	ARTESA DE SEGRE	68			2256,00	7,13	21,00	583,00	65,13	54,13	18,80	190,18	51,20	158,30	1141,74
69	331340019	ARTESA DE SEGRE	69	7/9	3	405,33	8,07	7,37	70,67	9,47	13,47	1,63	145,33	30,73	46,90	325,57
71	341410053	OSSO DE SIO	71	2/5	4	2785,00	7,23	24,30	176,00	166,00	229,00	10,90	487,00	371,45	631,50	2096,15
72	341450058	PLANS DE SIO (ELS)	72	10/17	7	1915,71	7,33	84,97	152,86	117,00	137,43	1,94	322,71	206,71	403,29	1426,91
73	341460036	TORREFLOR	73	3/17	20	2300,15	7,38	115,43	237,35	141,55	140,00	32,13	373,80	166,80	779,10	1986,16
74	341420071	GUISSONA	74	6	1	981,00	7,50	79,00	105,00	52,00	29,00	2,00	257,00	45,00	150,00	719,00
75	341420030	GUISSONA	75	3/5	2	1439,00	7,25	114,00	127,00	73,80	70,80	2,50	232,00	83,50	353,00	1056,60
76	341420005	GUISSONA	76	3	1	748,00	7,60	44,60	97,50	44,60	22,50	1,00	287,00	25,20	124,00	646,40
77	341420069	GUISSONA	77	6	1	1119,00	7,40	35,00	123,00	66,00	39,00	3,00	209,00	42,00	486,00	1003,00
78	341420006	GUISSONA	78	7/10	2	859,00	7,30	38,45	78,00	58,30	37,70	2,20	274,50	58,15	120,50	667,80
79	341420070	GUISSONA	79	6	1	984,00	7,30	74,00	112,00	51,00	29,00	2,00	257,00	41,00	168,00	734,00
80	341420068	GUISSONA	80	6	1	967,00	7,40	23,00	71,00	56,00	44,00	3,00	239,00	37,00	278,00	751,00
81	341420122	GUISSONA	81	3/5	5	914,60	7,30	105,80	120,80	36,44	32,06	1,80	243,20	53,68	139,60	733,38
82	341420136	GUISSONA	82	7/10	4	1290,00	7,55	32,25	139,93	66,78	139,08	3,30	186,00	68,35	594,00	1229,68
83	341420004	GUISSONA	83	1/5	8	957,13	7,35	20,40	79,75	58,09	66,98	2,57	317,50	37,19	203,88	786,35
84	341430022	SANT GUIM DE LA PLANA	84	3/17	20	885,58	7,30	70,43	88,90	44,39	45,71	2,10	257,84	55,12	116,47	680,97
85	341470016	OLUGES (LES)	85	1/3	3	*1155,00*	*7,30*	*109,33*	*142,33*	*64,10*	*34,67*	*2,20*	*260,33*	*71,40*	*247,00*	*931,37*
86	341470017	OLUGES (LES)	86	7/16	16	1150,63	7,20	94,53	147,18	55,82	36,48	2,89	256,00	71,76	235,93	900,58
87	341470018	OLUGES (LES)	87	7/10	2	1129,50	7,25	82,50	160,00	73,25	44,30	2,50	253,00	84,90	310,00	1010,45
88	341470020	OLUGES (LES)	88	7/10	2	*1044,50*	*7,35*	*90,00*	149,50	60,60	34,10	1,75	247,00	72,05	213,00	868,00
89	341470068	OLUGES (LES)	89	7/10	2	1029,00	7,20	88,00	150,00	61,75	35,25	2,80	272,50	72,60	212,50	895,40
90	341470069	OLUGES (LES)	90	10	1	995,00	7,40	57,00	153,00	60,00	35,00	3,00	272,00	65,00	219,00	864,00
91	341470015	OLUGES (LES)	91	7/10	1	1056,50	7,05	86,50	155,50	63,50	38,65	2,25	263,50	74,80	252,00	936,70
92	341470001	SANT GUIM DE LA PLANA	92	2/11	9	1006,89	7,44	50,01	95,13	50,40	77,31	3,48	314,44	43,98	207,67	842,42
93	341470056	ESTARAS	93	2	3	910,33	8,10	*2,57*	*64,30*	*44,40*	*90,30*	*3,10*	*252,00*	*26,50*	*256,90*	*740,07*
94	341530042	SANT GUIM DE FREIXENET	94	9/17	10	907,78	7,64	35,49	74,09	57,88	55,96	4,54	130,78	86,67	249,33	694,73
95	341470006	ESTARAS	95	1/5	6	*861,33*	*7,08*	*1,37*	*121,00*	*47,90*	*20,37*	*4,04*	*375,50*	*20,87*	128,33	719,38
96	341540030	SANT GUIM DE FREIXENET	96	5/6	3	1094,00	7,27	60,97	87,13	85,77	43,20	3,00	363,00	60,00	203,33	906,40
97	341410066	PLANS DE SIO (ELS)	97	10/17	13	2567,15	7,45	243,77	208,00	155,69	167,54	33,35	267,77	237,23	737,15	2050,50
						1383,43	7,29	55,84	174,72	67,74	53,27	5,17	273,01	85,18	403,46	1114,36

El valor medio de la desviación de electroneutralidad de la tabla 3.5 es del 4%, cuando el aceptado por Sanchez San Román es del 10%[14].

En el capítulo séptimo, dedicado a las aguas subterráneas, se estudia el quimismo y la evolución de parámetros y iones a lo largo del periodo sobre el que se tienen datos. La razón del uso de los promedios anuales de la tabla 3.5, es para caracterizar la familia de las masas de aguas subterráneas. En el mismo capítulo séptimo también se realiza para cada punto de control.

a) Composición de la tabla 3.5

- ✓ Primera y cuarta columna; numeración utilizada en el estudio.
- ✓ Segunda columna; numeración de la CHEbro.
- ✓ Tercera columna: municipio donde se localiza el punto de control.
- ✓ Quinta columna; periodo del que se tienen resultados analíticos. Ejemplos de anotación: 3/16 = 2003 al 2016; 3/5 = 2003/2005; 3=2003, etc. En cada anualidad puede haber entre una y doce o más analíticas realizadas.
- ✓ Sexta columna; nº de analíticas de las que se disponen durante el periodo considerado. Cada analítica puede contener decenas de parámetros analizados y en algún caso centenares de ellos.
- ✓ Séptima a dieciseisava columna; parámetros considerados para conocer la familia hidroquímica del agua en cada punto de control. Posteriormente para el desarrollo del capítulo octavo se consideran todos los que recogen las analíticas, como los productos fitosanitarios, metales pesados y los contenidos de las columnas auxiliares.
- ✓ Última columna ∑8; recoge la suma del contenido de los siete iones principales más los nitratos expresados en mg/l.

Se ha procedido con las aguas subterráneas de forma semejante a las superficiales. Para cada punto de control de los que aparecen en la tabla 3/6, y en el capítulo octavo se mostrará el proceso seguido, para la obtención de los diagramas de Piper, Stiff y Wilcox.

b) Localización de los puntos de control de las aguas subterráneas**.** Se identifican los puntos de control de las aguas subterráneas, con un círculo de color verde y junto a él, sobre fondo blanco, su número de identificación.

El proceso seguido para conocer la tipología de las aguas en cada punto de control, es semejante al utilizado en las aguas superficiales; en cada punto de control obtener las series históricas de cada ion principal.

[14] Hidrología superficial y subterránea Sanchez San Román, FJ (2017). La condición de neutralidad consiste en que la suma de cationes y de aniones (expresada en meq/l,) debe ser igual. En el caso de la tabla 3.5 es de -4% del contenido de aniones (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, nitratos) que el de cationes (calcio, magnesio, sodio, potasio), balance correcto, teniendo en cuenta que no incluimos ni fosfatos, nitritos, hidróxidos, ni otros aniones minoritarios.

5.5. Proceso de clasificación de las aguas subterráneas en cada PC [15]

Tabla 4.5. Prototipo de tabla con las series históricas de cada ion principal para obtener diagramas Piper. (Elaboración propia).

	9	**Golmés**						mg/l								
n	nom	Libellé	Date	Grup	**CE**	**pH**	**NO3**	**Ca**	**Mg**	**Na**	**k**	**CO3H**	**Cl**	**SO4**		**Suma 7**
1	2009	analiticas	sep-09	**1**	852	7,0	70,4	145,0	39,7	26,6	3,4	311,0	35,8	147,0		708,50
2	2010		sep-10		*742*	*7,0*	68,3	145,0	40,0	27,3	2,8	300,0	47,0	163,0		725,10
3	2011		ago-11		*957*	*6,9*	59,5	*95,0*	*44,0*	*31,6*	*3,4*	*293,0*	*56,5*	*184,0*		707,50
4	2012		jun-12		*856*	*7,2*	*52,9*	*120,0*	*38,8*	*30,0*	*3,3*	*248,0*	*51,4*	*202,0*		693,45
5	2013		jun-13		1020	7,2	55,5	138,0	35,7	30,9	3,0	285,0	39,9	184,0		716,53
6	2014		jun-14		957	7,2	56,2	135,0	32,5	28,8	2,7	276,0	34,8	150,0		659,80
7	2015		jun-15		1003	7,2	63,9	138,0	37,2	25,7	2,6	290,0	43,1	145,0		681,60
8	2016		jun-16		1154	7,3	51,4	156,0	38,5	35,4	2,9	262,0	71,3	204,0		770,05
9	2009 2016	**md**		**2**	942,63	7,1	59,8	134,0	38,3	29,5	3,0	283,1	47,5	172,4	767,6	**707,82**
		Desv .T			125,75	0,14	7,08	18,81	3,36	3,15	0,32	20,50	12,18	24,29		**32,62**
		C.V			0,13	0,02	0,12	0,14	0,09	0,11	0,10	0,07	0,26	0,14		**0,05**
		C.Correlación			**0,3227**											

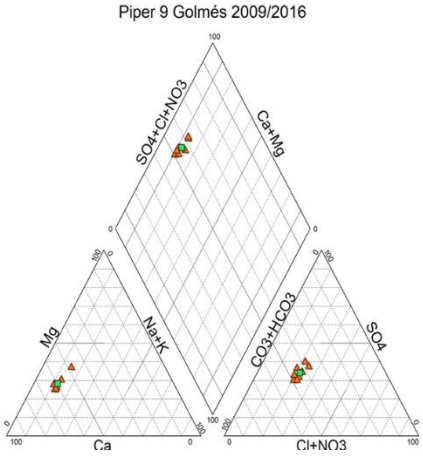


Imagen 18.5. Diagrama de Piper correspondiente a los datos de la tabla 4.6. (Fuente: elaboración propia)

Para conocer la naturaleza de las aguas en cada uno de los puntos de control que aparecen en la tabla 3.5, ha sido necesario la formación de una tabla semejante a la 4.5. Posteriormente y con el programa LHA, obtenemos la edición de los correspondientes diagramas de Piper, y que con una interpretación simplificada se elaborado los mapas, editados en una escala 1:175.000, que aparecen en las imágenes 19.5 a 22/5 con las familias de aguas correspondiente a cada uno de los PC.

En estos mapas se recoge de forma sintética la naturaleza de las aguas superficiales (de acuerdo con la clasificación explicada en el mapa 11), y de las aguas subterráneas. Indicadas con un S en el caso de que sean sulfatadas, con una B si son bicarbonatadas, y cuando se da la circunstancia de aguas mixtas, donde las aguas se encuentran en la divisoria de naturalezas, se pueden representar por dos letras, que según el orden indica que ion es el predominante;

[15] Archivo de fichas de control Superficiales y Subterráneas 3/6/20 SDXD. Carpeta: Todo diagramas 7/6/20 SDXD.

ion bicarbonato mayor que el sulfato; B/S, y si predomina el ion sulfato aparecerá como S/B. Hemos trazado líneas que agrupan los puntos de control donde se encuentran aguas de la misma tipología. La aproximación a las líneas perimetrales las hemos llamado Isolíneas. Destacar que todos los puntos de control establecidos por la CHEbro, están situados sobre las tres grandes masas de aguas subterráneas: Aluvial de Segre, Aluvial de Urgell y Calizas de Tàrrega.

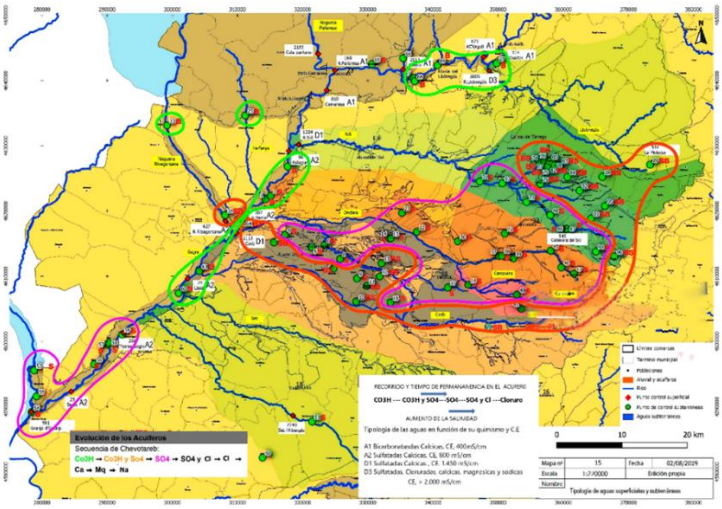


Imagen 19.5. Puntos de control con tipología de las aguas. Secuencia de Chevotareb. (Fuente: elaboración propia).

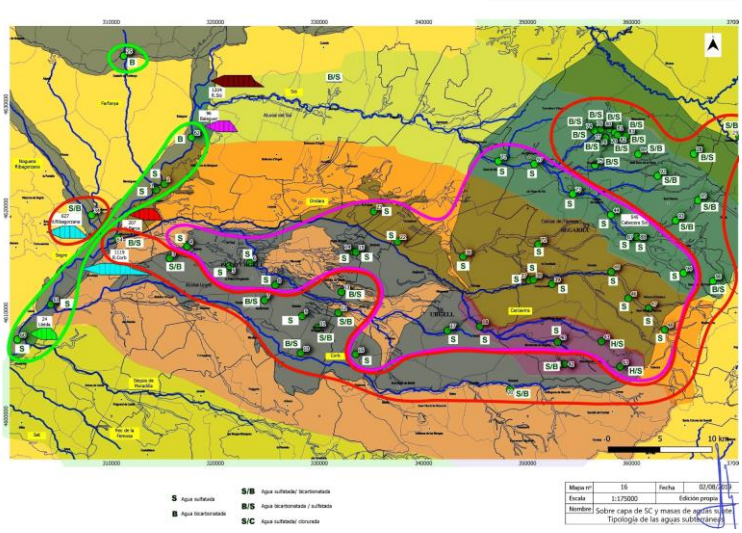


Imagen 20.5. Mapa 16. Sobre la capa de subcuencas, tipologías de subterráneas e Isozonas. (Fuente: elaboración propia).

El trazado de las isolíneas solo indica la agrupación de las que tienen un quimismo semejante, no se deben interpretar como áreas de circulación, aunque en algún caso, casualmente, pueda coincidir en el sentido del desplazamiento de las aguas subterráneas, tal como veremos en el capítulo séptimo

La mayor parte de los acuíferos se tienden a mantener, en el inicio de la zona saturada, ligeramente paralelos a la línea de superficie del terreno. Esto hace suponer que, en el caso de las calizas de Tàrrega, que ocupan desde las zonas altas de la divisoria de aguas de las cuencas Internas y las del Segre-Ebro, entre los 700 y 800 msnm y desciende progresivamente cruzando las tierras de la Segarra de este a oeste para continuar por el Urgell en la misma dirección de la Segarra. Ello nos induce a suponer que las aguas subterráneas pueden seguir la misma tendencia que los cursos de los ríos. En este sentido se podría suponer un movimiento hacia los ejes de los ríos Sió, Ondara, Cercavins y Corb.

Se ha trazado en una escala 1:270.000, mayor que la del mapa para lograr la inclusión en el mismo de la totalidad del curso del Medio y Bajo Segre.

Sobre la razón del quimismo de las aguas. Desde que el agua de lluvia alcanza la superficie freática más cercana hasta que surja nuevamente a la superficie de la tierra pueden trascurrir unos días o miles de años y su recorrido puede ser de unos metros o de kilómetros. La evolución química del agua dependerá de los minerales con los que ha estado en contacto y de la duración de ese contacto, que a su vez depende de la velocidad del flujo subterráneo. De forma general, a mayor tiempo de permanencia en el terreno, mayor será su salinidad. Normalmente las que permanecen menor tiempo en el subsuelo son generalmente bicarbonatadas, después predomina los sulfatos y las más salinas son cloruradas. Esta evolución se denomina *secuencia de Chevotareb*.[16]

También se da esta secuencia con los iones catiónicos, de forma que la prevalencia es el calcio, después el magnesio y finalmente el sodio.

Estas secuencias, de forma resumida se incluye en el mapa 15, en la imagen 19.5. Donde también se pueden observar, en las imágenes la identificación de la tipología de las aguas en cada uno de los puntos de control sobre las capas geológica y permeable (imágenes 19.5 y 20.5)

Sobre la capa permeable, el ICG de Cataluña en colaboración con el ACA[17] ha desarrollado un modelo visual que permite el estudio de algunas zonas de Cataluña y analizar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas de ser contaminadas por agentes exteriores, fundamentado principalmente, en la permeabilidad del terreno.

[16] Secuencia de Chevotareb, según Sanchez San Román, F.J

[17] Agencia Catalana del Agua, asume todas las competencias sobre el agua en Cataluña y principalmente en las denominadas Cuencas internas de Cataluña, La cuenca del Segre se incluye dentro de las competencias de la CHEbro, donde también participa como el resto de las organizaciones consumidoras de las aguas, el ACA.

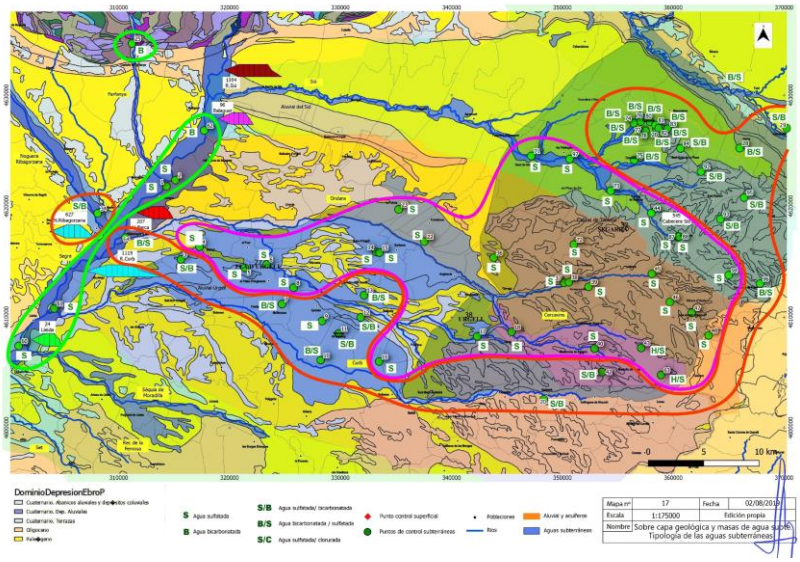


Imagen 21.5. Mapa 17. Sobre la capa geológica, puntos de control y tipología de las aguas sobre isozonas. (Fuente: Elaboración propia).

El predominio de las aguas bicarbonatadas (B) o ligeramente bicarbonatadas (B/S) con preferencia se localizan en la zona alta de las calizas de Tàrrega, donde está la zona de recarga de este acuífero y donde la potencia de los bancos de caliza es mayor. Conforme las aguas se adentran en los terrenos en los que predominan los residuos yesíferos, aumenta el nivel de los sulfatos y el quimismo de las aguas tiende a ser sulfatado.

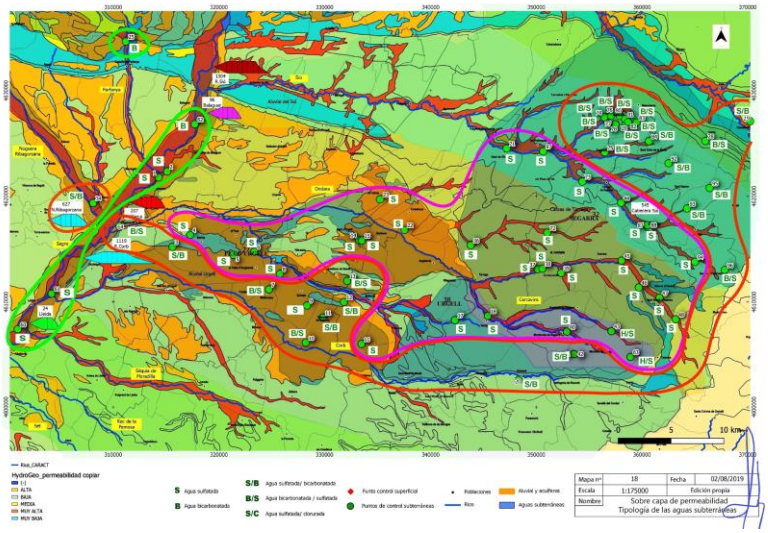


Imagen 22.5. Mapa 18. Sobre la capa permeable, puntos de control, tipología de las aguas sobre. Isozonas. Relación con las condiciones de vulnerabilidad ante la contaminación. (Fuente: Elaboración propia).

Los últimos cuatro mapas, editados con la totalidad de los puntos de control de las aguas subterráneas, se ha trazado en una escala de 1:270.000. La capa básica es la de las aguas subterráneas coloreadas con diferentes tonos para poder distinguir las subcuencas en las que encuentran.

Es importante destacar, en este mapa de permeabilidades, que las zonas marcadas como muy permeables, según la escala de colores a la izquierda, coincide con las aluviales de los ríos, Bajo Segre, Llobregos, Sió y Ondara. En cambio, no en el río Corb, que surca un valle estrecho en su inicio, a la altura de Rauric en la zona montañosa cerca de Sierra del Tallát, y que en buena parte coincide la línea de partición de aguas entre las grandes cuencas [18]. Se abre paso por las tierras boscosas pobladas de roble valenciano, que, hasta llegar a la entrada en el sur del Urgell, no comienzan a verse cultivos de viña a la altura de la localidad de Ciutadilla, a pocos Km de la entrada en el Aluvial de Urgell. Todo el Aluvial de Urgell, y amplias zonas del norte y sur de los regadíos de los Canales de Urgell, aluvial de la Cèquia de Moradilla, zonas identificadas de permeabilidad alta.

5.6. Los puntos de control de referencia (PCR)

Bajo este nombre se han agrupado aquellos puntos de control de aguas subterráneas de los que disponemos resultados analíticos en periodos iguales o semejantes, con objeto de así poder efectuar comparaciones de largos de varios años de control garantizar que su valor es representativo de la totalidad de los puntos de control.

Tabla 5.5. Relación de los Puntos de control de referencia (PCR) con sus coordenadas. (Fuente: Elaboración propia a partir de la Bd/Acuif).

ID	UTMX	UTMY	Número	Municipio	Periodo	Analit	CE	pH	NO_3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO_4	Pz
									mg/l								
	RD140/2003 modificado por RD 902/2018						2500	6,5/9,5	50	250	290	200	1	350	250	250	mt
1	813354	4626232	321480034	TERMENS	3/16	13	852	7,2	28	129	18	52	2	294	43	134	2,7
3	815124	4619751	321480012	BELLVIS	12/17	11	1344	7,3	157	138	64	71	2	375	73	156	1,7
5	820928	4619401	331510045	BELLVIS	5/16	18	1141	7,3	235	121	61	49	3	236	40	165	1,6
7	824513	4616370	331510057	MOLLERUSSA	2/17	20	778	7,3	43	110	25	33	4	257	54	105	3,6
8	825455	4617917	331520116	VILA-SANA	7/16	25	1059	7,1	66	154	49	44	6	327	52	230	2,7
9	828231	4615105	331520141	GOLMES	9/16	8	943	7,1	60	134	38	30	3	283	47	172	
10	828356	4611548	331520036	VILANOVA DE BELLPUIG	10/17	14	740	7,2	41	107	23	19	1	255	25	91	4,0
13	831857	4617691	331530009	CASTELLNOU DE SEANA	9/16	8	648	7,4	50	157	32	16	1	229	26	71	5,6
17	842263	4614690	331540024	VERDU	10/17	13	3015	7,0	253	288	179	196	1	374	261	939	2,2
18	845347	4615307	331540015	VERDU	7/16	9	1730	7,2	25	236	127	76	2	334	112	627	
22	836907	4622888	331470064	ANGLESOLA	10/17	13	1241	7,2	47	163	46	60	4	291	73	307	1,0
25	809356	4638861	321370003	CASTELLO DE FARFANYA	7/17	7	800	7,4	26	93	34	45	2	211	61	135	12,7
27	847335	4649543	341310006	PONTS	7/17	9	395	7,5	11	74	8	11	2	153	19	45	3,4
28	864747	4633294	341430063	IVORRA	12/17	11	904	7,2	30	108	41	28	2	316	33	119	
34	807333	4623386	321470030	TORRELAMEU	7/17	9	1043	7,0	34	175	25	42	2	300	52	237	2,3
40	852921	4614340	341520198	MONTORNES DE SEGARRA	5/17	15	1776	7,1	24	259	141	72	3	343	56	668	2,41
41	853725	4612231	341560082	MONTOLIU DE SEGARRA	5/17	19	1028	7,3	107	155	60	39	6	267	67	176	3,88
46	859429	4618996	341530003	RIBERA D´ONDARA	3/16	19	1915	7,2	52	276	132	59	5	255	66	921	32,8
54	779771	4591157	311630020	GRANJA D´ESCARP (LA)	3/17	9	910	7,1	9	134	24	46	5	229	54	211	3,8
55	780385	4593635	311630027	MASSALCOREIG	9/17	36	1853	7,1	24	255	72	113	2	281	121	684	0,9
56	788884	4599187	311640026	AITONA	10/17	13	1674	7,2	29	240	42	107	12	283	84	578	2,5
58	790829	4602587	321550037	SOSES	11/17	10	1220	7,5	16	121	31	118	6	181	125	313	1,1
59	792839	4604008	321550036	TORRES DE SEGRE	9/17	9	1580	7,1	61	229	41	100	31	247	143	489	3,2
60	801047	4610954	321520001	LLEIDA	5 10/17	61	1182	7,1	69	184	28	56	11	349	63	220	3,0
62	816417	4631508	321440006	BALAGUER	7/17	26	731	7,2	30	123	16	21	5	267	27	93	3,8
72	850408	4623566	341450058	PLANS DE SIO (ELS)	10/17	7	1916	7,3	85	153	117	137	2	323	207	403	1,9
73	853390	4628633	341460036	TORREFLOR	3/17	20	2300	7,4	115	237	142	140	32	374	167	779	6,1
78	856127	4634354	341420006	GUISSONA	7/10	2	859	7,3	38	78	58	38	2	275	58	121	
84	859413	4632892	341430022	SANT GUIM DE LA PLANA	3/17	20	886	7,3	70	89	44	46	2	258	55	116	12,5
86	859776	4624941	341470017	OLUGES (LES)	7/16	16	1151	7,2	95	147	56	36	3	256	72	236	5,1
92	861416	4630937	341470001	SANT GUIM DE LA PLANA	2/11	9	1007	7,4	50	95	50	77	3	314	44	208	
94	864565	4621790	341530042	SANT GUIM DE FREIXENET	9/17	10	908	7,6	35	74	58	56	5	131	87	249	5,8
97	849491	4631240	341410066	PLANS DE SIO (ELS)	10/17	13	2567	7,5	244	208	156	168	33	268	237	737	5,7

Se han encontrado 33 puntos de control que cumplen esta exigencia están representados en la tabla 5.5 y proceden de la tabla general 3.5 de la que se han extraído. Hay una tercera fila, con los valores establecidos por la legislación,

[18] Línea de partición entre las Cuencas internas y las de Segre-Ebro.

sobre los contenidos máximos permitidos de los iones principales para las aguas de consumo humano. En los mapas hidroquímicos están representados con un círculo de color rojo.

Respecto a los puntos de control de aguas superficiales, se consideran todos de referencia, por lo que aparecen en todos los mapas relativos a PCR identificados con rombos de color rojo y su etiqueta indicando nº de identificación y nombre.

Los mapas hidroquímicos de las aguas subterráneas se editan para cada ion principal y del resto de parámetros, en una escala de 1:270.000, sobre las capas de subcuencas y las masas de aguas subterráneas.

a) Piezometría en los PCR

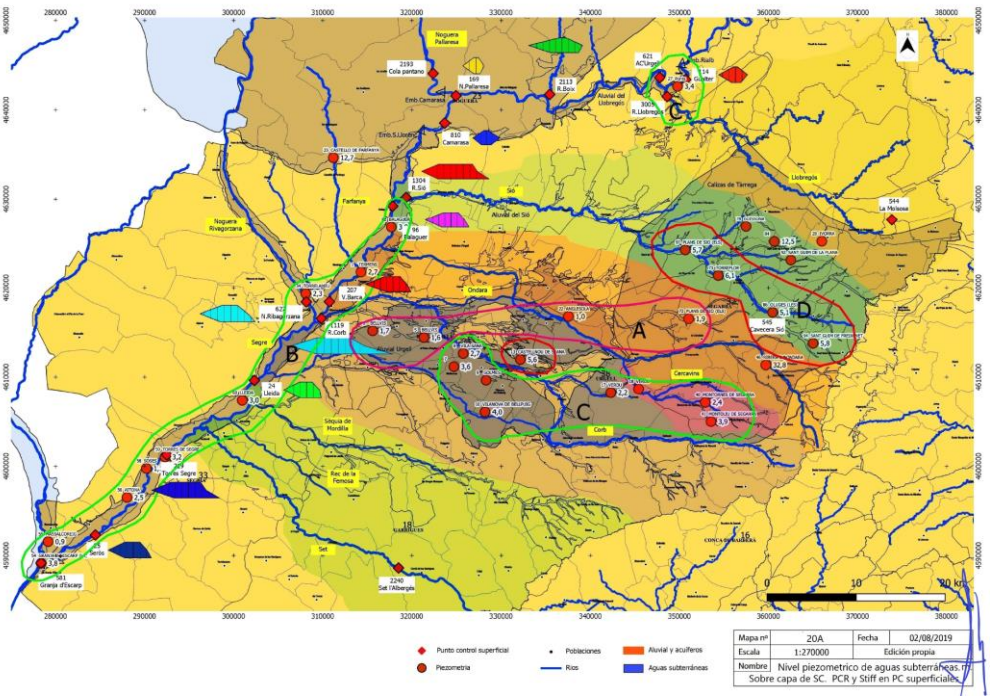


Imagen 23.5**.** Mapa 20A, Hidrología superficial y subterránea sobre la capa de las subcuencas, nivel medio piezométrico en los PCR. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 6.5. Profundidades de las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Profundidad capa saturada media (m)
Aluvial del Bajo Segre Norte	2,3 a 3,8
Aluvial del Bajo Segre Sur	1,9 a 3,8
Aluvial de Urgell	1 a 5
Calizas de Tàrrega Norte	5 a 12
Calizas de Tàrrega Sur	1,9 a 32

En el mapa se han marcado de forma general las isolíneas perimetrales que engloban los PCR con similar piezometría. En la zona A el valor es inferior a 2 m. En la zona B, sobre el Aluvial del Segre, es inferior a 3,8 m. En la zona C inferiores a 3,6 m., y en la zona D es inferior a 6,2 m.

Muy interesante el observar que a pesar de que la zona de partición de aguas se sitúa entre los 700 y los 800[19] msnm y las alturas del Urgell están entre los 350 y 300 msnm[20], la profundidad de la masa de agua en Calizas de Tàrrega, se mantiene a una profundidad relativamente cercana entre todas ellas.

b) Conductividad eléctrica en los PCR

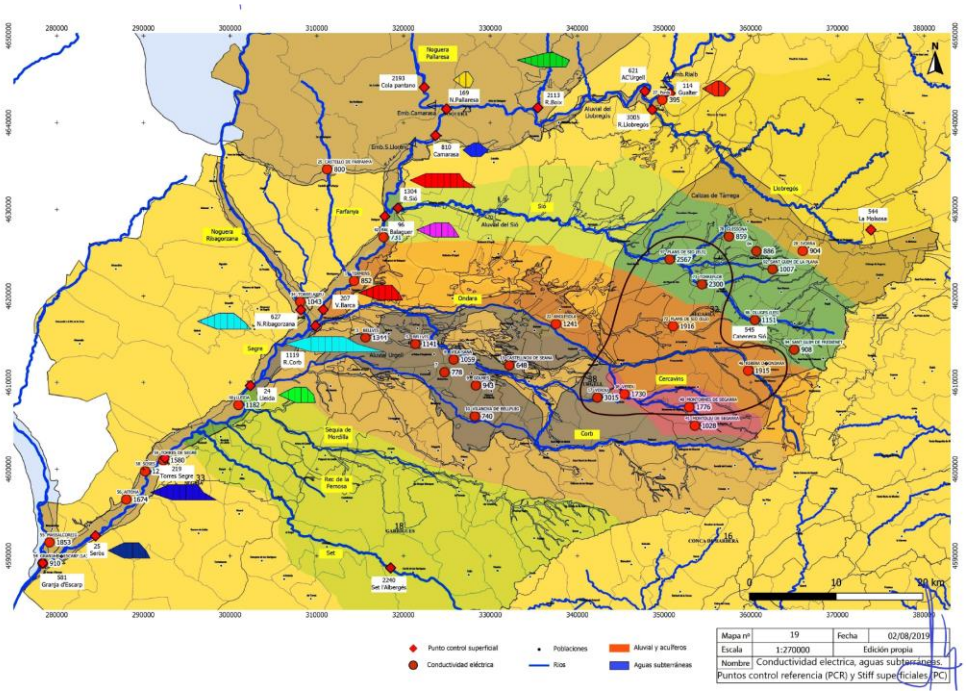


Imagen 24.5. Mapa 19. Conductividad eléctrica media en los PCR sobre las capas de las subcuencas y las masas de aguas subterráneas. (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 7.5. Profundidades de las aguas subterráneas en los PCR. (Fuente: elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Profundidad capa saturada media (m)
Aluvial del Bajo Segre Norte	700 / 1.000
Aluvial del Bajo Segre Sur	1.100 / 1.800
Aluvial de Urgell	650 / 1.300
Calizas de Tàrrega Norte	850 / 2.600
Calizas de Tàrrega Sur	1.000 / 3.000

El valor de la conductividad eléctrica promedio PCR, lo hemos representado en el mapa nº 19, Se observa que los puntos de control con mayor conductividad se encuentran en los puntos de control situados en las Calizas de Tàrrega, donde predominan los valores superiores a los 1500 µS/cm. Ello nos indica donde se hallan las aguas subterráneas con mayor contenido de sales en disolución.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; <2.500µ/cm

[19] Altitudes en msnm. S. Guim de Freixenet 738, Talavera 791, Rauric 766. Montoliu de la Segarra 689. Ribera de Ondara 581msnm.
[20] Tàrrega 373 msnm, Agramunt 337 msnm.

c) pH en los PCR

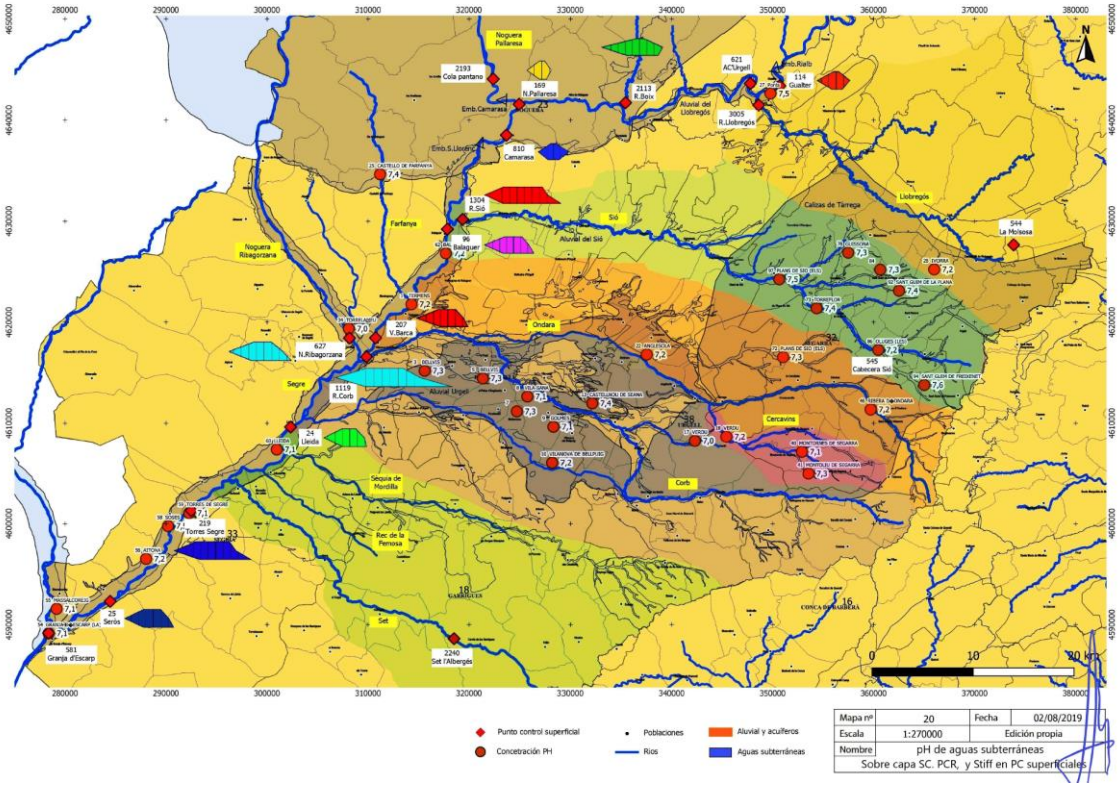


Imagen 25.5. Mapa 20. PCR subterráneas y valores medios de pH en las masas de agua. (Elaboración propia).

Tabla 8.5. Valores del pH en las aguas subterráneas de los PCR. (Fuente: elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Valor del pH
Aluvial del Bajo Segre Norte	7 / 7,2
Aluvial del Bajo Segre Sur	7,1 / 7,2
Aluvial de Urgell	7,1 / 7,4
Calizas de Tàrrega Norte	7,2 / 7,6
Calizas de Tàrrega Sur	7 / 7,3

Trazado en una escala de 1:270.000. Indica el valor del pH medio durante el tiempo considerado, y en todos los casos se encuentra en la franja de 7,0 y 7,5. El R.D. 140/2003, para el consumo humano; 6,5 a 9.

d) Anión nitrato valores en los PCR

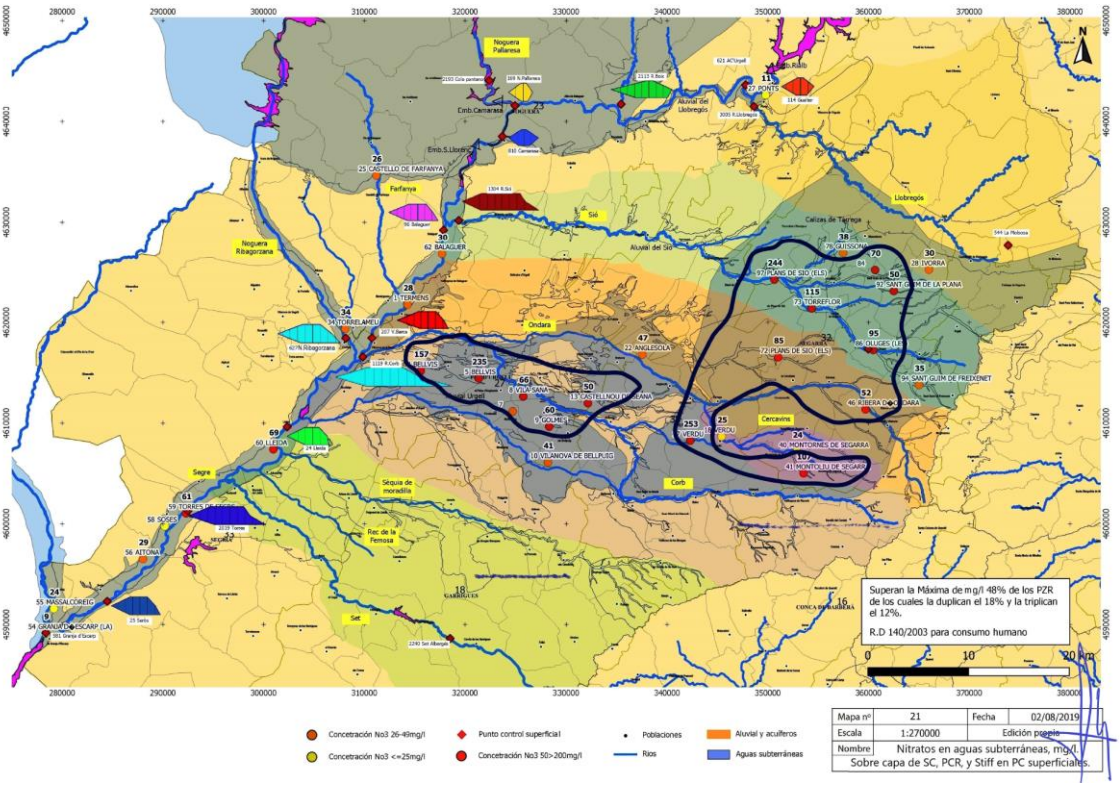


Imagen 26.5. Mapa 21. PCR y valores medios anuales de los nitratos. Sobre las capas de las subcuencas y las masas de agua. (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 9/5. Cantidades de nitratos en las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	28 / 34
Aluvial del Bajo Segre Sur	24 / 69
Aluvial de Urgell	40 / 230
Calizas de Tàrrega Norte	30 / 70
Calizas de Tàrrega Sur	25 / 253

Continuamos analizando la capa de subcuencas. En la imagen 26/5 se muestra el valor de los nitratos en cada PCR expresados en mg/l. Se observa mayores concentraciones en el centro de las Calizas de Tàrrega y en el Aluvial de Urgell de tal forma, que, en los PCR, superan el máximo legal de nitratos en el 48% de ellos, lo duplican en el 18% y lo triplican en el 12%, según el R.D. 140/2003.

R.D. 140/2003, para el consumo humano 50 mg/l.

e) Anión sulfato en los PCR

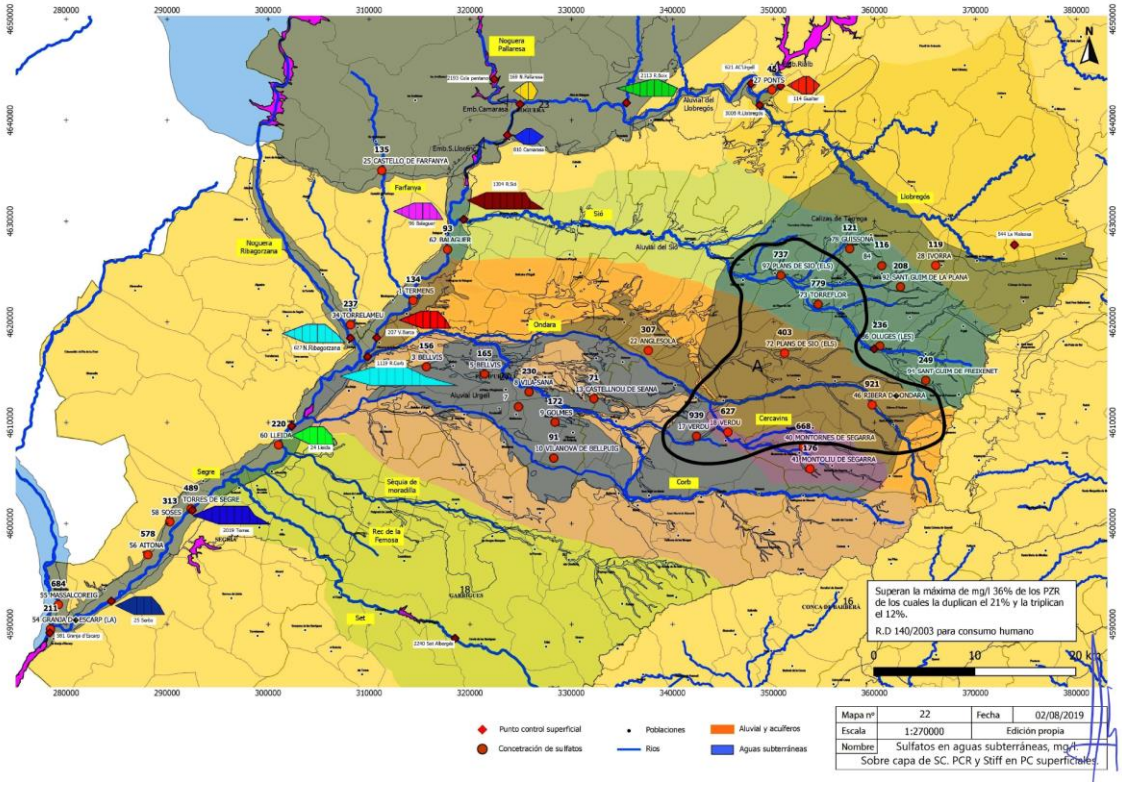


Imagen 27.5. Mapa 22. PCR subterráneas y valores promedios anuales de los sulfatos. Sobre la base de las cuencas y las masas de agua. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 10.5. Cantidades de sulfatos en las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	90 / 240
Aluvial del Bajo Segre Sur	240 / 680
Aluvial de Urgell	70 / 300
Calizas de Tàrrega Norte	120 / 770
Calizas de Tàrrega Sur	170 / 900

En la imagen 27.5. sobre la capa de subcuencas y de las aguas subterráneas, el valor de los sulfatos en cada PCR, expresados en mg/l. La mayor concentración se localiza en la parte central de las calizas de Tàrrega, de tal forma que en el 36% de los puntos sobrepasan las exigencias de la ley, de los cuales 21% la duplican y el 12% la triplican.

Según el R.D. 140/2003, para el consumo humano; 250 mg/l.

f) Anión cloruro en los PCR

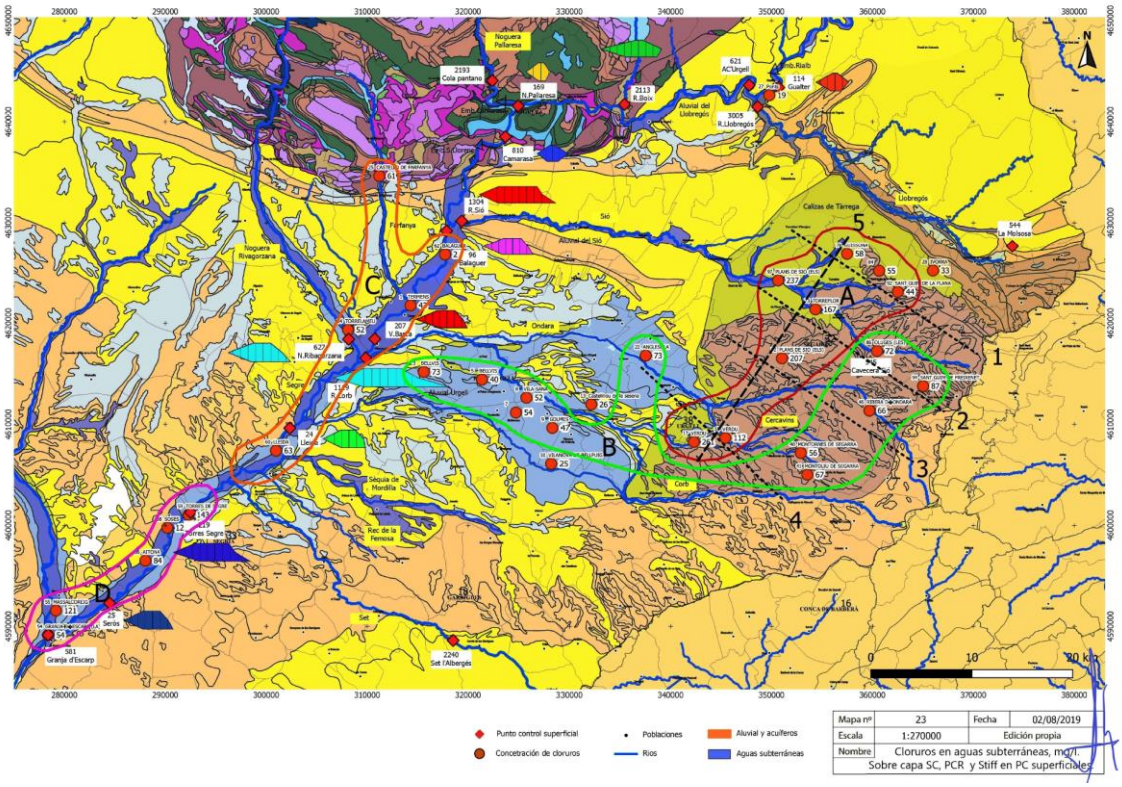


Imagen 28.5. Mapa 23. PCR subterráneas y valores promedios anuales de los cloruros. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 11.6. Cantidades de cloruros en las aguas subterráneas en los PCR. (Fuente: elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	27 / 52
Aluvial del Bajo Segre Sur	54 / 143
Aluvial de Urgell	25 / 73
Calizas de Tàrrega Norte	30 / 237
Calizas de Tàrrega Sur	66 / 267

Se indica para los puntos de control de referencia el contenido de cloruros expresado mg/l. Superan la máxima concentración el 6% de los pozos, según el R.D. 140/2003. Sobre el mapa se han trazado dos zonas que agrupan los pozos con contenidos semejantes y se han trazado cinco líneas de puntos indicando la supuesta variabilidad de los cloruros en las aguas subterráneas.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; 250 mg/l.

g) Anión bicarbonato en los PCR

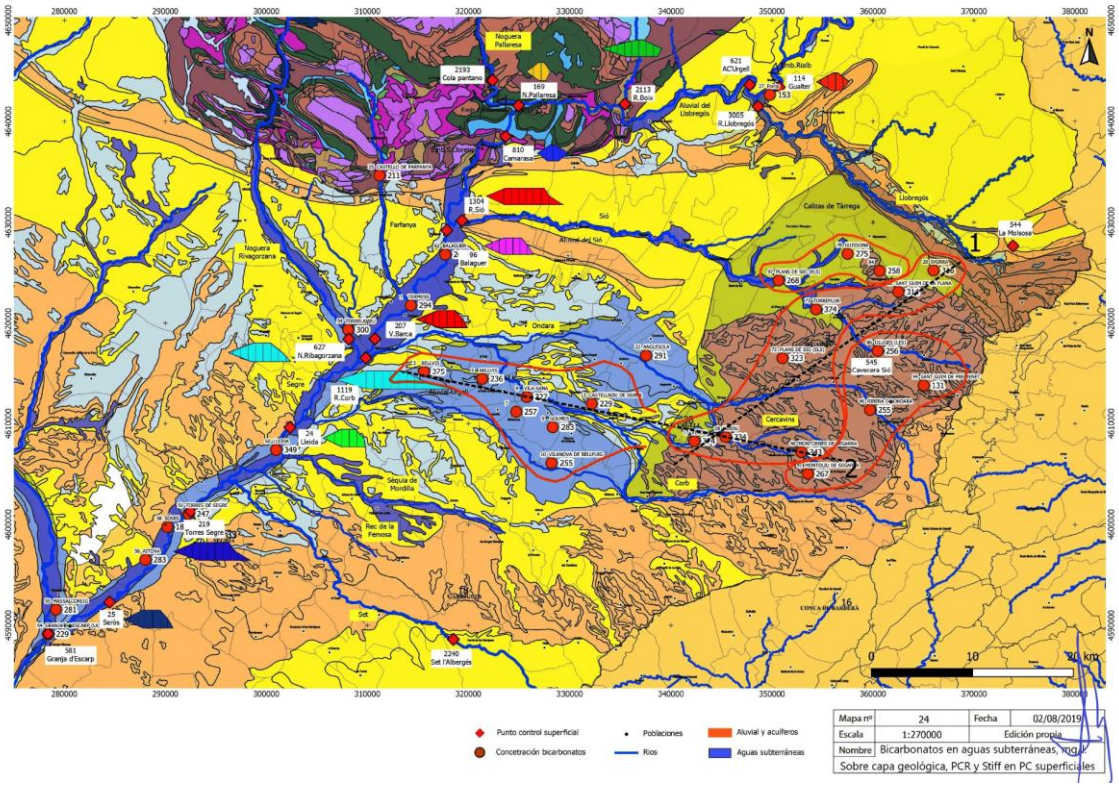


Imagen 29.5. PCR subterráneas y valores medios de bicarbonatos. Sobre la base geológica y las masas de agua. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 12.6. Cantidades de bicarbonatos en las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	290 / 300
Aluvial del Bajo Segre Sur	229 / 349
Aluvial de Urgell	224 / 375
Calizas de Tàrrega Norte	131 / 374
Calizas de Tàrrega Sur	234 / 374

Sobre la capa geológica, se indica el valor de los bicarbonatos en los PCR. En este mapa se han trazado la línea 1 y la línea 2, queriendo indicar de manera sencilla el movimiento de las aguas dentro de la zona donde se localizan los pozos de referencia. El movimiento del acuífero libre, tiene como ejes de drenaje las cuencas originales de los ríos Corb y Ondara que casualmente coinciden con las rectas puntuadas 1 y 2 situadas sobre el mapa.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; 350 mg/l.

h) Catión calcio en los PCR

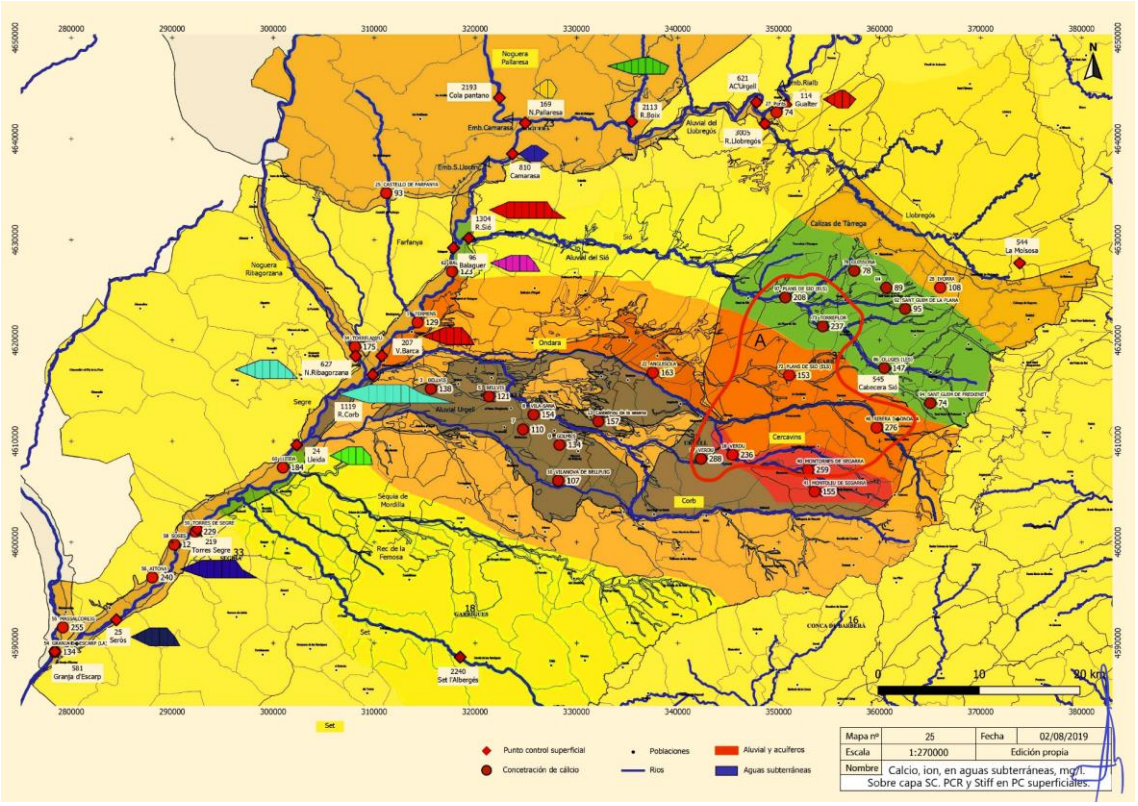


Imagen 30.5. PCR subterráneas y valores medios de calcio. Sobre las cuencas y las masas de agua. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 13.6. Cantidades de calcio en las aguas subterráneas en los PCR. (Fuente:elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	123 / 175
Aluvial del Bajo Segre Sur	134 / 240
Aluvial de Urgell	107 / 163
Calizas de Tàrrega Norte	74 / 237
Calizas de Tàrrega Sur	155 / 288

Trazado en una escala de 1:270.000. Se indica la cantidad de calcio expresada en mg/l que se encuentra en los PCR. Como en los anteriores valores comentados, en el centro de las Calizas de Tàrrega se detecta el mayor contenido de calcio.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; 250 mg/l.

i) Catión magnesio en los PCR

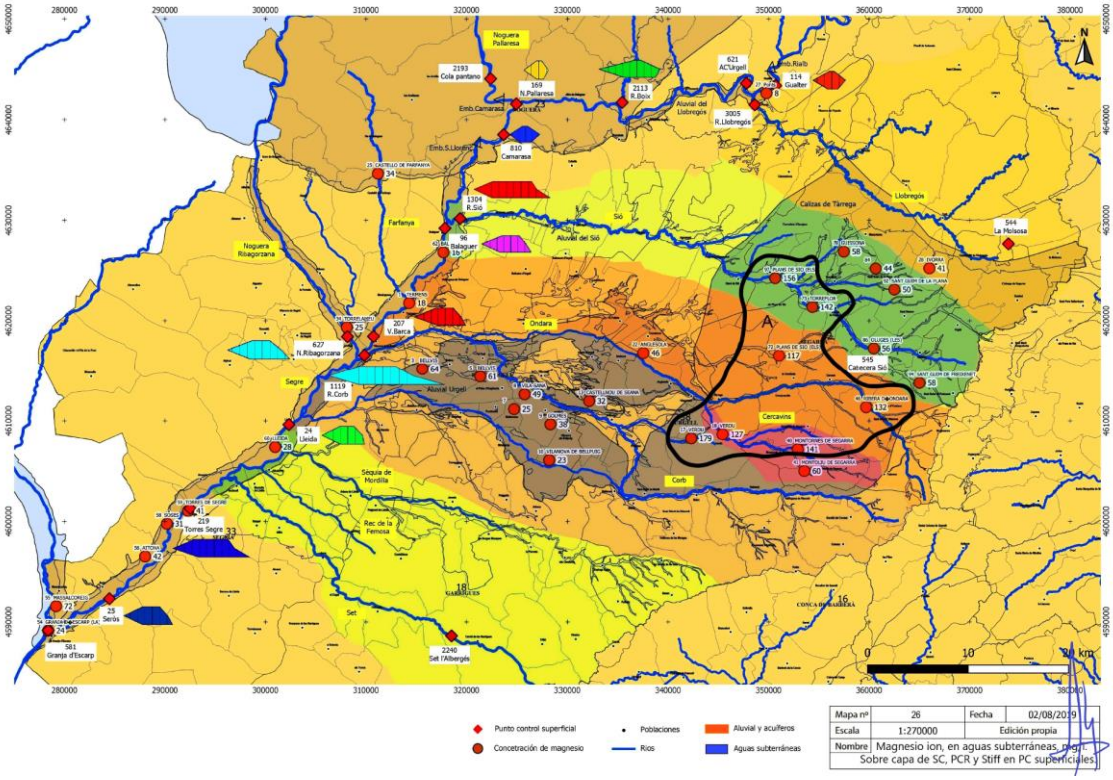


Imagen 31.5. PCR subterráneas y valores medios de magnesio. Sobre las cuencas y las masas de agua. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 14.5 Cantidades de magnesio en las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	16 / 25
Aluvial del Bajo Segre Sur	24 / 42
Aluvial de Urgell	23 / 64
Calizas de Tàrrega Norte	41 / 156
Calizas de Tàrrega Sur	60 / 179

En una escala de 1:270.000. Sobre una capa de aguas subterráneas y subcuencas en los PCR se encuentra un nivel de magnesio que no sobrepasa el nivel permisible legislativamente. Pero se constata que la mayor concentración de magnesio está en el centro de las Calizas de Tàrrega.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; 250 mg/l.

j) Catión potasio en los PCR

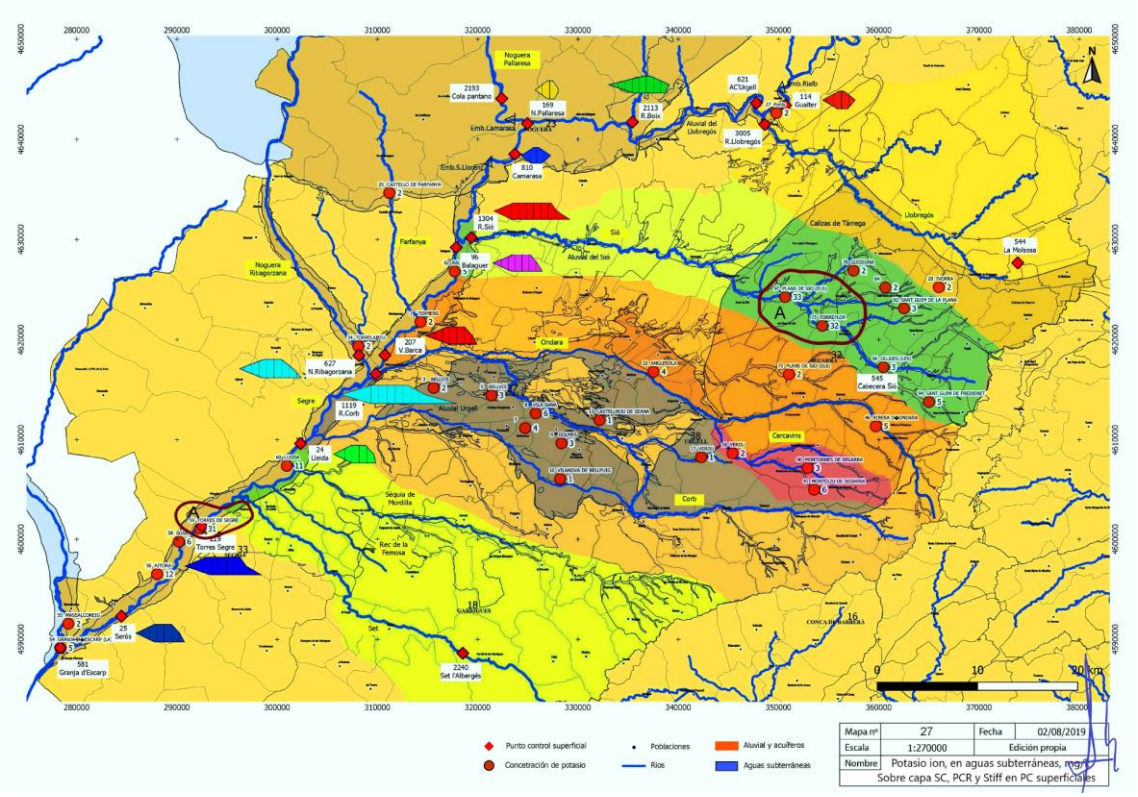


Imagen 32.5. PCR subterráneas y valores medios de potasio. Sobre base de las cuencas y las masas de agua. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 15.5. Cantidades de potasio en las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	2 / 5
Aluvial del Bajo Segre Sur	5 / 31
Aluvial de Urgell	1 / 6
Calizas de Tàrrega Norte	2 / 33
Calizas de Tàrrega Sur	1 / 6

Escala de 1:270.000. Sobre una capa de aguas subterráneas y subcuencas, en ningún punto de control se sobrepasa el valor designado al potasio en el RD 140/2003, aunque la concentración máxima se localiza al sur de Guissona, en la subcuenca del Sió, al final de su trayecto en las Calizas de Tàrrega.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; 1 mg/l.

k) Catión sodio en los PCR

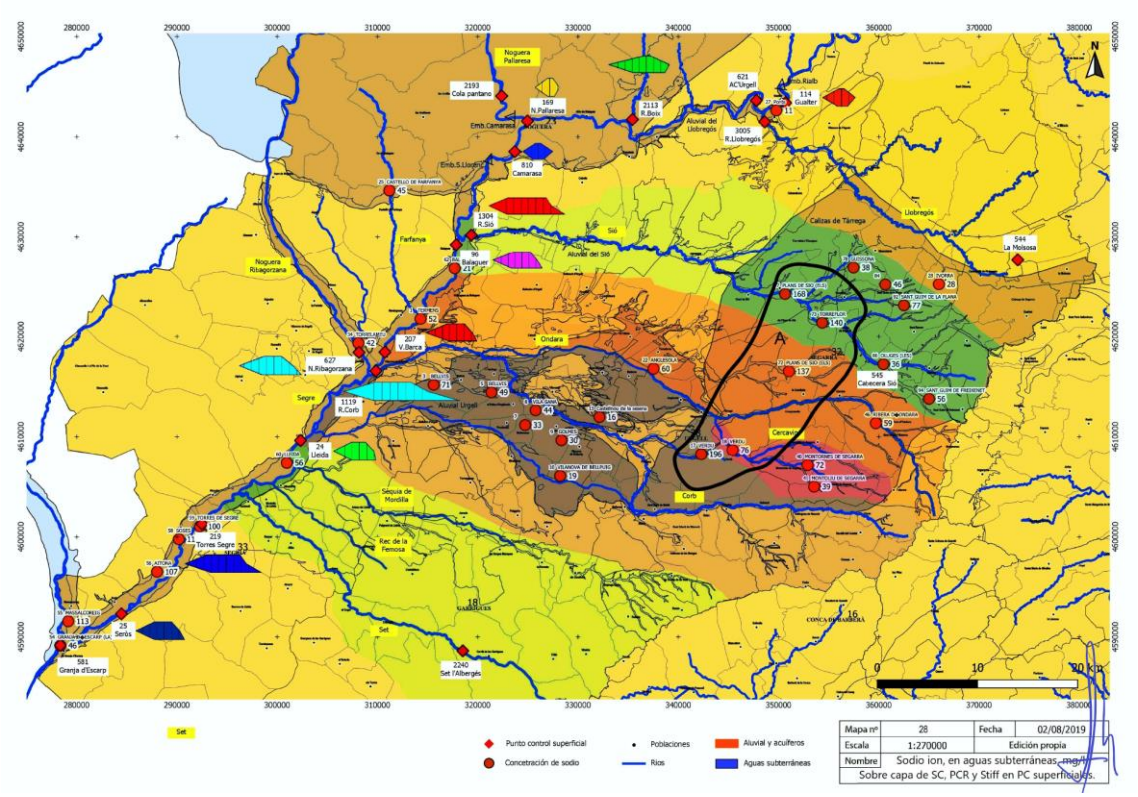


Imagen 33.5. PCR subterráneas y valores medios de sodio. Sobre base de las cuencas y las masas de agua. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 16.6. Cantidades de sodio en las aguas subterráneas en los PCR. (Elaboración propia).

Zonas hidrológicas	Miligramos /litro
Aluvial del Bajo Segre Norte	21 / 52
Aluvial del Bajo Segre Sur	46 / 118
Aluvial de Urgell	16 / 71
Calizas de Tàrrega Norte	28 / 168
Calizas de Tàrrega Sur	39 /196

Trazado en una escala de 1:270.000. Sobre la base de las aguas subterráneas y las subcuencas se localizan los puntos de control de referencia con el valor del ion sodio expresado en mg/l. Ningún punto supera el valor admitido por la normativa, aunque se debe tener en cuenta que los pozos, situados en el occidente, y de norte a sur de las Calizas de Tàrrega, son los que registran mayor contenido de sodio.

R.D. 140/2003, para el consumo humano; 200 mg/l.

5.7. Los puntos de control de referencia con índice base 100 Gualter (IB100G).

Se ha creado este índice para poder comparar las aguas en cualquier localización y situación (superficiales y subterráneas). Está formado por la suma de iones disueltos el agua en cada punto de control y referida esta suma al PCR donde el valor sea menor. A este valor mínimo, se le ha tomado como base 100[21] para la comparación con el resto (en este caso el punto de valor mínimo se encuentra en las aguas superficiales situalo en Gualter, localidad cercana a la salida de las aguas del embalse de Rialb).

Al resultado de la proporción se le añade el IB100 Gualter. (IB100G).

Tabla 17.5. Correspondencia entre ∑8 y el Índice Base 100G.[22]. (Fuente: Elaboración propia).

ID	Municipio	∑ 8	IB100G
	Aguas superficiales		
114	Gualter	246,7	**100**
3005	Llobregós	3110,7	**1261**
2113	Boix	496,1	**201**
169	N.Pallaresa	191,7	**78**
810	S. Camarasa	256,1	**104**
1304	Sió	724,7	**294**
96	Balaguer	563,4	**228**
207	V.Barca	500	**203**
1119	Corb	895,3	**363**
627	N.Ribagorzana	511,3	**207**
24	Lleida	437,4	**177**
219	Torres de S.	616,7	**250**
25	Seròs	453,9	**184**
	Aluvial de Bajo Segre Norte y Sur		
62	BALAGUER	583,6	**237**
25	CASTELLO DE FARFANYA	607,7	**246**
1	TERMENS	701,1	**284**
54	GRANJA D´ESCARP (LA)	711,8	**288**
34	TORRELAMEU	867,5	**352**
58	SOSES	912,1	**370**
60	LLEIDA	979,8	**397**
59	TORRES DE SEGRE	1.341,2	**544**
56	AITONA	1.373,8	**557**
55	MASSALCOREIG	1.551,3	**629**
	Aluvial de Urgell		
13	CASTELLNOU DE SEANA	582,8	236
10	VILANOVA DE BELLPUIG	562,2	**228**
7	MOLLERUSSA	630,8	**256**
9	GOLMÉS	767,6	**311**
5	BELLVÍS	909,8	**369**
8	VILA-SANA	927,2	**376**
22	ANGLESOLA	990,7	**402**
3	BELLVÍS	1.036,0	**420**
	Calizas de Tàrrega Norte y Sur		
	Valle del rio Sió		
78	GUISSONA	667,8	**271**
28	IVORRA	675,8	**274**
84	SANT GUIM DE LA PLANA	681,0	**276**
94	SANT GUIM DE FREIXENET	694,7	**282**
92	SANT GUIM DE LA PLANA	842,4	**341**
86	OLUGES (LES)	900,6	**365**
72	PLANS DE SIÓ (ELS)	1.426,9	**578**
73	TORREFLOR	1.986,2	**805**
97	PLANS DE SIÓ (ELS)	2.050,5	**831**
	Cabecera del rio Ondara		
46	RIBERA D´ONDARA	1.765,2	**715**
	Subcueca del rio Cercavins		
41	MONTOLIU DE SEGARRA	876,9	**355**
18	VERDÚ	1.539,7	**624**
40	MONTORNES DE SEGARRA	1.566,5	**635**
17	VERDÚ	2.491,7	**1010**

Para obtener este índice es necesario conocer con precisión la suma en mg/l de los 8 iones mayoritarios en las aguas: bicarbonatos, sulfatos, cloruros, calcio,

[21] Cálculo del IB100G, para cualquier punto considerado: ((Valor sales disueltas en mg/l) x100) / (valor mínimo desales disueltas en mg/l, en punto control tomada como base 100).
[22] ∑8: Suma ocho. Suma de sales consideradas para calcular el Índice Base 100Gualter (IB100G). Tablas 1.5 y 3.5. También en la tabla 5.5 están resaltados sobre fondo amarillo, los ocho iones considerados.

magnesio, sodio, potasio, más nitratos. A esta suma la hemos denominado suma 8. La suma 8 aparece en las tablas 1.5, para las aguas superficiales y en la 3.5, para las subterráneas. En la tabla 17.5 los valores de suma 8 y el IB100G que le corresponde.

Con los valores del IB100G podemos conocer que cada litro de agua (por ejemplo, que el rio Llobregós vierte al Segre contiene 12,65 veces más sales disueltas que las que contiene un litro agua del Segre, a la salida del embalse de Rialp, en la localidad de Gualter. Se puede hacer una consideración semejante con cada uno de los puntos de control que forman la tabla.

Cada litro de agua del Segre en Seros antes de su confluencia con el Ebro contiene 1,84 veces más sales que las del Segre en Gualter.

Las aguas que vierte el N. Pallaresa al Segre contienen 0,78 veces de sales que las que contiene el Segre en Gualter, para una misma unidad de volumen.

Las aguas subterráneas (en general de las consideradas), para un mismo volumen, contiene como mínimo 2,2 veces más sales que las superficiales en Gualter y pueden llegar a tener hasta 10,1 veces más sales.

5.7.1. Aguas superficiales y subterráneas con Stiff y PCR IB100G

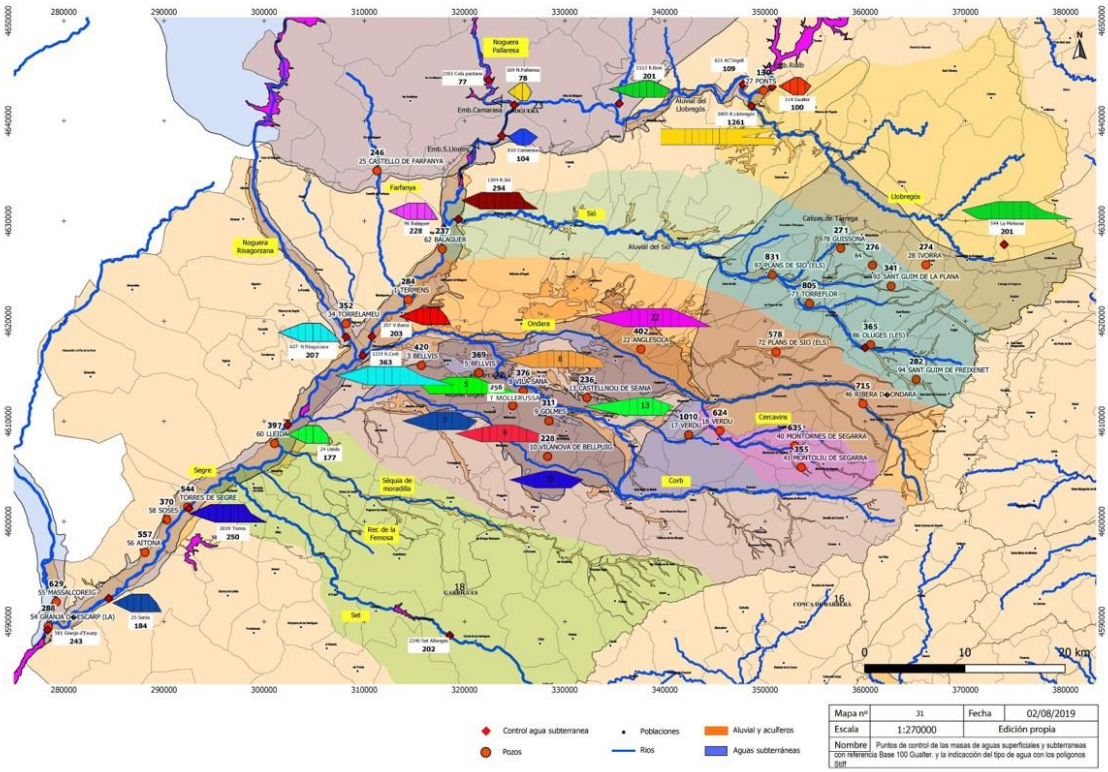


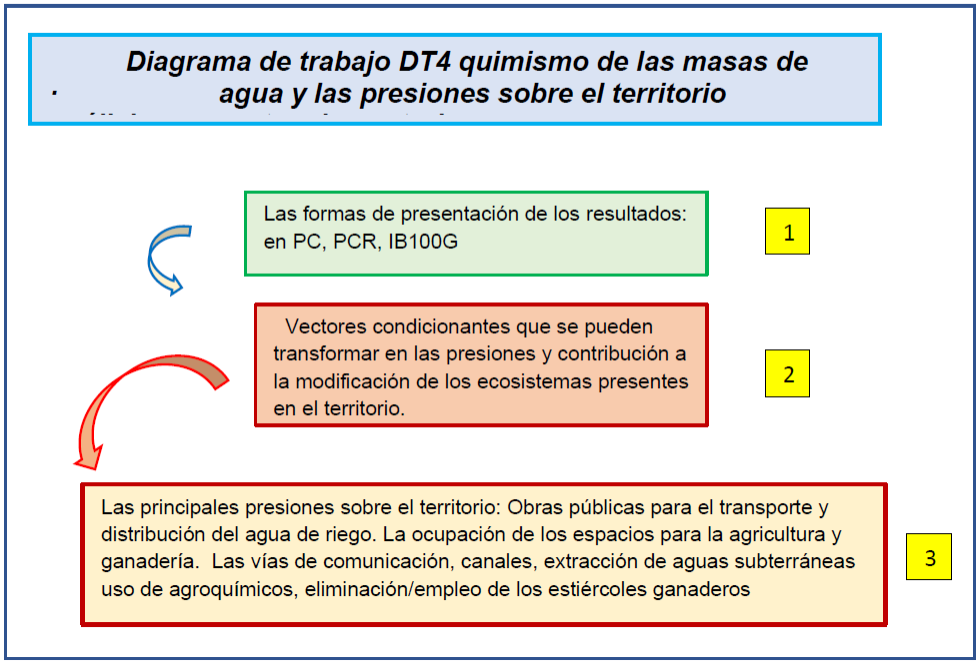
Imagen 34.5. Mapa 31. Todos los puntos de control de referencia en aguas superficiales y en aguas subterráneas con IB100G. (Rombos rojos; superficiales. Círculos rojos; subterráneas). Además, con Stiff (polígonos de color) todas las superficiales y ocho de la subterráneas. (Elaboración propia).

En el presente capítulo estamos desarrollando una visión general, de aguas superficiales y subterráneas[23], resaltando la clasificación entre los quimismos con tres formas de organización de los puntos de control:

a) PC (puntos de control. Imágenes 16.5 a 22.5),
b) PCR (puntos de control de referencia. Imágenes 23.5 a 33.5),
c) PCR con el Índice Base100 Gualter, (PCR IB100G). Imágenes 34 a 63)

De considerar los puntos de control de las aguas superficiales y subterráneas, el tratamiento de la información para determinar las tipologías y el quimismo de las aguas.

- **Fase 4ª (DT4)**



5.8. Las presiones sobre el territorio. Una caracterización general

5.8.1. Los ecosistemas naturales y su modificación por el hombre

El Dr. Lee Jong-Wook, director general de la OMS (2003 – 2006), se ocupó intensamente de la relación del hombre con los ecosistemas. Afirmó que *«en el curso de los 50 últimos años, el hombre ha modificado los ecosistemas naturales con más rapidez y profundidad que en cualquier otro período comparable de la historia de la humanidad»*. *Igualmente, subrayó el hecho de que el deterioro ecológico afecta en particular a las poblaciones desfavorecidas, que dependen directamente de los ecosistemas naturales para satisfacer una parte importante de sus necesidades esenciales.*

Consecuencias sanitarias. El ser humano está modificando la diversidad de la vida en la Tierra de modo fundamental y a menudo irreversible. La mayor parte

[23] En los capítulos séptimo y octavo se profundiza en el conocimiento de las aguas; en el séptimo las superficiales y en el octavo las subterráneas. Su grado de correlación con las diferentes presiones a las que están sometidas, las analizaremos en la segunda parte de este capítulo sexto.

de esos cambios se traducen en una pérdida de la biodiversidad. Entre los numerosos elementos que pueden citarse en apoyo de esas aseveraciones destacan los siguientes:

** Entre 1950 y 1980, las superficies terrestres convertidas en cultivables, superaron a las que experimentaron ese mismo cambio en los 150 años transcurridos entre 1700 y 1850. Los cultivos cubren ahora la cuarta parte de la superficie terrestre de la Tierra.*

** El volumen del agua contenida en embalses se ha cuadruplicado desde 1960. En la actualidad, estos embalses tienen de tres a seis veces más agua que los ríos. Desde esa fecha se ha duplicado el volumen de agua que se extrae de los ríos y los lagos, para beber o para regadíos.*

** Desde l960 se ha duplicado el flujo de nitrógeno reactivo en los ecosistemas terrestres y se ha triplicado el de fósforo.*

** Desde 1750 ha aumentado en un 32% la concentración atmosférica de dióxido de carbono, principal gas causante del efecto invernadero.*

En conjunto, los cambios en los ecosistemas se han llevado a cabo para satisfacer las crecientes demandas de agua y de alimentos, en teoría, para satisfacer a la población.

Desafortunadamente, los resultados no han sido en equitativos. Las poblaciones de los países ricos (Estados Unidos y la Unión Europea a la cabeza) han podido reducir el efecto nocivo del deterioro de los ecosistemas, en cambio los riesgos para la salud se han centrado en los países más pobres.

Acciones necesarias. En principio se dispone de dos tipos de acciones que pueden limitar las repercusiones en la salud de la alteración de los ecosistemas. Uno de ellos comprende las estrategias de mitigación, esto es, la prevención, limitación o gestión de los daños medioambientales. El otro plan de acción implica la realización de los cambios necesarios para proteger a las personas y las poblaciones frente a las consecuencias para la salud de los cambios en los ecosistemas: son las estrategias de adaptación.

Consideración final. ¿Tiene alguna utilidad fijar metas en materia de salud o de medio ambiente que se sabe, con certeza casi absoluta, que no van a poder alcanzarse? Parece que los organismos internacionales están obligados a hacerlo, aunque sólo sea para más tarde avergonzar a los gobiernos por su incumplimiento. J.A. Valbuena.

Las extracciones de aguas subterráneas y el mantenimiento de los niveles freáticos también influyen en los ecosistemas naturales en superficie, tanto por aumento como por la disminución de los grados de la humedad de los suelos.

Después de esta introducción a las presiones y su influencia en los ecosistemas hemos considerado como presiones más importantes en la zona de estudio: las masivas obras hidráulicas realizadas en la construcción de los cauces artificiales

que existen para el transporte y distribución de agua de riego, para explotaciones ganaderas y el abastecimiento de poblaciones. Los canales de alimentación de centrales hidroeléctricas. El tonelaje de agroquímicos empleados cada año en las explotaciones agrarias, Las numerosas explotaciones de ganado intensivo, principalmente porcino y avícola y su producción de estiércoles sin otra solución para estos, que el uso como fertilizante de suelos agrícolas. La existencia de numerosos pozos de extracción de aguas censados por la CHEbro.

5.8.2. Efectos de las obras públicas, en construcción de mejoras rurales.

a) Para el suelo. Presenta alteración fundamentalmente por los residuos, ya sean sólidos, líquidos y/o peligrosos, generados y que están asociados a actividades de desmonte, limpieza, excavaciones, demoliciones, obras hidráulicas y construcción de vías, entre otras.

Los movimientos de tierra generan alteración de la geomorfología, la pérdida de cobertura vegetal, ocasionan procesos de erosión más rápidos y en ocasiones, se pueden generar inestabilidad de los taludes lo que conllevaría un aumento del riesgo de deslizamientos y derrumbes.

b) Para el agua. El recurso hídrico está asociado a los movimientos de tierra, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando así alteración de los cuerpos de agua, que en ocasiones son atravesados por la construcción de vías y, en consecuencia, se presenta la modificación de los flujos y calidad de agua. El agua de lavado de las obras de construcción contiene una cantidad considerable de sólidos suspendidos, hecho que altera los sistemas de evacuación y las plantas de tratamiento.

c) Para la flora. Hay gran variedad de vegetación que se caracteriza, entre otros aspectos, por la existencia de pastizales, matorrales, paisajes y conformación vegetal en general, que por acciones de la construcción resultan afectados.

d) Para la fauna. Durante las diferentes etapas de construcción se presentan acciones como la destrucción de madrigueras, nidos y dormideros, que a su vez pueden provocar la muerte de animales y, por ende, reducir o provocar la desaparición de sus lugares de refugio.[24]

5.8.3. Efecto de los regadíos. No hay regadíos sin el uso del agua. Sin embargo, el uso de agua en la agricultura puede afectar negativamente al medio ambiente en función del manejo agronómico llevado a cabo.

Optimizar el riego (ejem. minimizar pérdidas por evaporación y arrastre, y el drenaje del riego) y la fertilización (ejem. mayor ajuste y fraccionamiento de las dosis).

En los ecosistemas agrarios la materia no circula formando ciclos cerrados (como ocurre en el medio natural) ya que las sustancias absorbidas por las

[24] 5.9.2 y 5.9.3 Consideraciones aplicables como afectaciones del regadío a la biodiversidad

plantas o consumidas por el ganado se exportan para ser utilizadas en otros sitios en lugar de restituirse al suelo al final del ciclo. Por esta razón, para mantener su productividad, es imprescindible reponer artificialmente dichas sustancias incorporando fertilizantes al medio. Sin embargo, el abonado altera la composición del suelo y fácilmente arrastrado por el agua de escorrentía contaminando rápidamente los acuíferos y los ríos.

Como consecuencia pueden presentar un contenido excesivo en nutrientes (sales minerales, materia orgánica…) que favorecen un crecimiento incontrolado del fitoplancton y de numerosas plantas acuáticas que, a su vez, restan transparencia al agua y consumen todo el oxígeno libre contenido en ella impidiendo la presencia de otras especies más exigentes. Este fenómeno ("eutrofización") puede producirse a distancia del lugar de origen de la contaminación y supone una importante amenaza para la biodiversidad de los medios acuáticos.

La agricultura exige la erradicación de la vegetación originaria y de los animales fitófagos susceptibles de dañar las cosechas. Esto se logra fácilmente en el caso de los árboles y arbustos, pero resulta mucho más complicado en el de muchas herbáceas que dispersan continuamente sus abundantes semillas a través de los cultivos y se instalan en medio de ellos gracias a su rápido crecimiento, carácter acomodaticio y, en algunos casos, extraordinaria resistencia. Son las popularmente llamadas "*malas hierbas*" por lo difíciles que resultan de eliminar y la competencia vital que hacen a las plantas cultivadas.

La eliminación de las "*malas hierbas*" se ha realizado con el uso de herbicidas que afectan también a un gran número de especies de plantas, algas y microfauna causando un grave empobrecimiento del conjunto del ecosistema.[25]

5.8.4. Efectos de la utilización de los agroquímicos en los suelos.

Hemos de referirnos aquí, fundamentalmente, a la contaminación del agua por plaguicidas y exceso de nutrientes.

Los Pfs y nutrientes constituyen impurezas que pueden afectar al hombre directamente a través del agua potable, y de forma indirecta a través de la cadena biológica de los alimentos. Estas sustancias químicas pueden ser resistentes a la degradación, y, en consecuencia, persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y las superficiales.

Los Pfs y nutrientes imparten al agua potable olores y sabores desagradables, aún a bajas concentraciones. Como generalmente el hombre rechaza el agua con sabor u olor extraños, bastan ínfimas cantidades para hacer que un agua sea impropia para el consumo desde el punto de vista organoléptico.

[25] Los ecosistemas agrarios Universidad de Cantabria, Aula abierta. Juan Carlos García Codrón. Departamento de Geografía, Urbanismo y ordenación del territorio.

En las aguas se encuentran seres vivos (ostiones, almejas, etc.), que se alimentan por "*filtrado*" del agua, de la que retienen las partículas orgánicas aprovechables. Si hay residuos de un Pfs orgánico, esta capacidad de filtración hace que vayan acumulando el tóxico, llegando a concentraciones miles de veces mayores que las del agua; por lo que aparecerán residuos en estos seres vivos, aunque no sean detectables en el medio circundante. Cuando las ostras u otros organismos similares son presa de otros más voraces, se acumula en estos últimos más cantidad del plaguicida, y la escalada prosigue a través de seres inferiores, moluscos, peces, aves, etc., hasta alcanzar niveles peligrosos para ciertas especies.

La contaminación del suelo se debe tanto a tratamientos específicos (por ejemplo: insecticidas aplicados al suelo), como a contaminaciones provenientes de tratamientos que al caer al suelo el excedente de los plaguicidas, o al ser arrastradas por las lluvias las partículas depositadas en las plantas.

La mayoría de los herbicidas, los derivados fosforados y los carbamatos, sufren degradaciones microbianas y sus residuos desaparecen en tiempo relativamente corto. En la acumulación de residuos de plaguicidas influye el tipo de suelo; los suelos arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los suelos arenosos. Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos plaguicidas organoclorados, que son de mayor dificultad de eliminar, persistiendo en el suelo más tiempo.

La persistencia de los clorados en el humus no se mide en meses, pero podrían ser años.

La evaluación del grado de contaminación del suelo debido a Pfs es de gran importancia por la transferencia de ellos a los alimentos. Algunos pueden permanecer durante años En el caso de la ganadería, los residuos de Pfs pasan del suelo al forraje y finalmente a los animales, concentrándose en la grasa, y, por consiguiente, incrementan la concentración de residuos persistentes en la carne y la leche.

Con la transformación del riego se incrementó la masa de sales y nitratos exportada, pero los valores actuales son bajos (2,6 t/ha año, 19 kg N-NO3 - /ha año) (Abrahán, R. Zaragoza, 2010.)

5.8.5. Efecto de la ganadería estabulada.

Los efectos de la ganadería en el medio ambiente son cada vez más alarmantes**.** *"La ganadería es uno de los principales responsables de los graves problemas medioambientales de hoy en día. Se requiere una acción urgente para hacer frente a esta situación"*, aseguraba Henning Steinfeld**,** líder de la Iniciativa de Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD) y jefe de la subdirección de Información Ganadera de la FAO, en el informe "*La larga sombra del ganado*" (FAO, 2006).[26]

[26] "Larga sombra de la ganadería". FAO.

Si bien en términos económicos el sector pecuario no es uno de los principales sectores a nivel mundial, su importancia social y política es muy significativa.

Este sector a nivel mundial representa el 40 por ciento del producto interno bruto (PIB) agrícola, genera empleo para mil trescientos millones de personas y medios de subsistencia para mil millones de pobres en todo el mundo. Los productos de la ganadería suministran un tercio del consumo mundial de proteínas.

Se están transformando los patrones de distribución geográfica de la producción ganadera, que está trasladándose, en primer lugar, de las áreas rurales a las zonas urbanas y periurbanas con el fin de acercarse a los consumidores y, en segundo lugar, hacia las áreas donde se produce el pienso o hacia zonas situadas en las cercanías de los medios de transporte o de los centros de comercio del mismo en el caso de que éste sea importado.

Asimismo, se registra un cambio en las especies utilizadas, con un crecimiento acelerado de la producción de especies monogástricas (cerdos y aves de corral, producidos en su mayoría en unidades industriales) y una desaceleración de la producción de rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos, criados con frecuencia en condiciones extensivas). Como consecuencia de estos cambios el sector ganadero comienza a competir de una manera más directa e intensa por tierras, agua y otros recursos naturales escasos.

Modificación de los ecosistemas por efectos sobre las Aguas. Se avanza hacia un incremento de los problemas de escasez de agua dulce y agotamiento de los acuíferos. Se prevé que para el año 2030 el 64 por ciento de la población mundial vivirá en cuencas con estrés hídrico.

El sector pecuario es un factor clave en el incremento del uso del agua ya que es responsable del 8 por ciento del consumo mundial de este recurso, principalmente para la irrigación de los cultivos forrajeros. La ganadería es probablemente la mayor fuente de contaminación del agua.

Las principales fuentes de contaminación provienen de los productos zoosanitarios resultantes en los estiércoles, como los antibióticos, hormonas, fertilizantes y plaguicidas usados en los cultivos forrajeros, o los productos químicos utilizados en las industrias del curtido de pieles.

Modificación de los ecosistemas por efecto de los residuos ganaderos sobre suelos, por su contenido de zoo y fitosanitarios resultantes la ingesta de alimentos.

La producción animal tiene una importante incidencia negativa en el cambio climático, en la contaminación atmosférica, en la degradación de la tierra, del suelo y del agua, y en la reducción de la biodiversidad.

Por la magnitud de su impacto negativo, la ganadería es uno de los dos sectores cuyas repercusiones negativas más graves se encuentran en los principales

problemas medioambientales, a todos los niveles desde el ámbito local hasta el mundial VVAA[27].

La presión es el resultado de la aplicación de fuerzas sobre una superficie. En la imagen, el aumento de presión reduce el volumen disponible.

La mayor parte de las acciones del hombre “realizando mejoras” sobre la superficie de un territorio, modificándolo, se traducen en presiones que contribuyen a su pérdida de naturalidad, disminuyendo la calidad del paisaje, para los residentes de ese territorio y para los que visiten.

5.8.6. Presiones específicas de las obras públicas: canales

En este apartado vamos a hacer referencia a la red principal de los canales más importantes de riego.

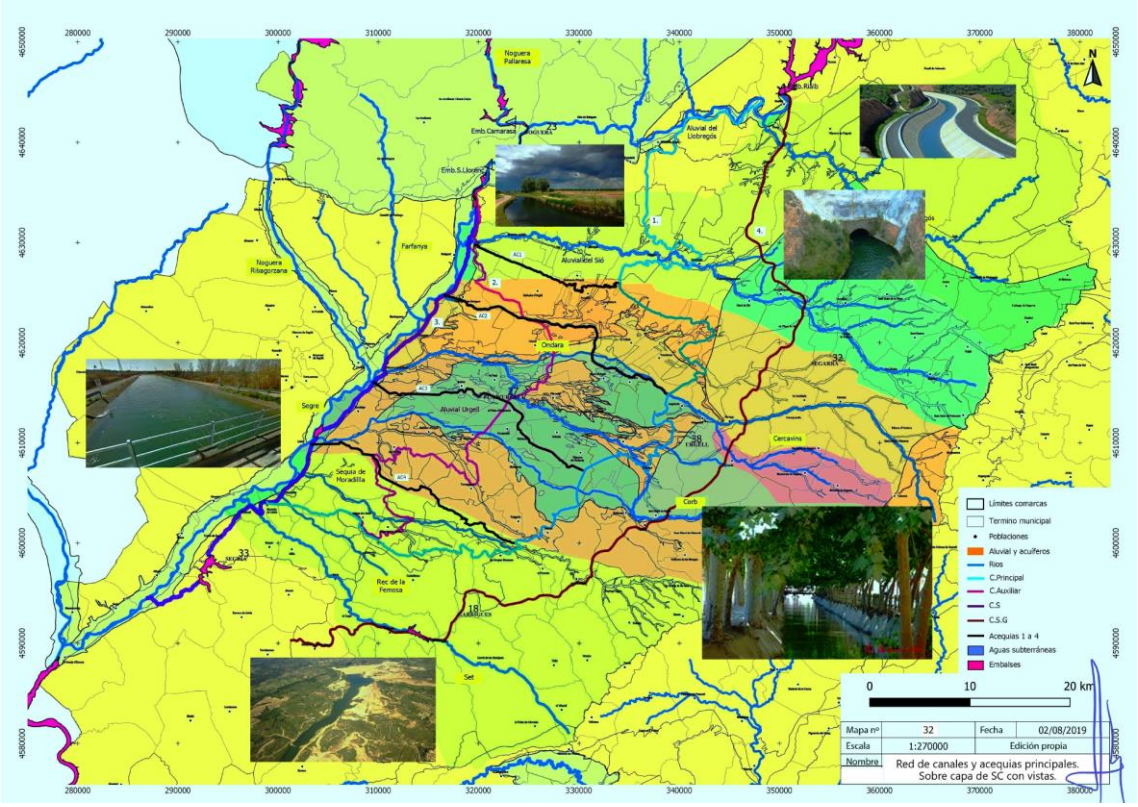


Imagen 35.5. Mapa 32. Canales y acequias principales. (Fuente: elaboración propia).

El mapa 32 trazado en una escala de 1:270.000, sobre las capas hidrológicas y de subcuencas, se han trazado los canales Principal (verde) y Auxiliar (granate)

[27]FAO, varios autores cooperantes de “*La larga sombra de la ganadería*”

de los regadíos de Urgell, las cuatro acequias principales (negro) y con trazo Rojo, de norte a suroeste, del canal Segarra-Garrigues[28].

Paralelo al trazado del Bajo Segre (azul con bordes granate) los canales hidroeléctricos de Balaguer desde esa localidad hasta el Partidor de Lleida lugar donde toma aguas el canal de Seròs hasta su vertido al Segre después de turbinado en Seròs.

Se añaden fotografías de estas obras hidráulicas: Superior derecha; el canal Segarra-Garrigues. Debajo; salida del túnel de Montclar de Urgell del canal Principal de Urgell. A la izquierda; este canal después de la primera estación de medida de caudal a la salida del Túnel. Inferior a la derecha; el canal de Urgell cerca de Juneda. Inferior izquierda; llenado del embalse de l'Albergès. Izquierda central; canal de Seròs a su paso por Albatàrrec.

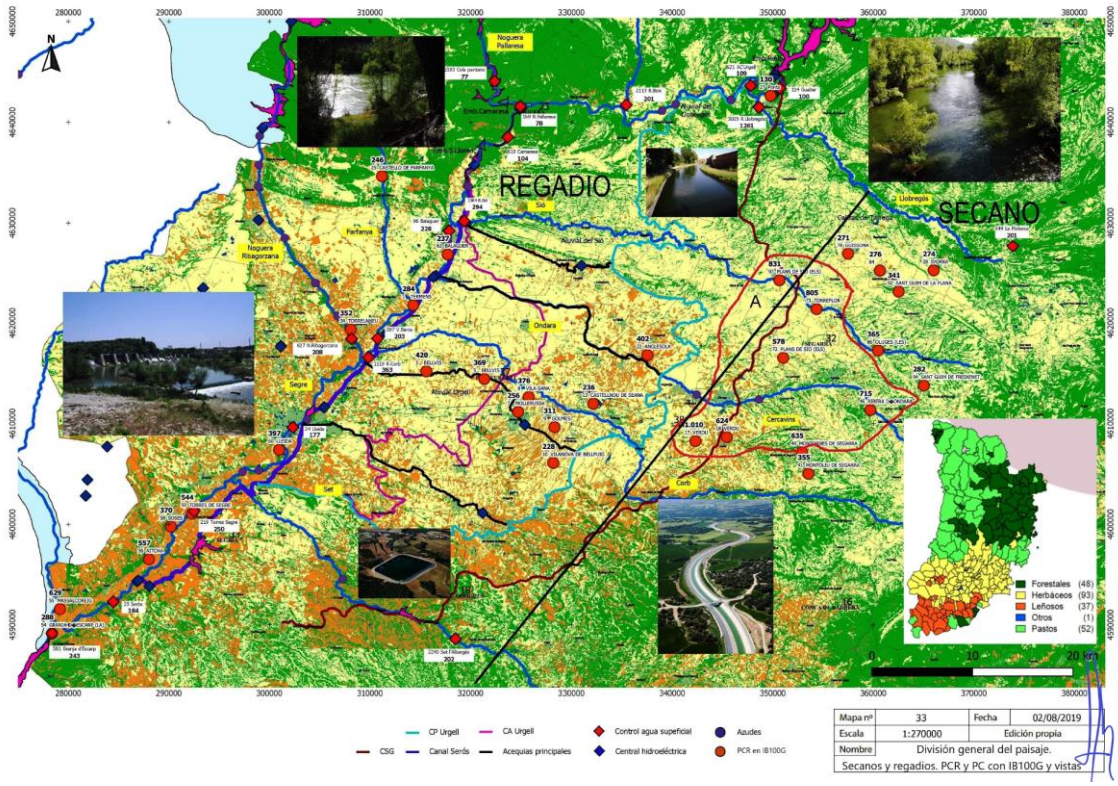


Imagen 36.5. Presenta el mapa 33, con la aproximación a las actuales tierras regadas y sus límites con las tierras de los secanos. (Fuente: elaboración propia).

Volvemos con el mapa anterior al que hemos añadido otras fotografías, los PCRB100G y se ha trazado una línea casi paralela al curso del Bajo Segre que divide la zona de estudio en dos partes bien diferenciadas: a la izquierda regadíos, a la derecha secanos. El alumbramiento de los afluentes del Segre por

[28] Presa del embalse de L'Albergès . La altura máxima sobre cimientos será de 85 metros, rematada en planta recta con una longitud de coronación de 750 metros y 10 metros de ancho. El cuerpo de la presa estará compuesto por 6.000.000 metros cúbicos de material, que actualmente se están colocando a un ritmo medio de 400.000 metros cúbicos por mes.

su margen izquierdo nos indica aproximadamente la línea de partición de aguas entre las cuencas catalanas y las del Segre-Ebro.

En la parte izquierda, que prácticamente todo es regable o tienen posibilidades de ser regado, si se utiliza el agua del Canal Segarra-Garrigues. En las tierras de la zona sur en Alfés, se riega con CSG.

A la derecha los terrenos que actualmente son de secano, y que una mínima parte podrían ser beneficiarios de las aguas que suministra el Canal Segarra-Garrigues. Pretender regar zonas a cotas superiores, requeriría un bombeo a presión que elevaría sensiblemente el coste del agua de riego.

Sobre este mapa en el margen inferior derecho se representa la comarca de la Segarra dividida en función de los usos del suelo tradicionales.

Este mapa solo tiene el objetivo de proporcionar una vista general del margen izquierdo del Medio y Bajo Segre. El resto de regadíos históricos no se incluyen en él. Hemos añadido algunas fotografías que nos permiten apreciar la magnitud de estos regadíos.

a) Los Canales de Urgell (1862) cuentan con el Canal Principal que toma el agua del Segre, aguas abajo de Ponts, y del Canal Auxiliar que toma las aguas del embalse de Sant Llorens. El curso de ambos canales discurre de Norte a Sur, desde la sierra de Bellmunt-Almenara hasta el norte de las tierras de Les Garrigues, desaguando al Segre en Montoliu de Lleida.

Del canal principal parten 4 acequias principales en el sentido Este-Oeste. El Canal Auxiliar está trazado entre el rio Segre y el Canal principal, que interconecta con las acequias principales cuando las cruza. El desagüe lo hacen en conjunto con los que hemos citado del canal principal.

Con los canales de Urgell se riegan más de 63.000Ha. En el mapa se pueden distinguir canales y acequias por el color que se ha utilizado en el mapa: Canal principal azul claro; canal auxiliar color granate; acequias color negro.

En los mapas nº 40 y 50 desplegable, se incluyen la mayor parte de los temas importantes que hacen referencia a los regadíos a través de los Canales de Urgell. El volumen derivado del Segre por estos Canales durante el año 2017 superó los 633,85 Hm^3.

b) Canal Segarra-Garrigues esta dimensionado para suministrar el agua necesaria que permita el riego de 70.150 Ha en las comarcas de: Les Garrigues, La Noguera, el Pla d'Urgell, la Segarra, el Segrià y el Urgell. En los años 2019/2020 no se superaban las 10.000 ha regadas con las aguas de canal Segarra-Garrigues. En las noticias que aparecen en la prensa, se justifica el poco interés por contratar el acceso a estas aguas, por el cambio generacional. Nuestra opinión es que serán las asociaciones de agricultores o las grandes compañías las que finalmente comprarán tierras y las pondrán en regadío.

La breve descripción del canal Segarra-Garrigues en rasgos generales se podría concretar diciendo que está identificado su trazado con color rojo oscuro.

Este canal se diseñó para poder regar las zonas de media ladera que no fue posible alcanzar con el Canal de Urgell. Tiene dos tomas de agua de alimentación. La primera directamente del embalse de Rialb, que a lo largo de 80 km transporta el agua hasta el embalse de l'Albergès, con un recorrido próximo a los 80 km. La segunda toma, se realiza desde la estación de Albatàrrec y enlaza con el tramo anterior, en el embalse de l'Albergès. Esta segunda toma y el pantano de l'Albergès, tienen la misión de facilitar agua a todas las tierras al sur de su trazado.

Esta gigantesca obra hidráulica cuenta con 40 balsas de almacenaje, alguna de ellas la más próxima a la toma de Albatàrrec tiene una capacidad para almacenar 330.000m3. Desde las balsas se alimenta a presión una red de distribución próxima y suministra el agua a cada finca que se acoja a este servicio, suministrando el agua a presión, con lo cual facilita el riego a zonas más altas que el tramo del canal y los riegos de forma económica que permite riegos localizados y por aspersión sin necesidad de nivelar los suelos.

5.8.7. Presiones específicas: usos del suelo y vías de comunicación

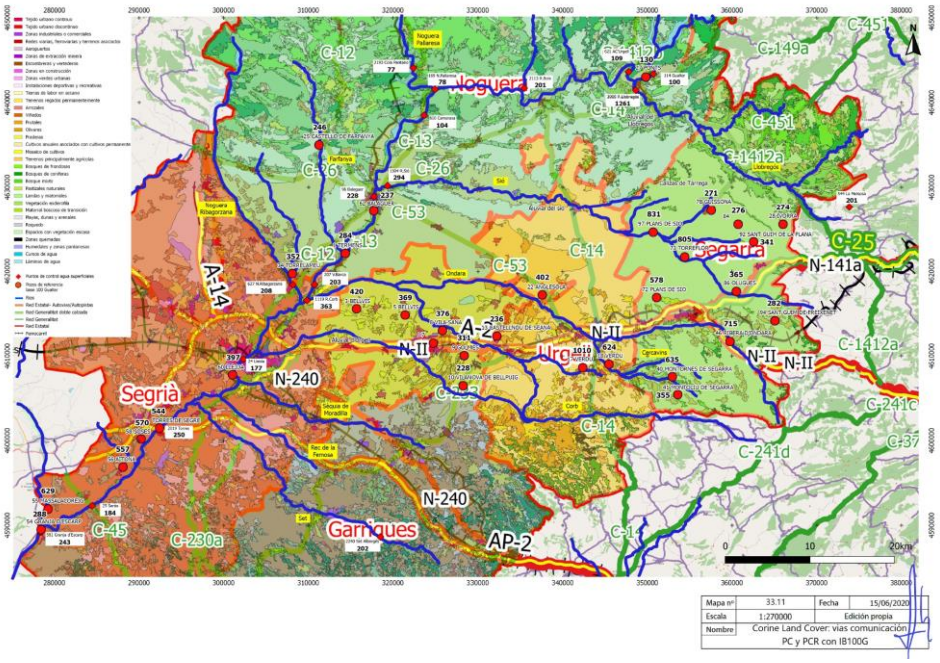


Imagen 37.5. Visión global de los usos del suelo y vías de comunicación. Mapa 33. (Fuente: Elaboración propia).

Trazado en una escala 1:270.000. Se pueden observar todas las comarcas objeto de este estudio, con los colores dominantes de los principales cultivos, los cauces fluviales en superficie y las vías de comunicación más destacada en la zona. La N-II, que, al llegar a Cervera, se convierte en la autovía A2. Por el sur, la carretera N-240, que en buena parte de su recorrido circula en paralelo con la autopista AP2. Tanto la N-II como la A2, la AP2 y la antigua N-240, cruzan la

zona de estudio, de este a oeste, y por el Noreste también tiene entrada, hasta Cervera, la C-25 o eje-transversal.

La C-14, comarcal que cruza la Segarra de sur a Norte. También es atravesada por la comarcal C-13, en paralelo con el eje del rio Segre hasta Balaguer, y de ahí continúa hacia el Norte.

5.8.8. Presiones por extracción de agua subterránea

Mapa 34.9. Imagen 38.5. Trazado bajo las capas de hidrología superficial y vegetación general. Señala la red de canales principales ya descrita y los puntos de extracción de agua autorizados por la Autoridad de la Cuenca. Se puede observar una concentración notable en el interior de la zona regada por los canales de Urgell. También se destaca en los aluviales de los ríos Llobregós, Sió, Ondara, Cercavins y Corb, alejados de los aluviales. Importante. Obsérvese los existentes en la Obagues del río Corb, situadas en el margen derecho del rio Corb hasta el límite de la sierra del Tallat, que coincide con la línea de partición de aguas entre las cuencas catalanas y la también catalana del Segre-Ebro.

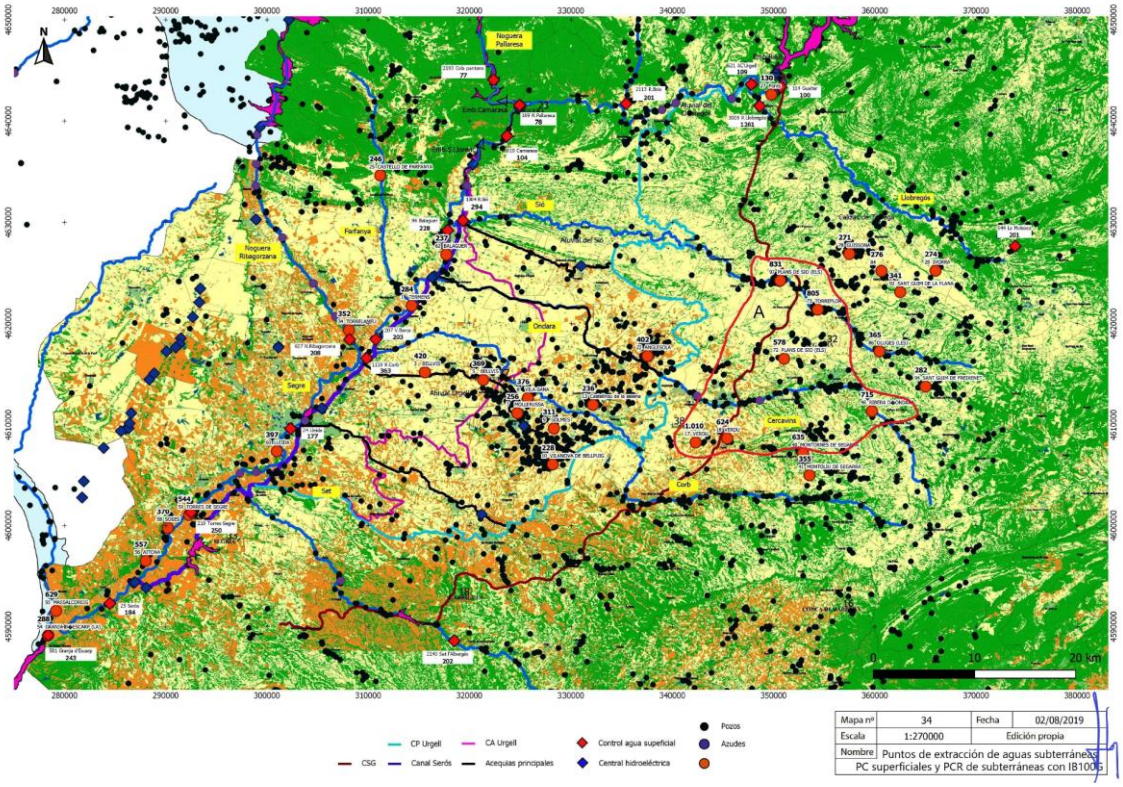


Imagen 38.5. Mapa 34. Presiones del regadío: canales y pozos de extracción PCR (IB100G) (Fuente: elaboración propia).

.

Obagues del río Corb (Conca de Barberà). Situado en el valle del río Corb, al norte de la comarca, comprende los municipios de Llorac y Savallà del Comtat.

Es un pequeño espacio natural protegido donde podemos encontrar diferentes tipos de robledales, propios de los bosques sub mediterráneos y eurosiberiana en una zona de secano y de clima continental. Además de pinares de pino carrasco, pino negral y pino albar.

Pozos autorizados por la CHE:

Aluvial del Bajo Segre, 76 pozos, con un volumen de extracción de 1,32 Hm3/año.

Aluvial de Urgell; 650 pozos, con un volumen de extracción de 25,786 Hm3/año.

Calizas de Tàrrega; 188 pozos, con un volumen de extracción de 3,416 Hm3/año[29].

En total en la zona existen 914 puntos de extracción de aguas subterráneas 30,528 Hm3/año.

Los pozos que se sitúan más hacia la zona oriental, pertenecen a las cuencas de los ríos Gaià y los tributarios de las cuencas de Cataluña.

5.8.9. Presión por la construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales

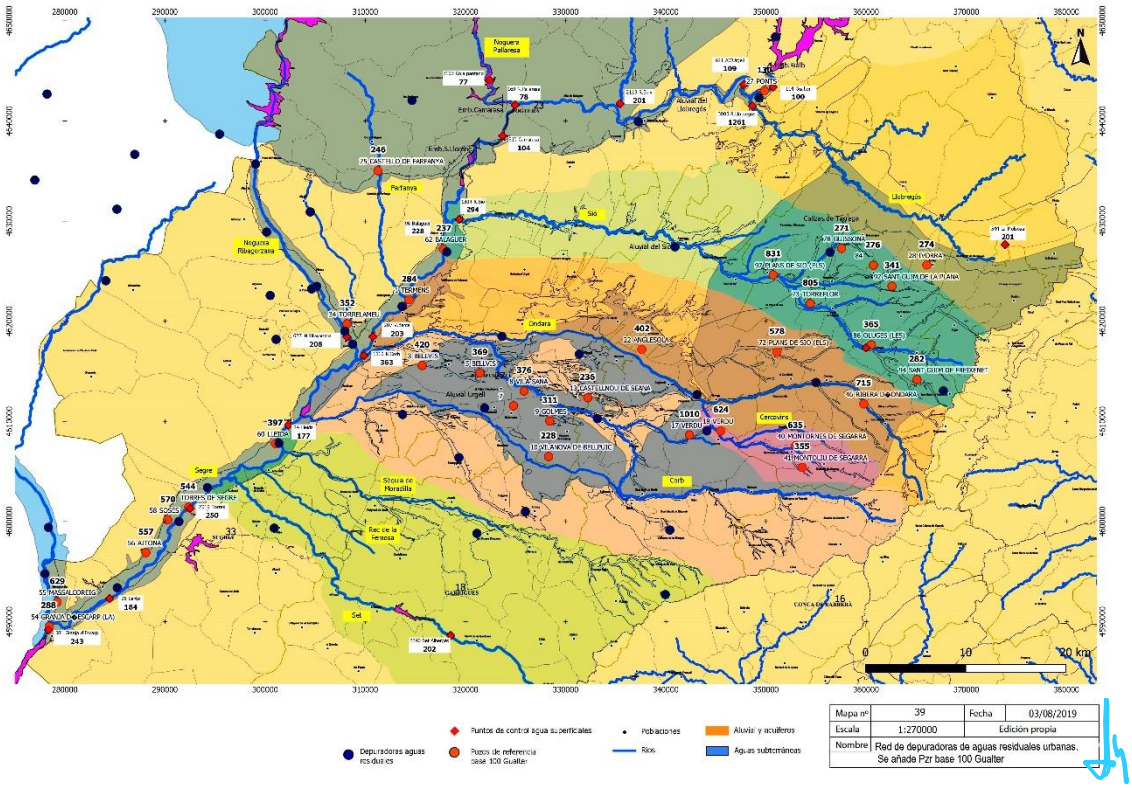


Imagen 39.5. ZE, Depuradoras de aguas residuales urbanas. (Fuente: elaboración propia).

[29] Datos de los informes Encomienda sobre las masas de aguas 09061, 09062 y 09063, facilitados por la CHEbro.

Las depuradoras de aguas residuales urbanas no comienzan a instalarse en la zona hasta 1985, siendo la primera en entrar en funcionamiento la de Cervera. La última instalada es la de Termens en el 2015.[30]

Tabla 18.5. Características de las depuradoras de aguas residuales instaladas en la zona E (Fuente ACA)

Any posada en marxa	Municipi	Any posada en marxa	Cabal de disseny (m³/dia)	Població de disseny (h-eq)	*personas progresivas*	Tipus de tractament	Punt d'abocament
1985	Cervera	1985	2.280,0	24.434		Llacunatge amb eliminació de Fòsfor	Riu ONDARA
					24.434		
1991	Guissona	1991	2.007,0	10.035		Llacunatge amb eliminació de Fòsfor	TORRENT DEL PASSARELL
					34.469		
1993	Tàrrega	1993	6.800,0	39.667		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	Riu ONDARA
					74.136		
1994	Balaguer	1994	3.750,0	18.750		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	Riu SEGRE
1994	Sant Guim de	1994	200,0	1.000		Llacunatge	RIERA DE FREIXENET
1994	Lleida	1994	70.000,0	140.000		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	Riu SEGRE
				159.750	***233.886***		
1995	Ponts	1995	720,0	3.300		Biològic	SÈQUIA DE PONTS
1995	Agramunt	1995	2.700,0	18.000		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	Riu SIÓ
				21.300	***255.186***		
1996	Bellpuig	1996	1.725,0	10.494		Biològic	Riu CORB
					265.680		
1998	Fondarella	1998	15.525,0	77.625		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	CONCA DEL CORB I CONCA LES CA
1998	Seròs	1998	1.210,0	5.546		Biològic	Riu SEGRE
				83.171	***348.851***		
2001	Linyola	2001	1.160,0	3.093		Biològic	BARRANC DE LA BOVERA
2001	Alcarràs	2001	1.680,0	6.440		Biològic	Riu SEGRE
2001	Corbins	2001	500,0	2.083		Llacunatge	Riu NOGUERA RIBAGORÇANA
2001	Verdú	2001	400,0	2.000		Llacunatge	EL CERCAVINS
				13.616	***362.467***		
2002	Bell-Lloc d'Ur	2002	2.400,0	4.000		Biològic	Riu LES CANALS
2002	Alfés	2002	15,0			Llacunatge	DESGUÀS LA SECLETA
				4.000	***366.467***		
2003	Bell-Lloc d'Ur	2003	2.400,0	4.000		Biològic	Riu LES CANALS
2003	Torregrossa	2003	2.200,0	8.433		Biològic	LA CLAMOR DELS CANALS
				12.433	***378.900***		
2005	Artesa de Seg	2005	862,0	3.203		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	Riu SENILL
2005	Baronia de Ri	2005				Llacunatge	PANTÀ DE RIALB
2005	Torres de Seg	2005	1.166,0	3.887		Biològic	Riu SEGRE
				7.090	***385.990***		
2007	Ivars d'Urgell	2007	847,0	2.484		Biològic	CONCA DEL CORB
					388.474		
2009	Albesa	2009	630,0	4.347		Biològic	Riu NOGUERA RIBAGORÇANA
2010	Avellanes i Sa	2010	180,0	900		Biològic	Barranc de St Miquel
2011	Algerri	2011	125,0	710		Biològic	BARRANC DE LA SISQUELLA
2011	Ivars de Nogu	2011	125,0	781		Biològic	Riu Noguera Ribagorçana
2011	Torrelameu	2011	202,0	1.010		Biològic	desguàs de reg - Riu Noguera Riba
				2.501	***390.975***		
2012	Àger	2012	460,0	2.300		Biològic	Riu Fred de Pui
					393.275		
2015	Térmens	2015	1.068,8	4.453		Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor	Riu Segre

[30] Datos del ACA actualizados al 2021.

5.8.10. Presión de la agricultura por la ocupación de suelos

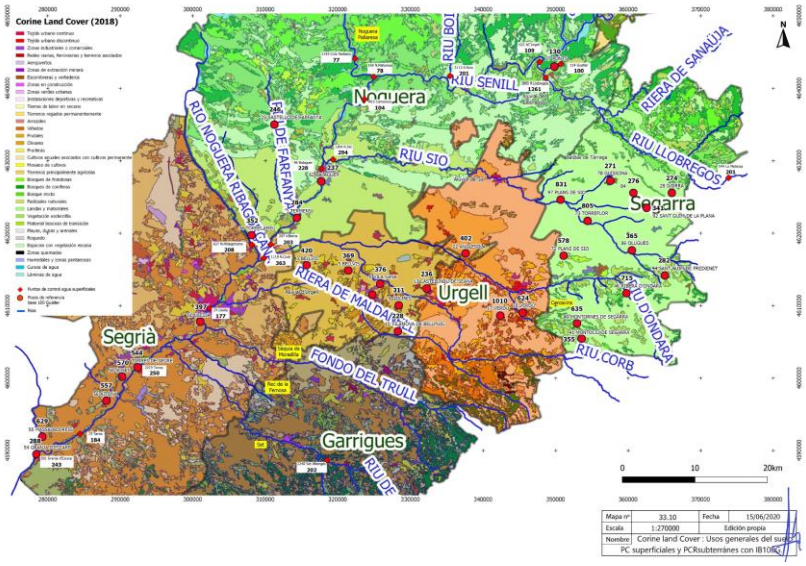


Imagen 40.5. ZE distinción de comarcas por especialización uso suelo. Mapa 33. (Fuente: elaboración propia).

Los usos del suelo, contemplado de forma genérica en las cinco comarcas principales que se analizan en el trabajo, trazado a una escala 1:270.000. Este mapa se permite visualizar la totalidad de los puntos de control de referencia de aguas subterráneas y también los cauces superficiales de los ríos.

Su importancia radica en la localización de cada comarca y del uso del suelo en cada una de ellas.

Suelos agrícolas con claves de cultivos y PCR IB100G. Imagen 41/5.

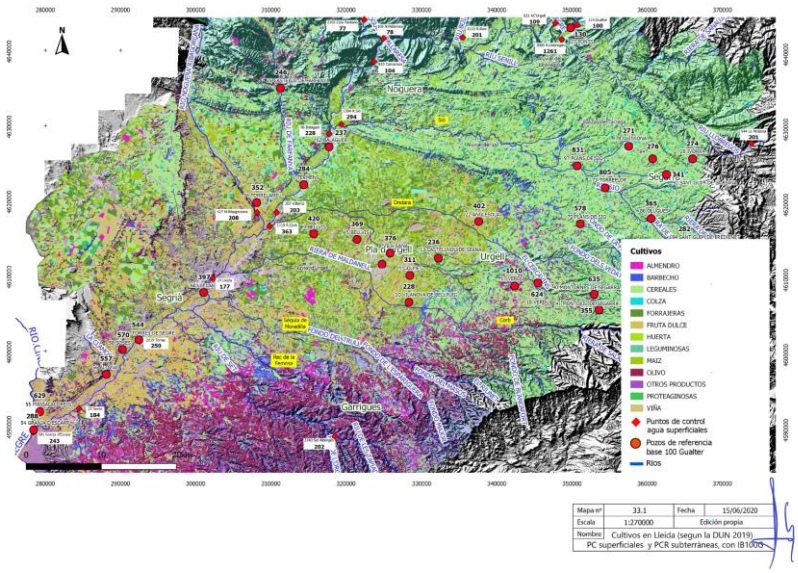


Imagen 41.5. Mapa 35. Sobre la capa de hidrología superficial a la que se han superpuesto los usos agrarios del suelo. Trazado en escala 1:270.000. (Fuente: elaboración propia).

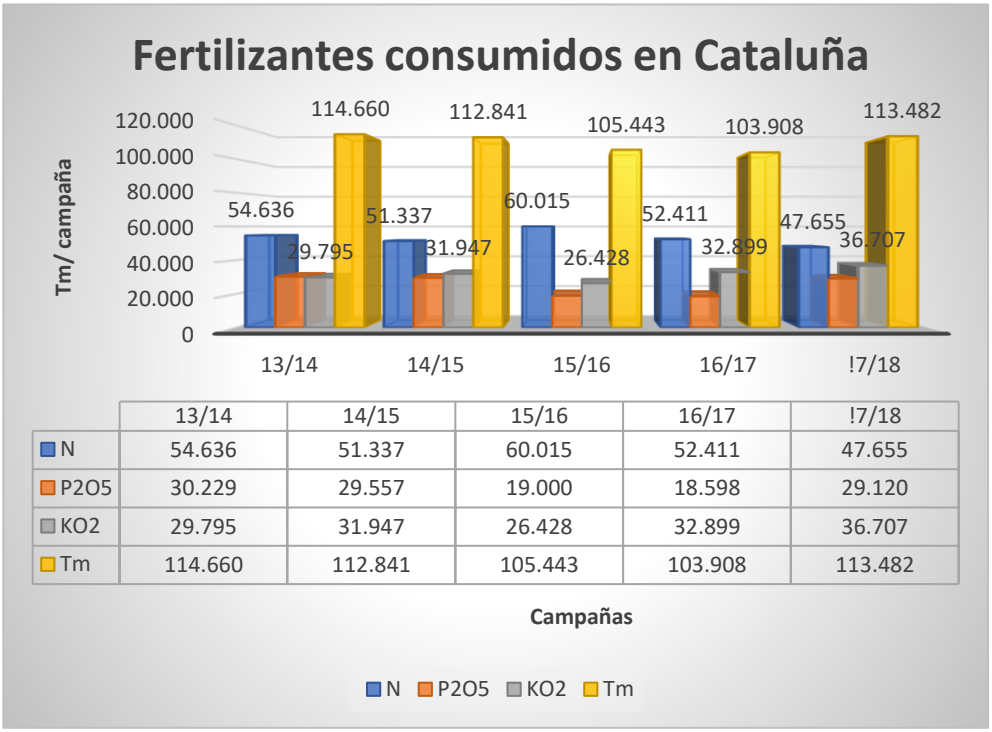
El mapa ofrece una visión general de área estudiada, que incluye regadíos y secanos, y mediante la coloración, los cultivos vegetales dominantes.

Es fácil suponer que, con tal extensión de cultivos, las labores agrarias en suelos y plantas, deben ser intensas, lo que conlleva consumos de combustible y formación de aerosoles, en las cercanías con el consiguiente impacto medioambiental. A simple vista no se destaca ninguna relación entre los cultivos de la zona y los valores de los PCR en IB100G.

Hará falta conocer cómo actúan las presiones para conocer el grado de afectación a las aguas.

5.8.11. Presiones derivadas del uso de agroquímicos, nutrientes y PFS

a) Fertilizantes consumidos. Siendo lo anterior un generador de presiones sobre este territorio, los consumos de agua y agroquímicos, son sin lugar a duda generadores de presión mucho más impactantes. En la imagen 44/6 se pueden observar las cantidades de fertilizantes anualmente consumidas en Cataluña, según Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, cuyas últimas estadísticas corresponden a los años 2017/2018[31], en Cataluña fueron 113.482 Tm.



	13/14	14/15	15/16	16/17	!7/18
N	54.636	51.337	60.015	52.411	47.655
P2O5	30.229	29.557	19.000	18.598	29.120
KO2	29.795	31.947	26.428	32.899	36.707
Tm	114.660	112.841	105.443	103.908	113.482

Imagen 42.5. Consumo anual de fertilizantes en Cataluña. (Fuente: elaboración propia).

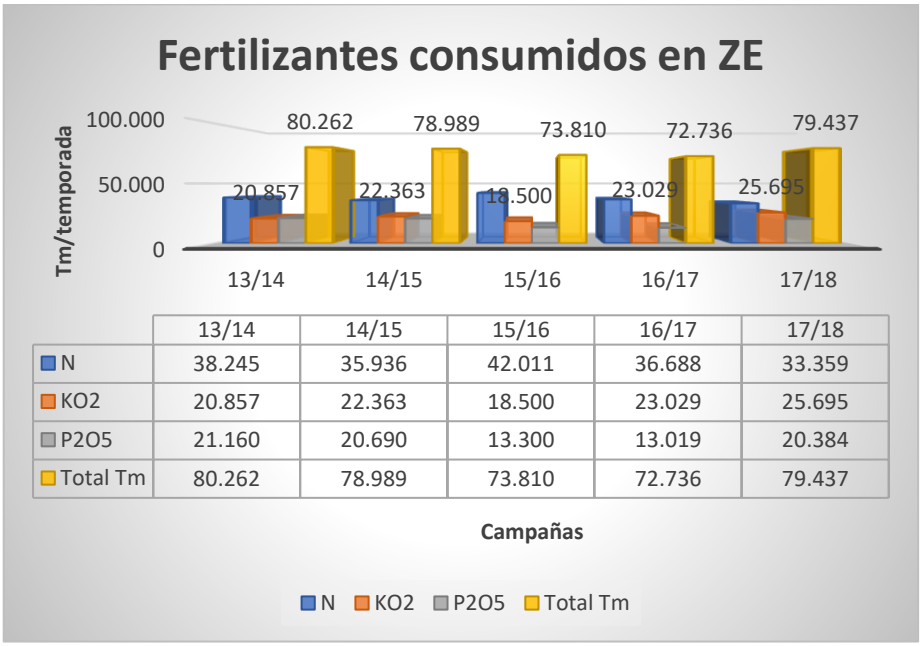
Para las agrupaciones de agricultores y de comerciantes de productos para la agricultura, el 70% del consumo de Cataluña se centraliza en las comarcas de Lleida, donde se encuentra la agricultura intensiva más importante del territorio.

[31] Para España 1.918.213 miles Tm.

Todo ello da a lugar a un consumo estimado que reflejamos en el cuadro 45/6.

Si consideramos las tierras de labor, analizadas en el capítulo 4, existen 259.991 ha dedicadas a la agricultura; 138.000 ha de regadío y 121.540 ha de secano.

Para poder exponer con claridad la magnitud de la presión que el uso de los fertilizantes representa, hemos contabilizado el consumo por periodos, que, en este caso, son los cinco años que se exponen en los cuadros; 385.234 Tm en cinco años. Si consideramos un reparto uniforme entre toda las ha en producción 385.234 / 259.991 =1,481 Tm /ha. Lo que representa 1.481 Kg/ha en cinco años o 296,2 Kg/ha por año.



	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18
N	38.245	35.936	42.011	36.688	33.359
KO2	20.857	22.363	18.500	23.029	25.695
P2O5	21.160	20.690	13.300	13.019	20.384
Total Tm	80.262	78.989	73.810	72.736	79.437

Imagen 43.5. Fertilizantes consumidos en la Zona de estudio. (Fuente: elaboración propia).

b) Productos fitosanitarios (PFS) utilizados.

Tabla 19.5. Consumos y costes de los PFS. (Elaboración propia).

Consumo de fitosanitarios en Catalunya			
Año	Tm	Coste	Tm. Z.E
1999	8.952		5.819
2000	8.677		5.640
2001	9.449		6.142 65%
2002	8.761		5.695
2003	7.915	57.062	5.145
2004	9.125	53.976	5.931
2005	7.141		4.642
2006	6.796	45.106	4.417
2007	6.305	46.687	4.098
2008	7.435	56.512	4.833
2009	7.586	58.000	4.931
2010	9.457	50.322	6.147
2011	8.563	60.367	5.566
2012	8.803		5.722
2013	8.810	66.054	5.727
2014	9.632	77.142	6.261

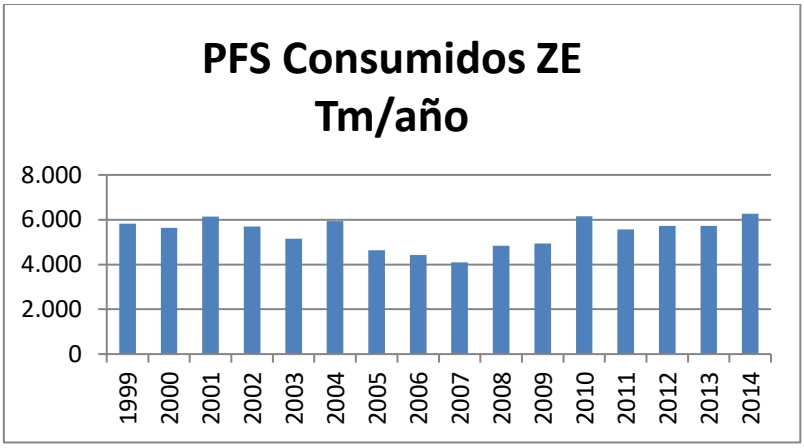


Imagen 44.5. PFS consumidos en la zona de estudio. (Fuente: elaboración propia).

Los datos de la tabla y los graficos anteriores, proceden del instituto Aragonés de Estadistica y de la fuente AEPLA (Asociocion empresarial para la Proteccion de las Plantas).

Por su posible persistencia en el suelo y en los acuiferos confinados, añadimos el consumo total de PFS para los siguientes quinquenios:

2000-2004 43.934 Tm

2005-2009 35.266 Tm

2010-2014 45.268 Tm

Según lo anterior, hemos aplicado 124.468 Tm de PFS a lo largo de 15 años 8.297 Tm/año, sobre una cantidad unitaria de 412,52 Kg/ha. durante 15 años o lo que es lo mismo; 27,5 Kg/ha/año.

Toneladas de PFS que se han añadido a las plantas, suelos, y posibles aguas subterraneas durante los quinquenios mencionados, en una superficie de regadio de 138.451 ha. y 121.540 ha. de secano. Un total de 259.991 ha., que de media serian 124.468.000 / 259.991 = 478,739 Kg/ha. en 15 años = 31,91 Kg.ha y año.

Teniendo en cuenta el criterio general aceptado y que se refleja en los costes de produccion; en los secanos se aplica solo un 85% de lo que se aplica en los regadios:124.468.000* 0,85 = 105.797.800 Kg/regadio, entre 138.451 ha. regadas, 764 kg aplicados en 15 años, en los regadios 50,94 Kg ha. y año, . en los secanos (124.468.000-105.797.800= 18.670.200 Kg ha. en 15 años 1.244.680 kg ha. y año 10,240 kg ha. año.

Efectos de los PFS sobre la salud. Los PFS entran en contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, pues estos pueden encontrarse en función de sus características, en el aire inhalado, en el agua y en los alimentos, entre otros medios ambientales.

Un PFS dado tendrá un efecto negativo sobre la salud humana cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros. Puede darse una exposición directa a PFS (los trabajadores de la industria que fabrican plaguicidas y los operarios, en particular, agricultores, que los aplican), o una exposición indirecta (los consumidores, los residentes y los transeúntes). En particular durante, o después, de la aplicación de PFS en agricultura, jardinería o terrenos deportivos, o en el mantenimiento de edificios públicos, la lucha contra las malas hierbas en las lindes de carreteras, vías férreas y otras actividades.

La toxicidad de los PFS se puede expresar de cuatro formas: Toxicidad oral aguda, Toxicidad dérmica, Toxicidad por inhalación y Toxicidad crónica. A partir de las diferentes Directivas[32] y las disposiciones reglamentarias a nivel nacional, se tiende a evitar el uso indiscriminado de PFS en todas las áreas y proporcionar alternativas para el uso de medios sustitutivos de control biológico.

5.8.12. Presión que ejerce la ganadería en general

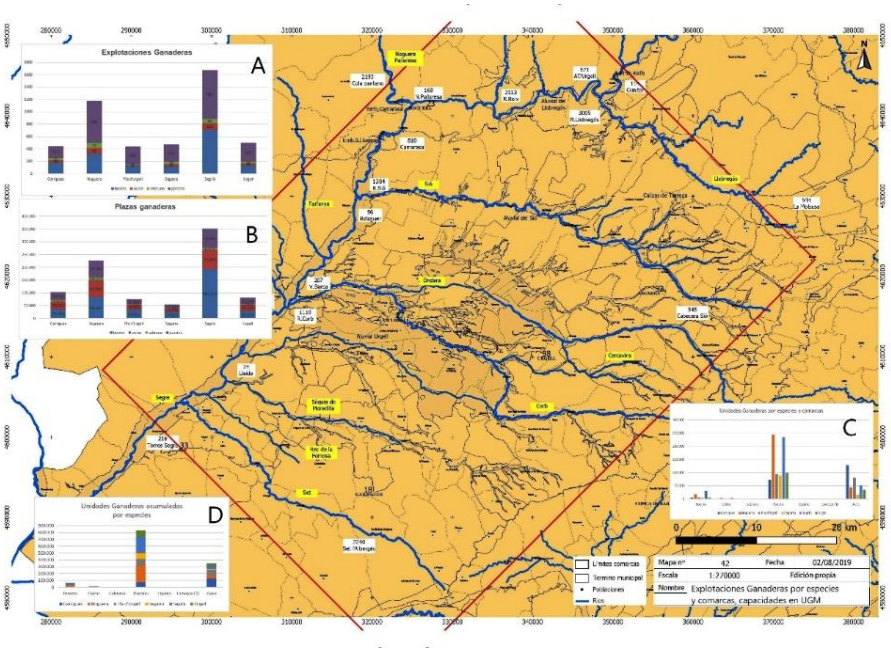


Imagen 45.5. Mapa 42. ZE, A: explotaciones, B: plazas ganaderas, C: unidades ganaderas por especies y comarcas D: UGM por especies y comarcas. (Fuente: elaboración propia).

[30] Directiva sobre el uso, sostenible de la PFS 2009/128/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 21 de octubre de 2009. Informe resumido de la FAO sobre a Agricultura Mundial hacia los años 2015 - 2030 (ISBN 92-5-304761-5).

32

Trazado en una escala de 1:270.000, y marcada la zona de estudio, en cuatro gráficos se presentan datos sobre las especies ganaderas:

En el gráfico A, se han contabilizado las explotaciones ganaderas, en cada una de las comarcas: Garrigues, Noguera, Pla d'Urgell, Segarra, Segriá y Urgell. A modo de ejemplo se puede ver que la suma de las explotaciones ganaderas, por comarcas, alcanzan la cifra de más de 1.600 explotaciones. Destaca la comarca del Segriá en ganado bovino y porcino. También debe señalarse que una buena parte de la concentración ganadera de la comarca del Segriá, se encuentra en las tierras del margen derecho del rio Segre, que no se incluyen en la zona estudiada.

En el gráfico B, un gráfico de barras, una por comarca, se añaden las plazas ganaderas por especies para cada una de las comarcas citadas en el párrafo anterior. Plazas ganaderas, que como se observa alcanza las 350.000.

En el gráfico C, se representan las unidades ganaderas por especies y comarca, donde se aprecia con claridad que la especie ganadera dominante es la del porcino, seguida de la aviar. Comparativamente las otras especies ganaderas son menos representativas.

En el gráfico D, se representan las unidades ganaderas acumuladas por alcanzamos la cifra de 800.000 de porcino.

5.8.13. Presión que ejerce la ganadería de explotaciones porcinas estabuladas

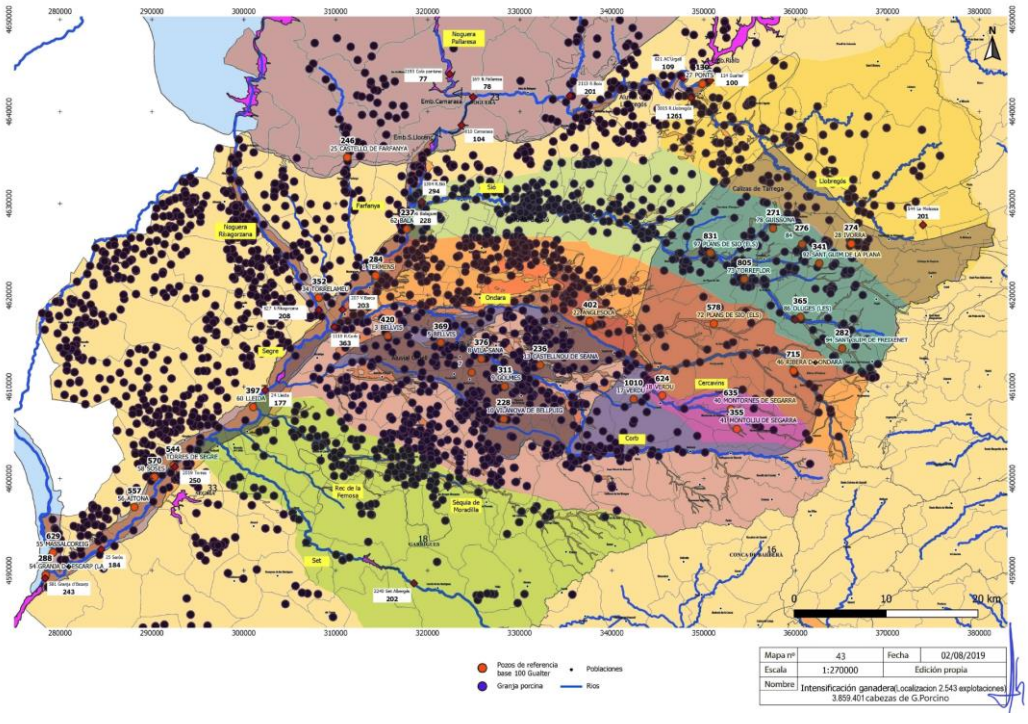


Imagen 46.5. Mapa 43. Localización de 2.543 explotaciones porcinas. (Fuente: elaboración propia).

El mapa se ha realizado sobre las capas de hidrología superficial y subterránea a la que se ha añadido la de subcuencas. Las subcuencas vienen determinadas por la orografía del terreno, de forma que con frecuencia los límites entre ellas coinciden con las líneas de las cadenas montañosas, aunque es este caso sean pequeñas la diferencia de las alturas relativas. Pero es interesante verificar que la localización de las explotaciones casi nunca coincide con los límites entre subcuencas, y también que, por las necesidades de agua de estas, las explotaciones se localizan en los aluviales o en las proximidades de estos. Las explotaciones ganaderas deben encontrarse, por exigencias de la legislación vigente a una distancia mínima de 500 metros. Al observar en el mapa 43, puede dar la impresión de un incumplimiento de la normativa. Sobre un muestreo realizado, todas las consideradas guardan esta distancia.

5.8.14. Presión que ejerce la ganadería de explotaciones avícolas estabuladas

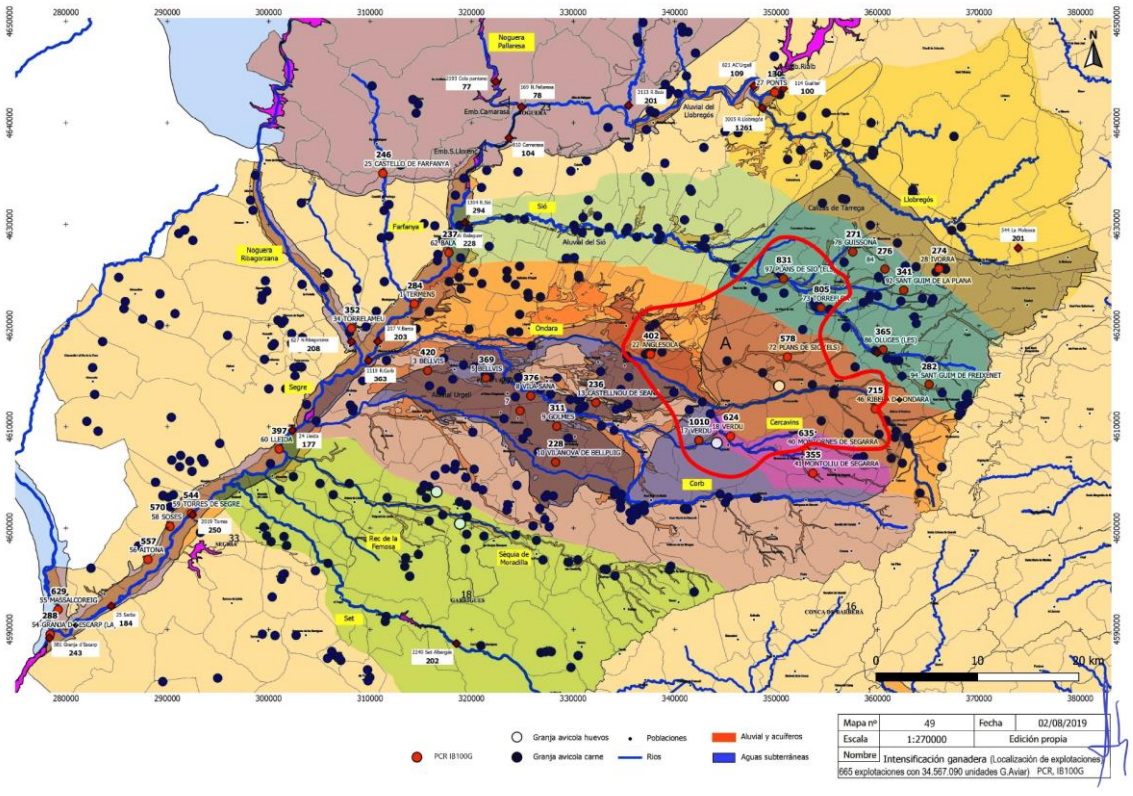


Imagen 47.5. Mapa 49. Localización de 665 explotaciones avícolas con un censo 34,56 millones de aves. (Fuente: elaboración propia).

Con un criterio semejante al de las explotaciones porcinas, las explotaciones de avicultura no se localizan en los límites de las subcuencas y mayoritariamente lo hacen en los aluviales de los cursos de agua o en sus inmediaciones. Distinguimos con círculos azul oscuro las explotaciones avícolas para producción de carne, y con círculos blancos (solo cuatro) las de producción de

huevos, de entre ellas sólo una cuenta con más de 8 millones de gallinas ponedoras.

Entre los PCR IB100G, uno de los de mayor valor, es el de 17 Verdú con IB100G 1010. Se encuentra en la cabecera de un afluente del rio Corb, una vez su curso sigue la rama norte al entrar del Urgell al aluvial de Urgell. No encontramos justificación aparente para este valor tal alto. El punto se encuentra en las cercanías de una explotación de gallinas ponedoras con un censo superior a los dos millones de ejemplares.



Imagen 48.5. Explotación avícola moderna, pollos para carne.

5.8.15. Presión que ejerce la ganadería estabulada (según los censos conjuntos de porcino y aviar)

En la Imagen 49.5 se presenta el mapa 50. Se reúnen las explotaciones porcinas y avícolas. Nos pone de manifiesto que si las presiones ocasionadas por la agricultura, con su infraestructura hidráulica de regadío y de extracción de aguas subterráneas, junto a la importancia de los insumos de agroquímicos, las presiones ocasionadas por la ganadería no van a ser menores.

No es frecuente ver en la Península una zona ganadera que en tan pocos km2 tenga tal densidad. Es a partir de estos mapas que se comprende la razón de la potente fuerte red viaria que hemos presentado en la Imagen 39/6, y que comunica la zona estudiada con el resto de Cataluña. Principalmente hacia los grandes mercados de consumo de Barcelona, y con el resto de la península a través de la autopista A7, por el eje del mediterráneo, y la A2 hacia Madrid, mediante la C-32, hacia Francia vía Girona. Con el eje ferroviario AVE se comunica con Madrid, Barcelona y Francia.

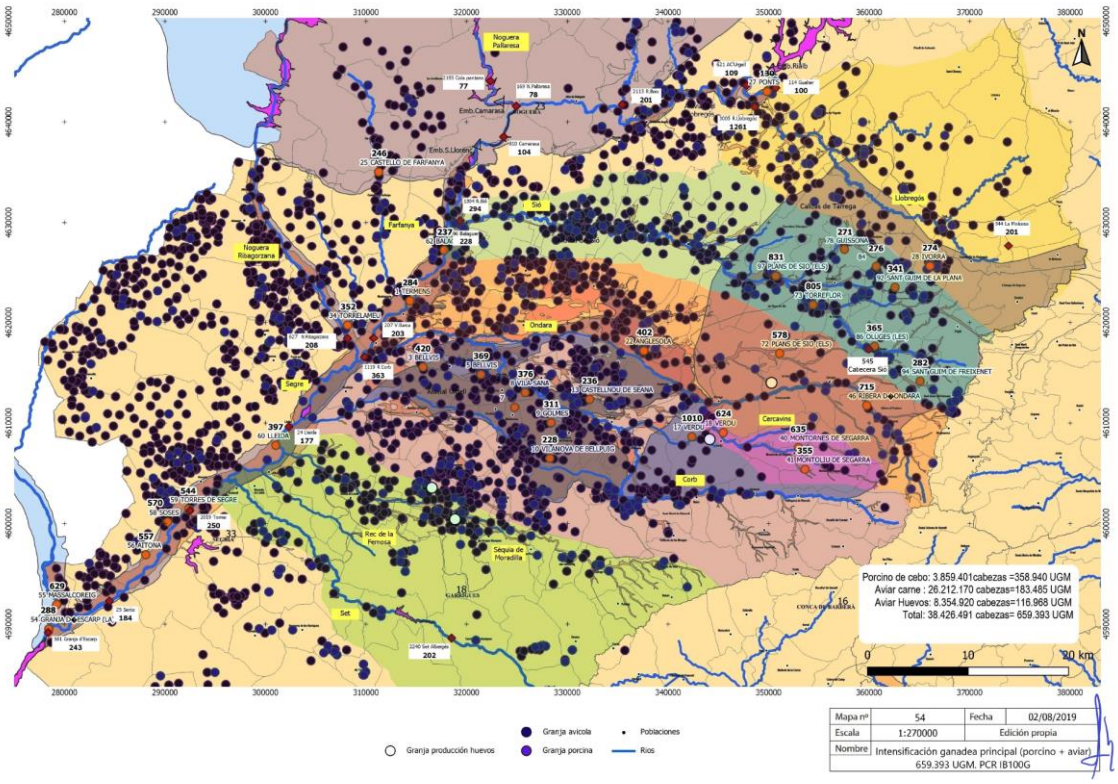


Imagen 49.5. Mapa 50. Explotaciones ganaderas aviar y porcino, 659.393 UGM. (Fuente: elaboración propia).

En la imagen 49.5 se han agrupado las explotaciones de las especies dominantes en la zona (porcino y aviar). Están localizadas las granjas de porcino con un círculo de color negro, las explotaciones de avicultura con un punto de azul oscuro y con un círculo de fondo blanco las explotaciones avícolas para la producción de huevos.

El mapa está trazado sobre una base de subcuencas, las aguas subterráneas están del mismo color intensificado y también se añaden los puntos de control IB100G con su identificación y el número de índice. En el mismo mapa se añade una casilla donde aparece la cantidad de cabezas por cada especie y su conversión en unidades de ganado mayor (UGM).

Se contabilizan más de 3,85 millones de cabezas de porcino que representan 358.940 UGM. El aviar para carne, representa 26,202 millones de cabezas, equivalentes a 183.481 UGM. Respecto al aviar de producción de huevos, se contabilizan 8,354 millones de cabezas, equivalentes a 116.968 UGM. En total de estos 38,426 millones de cabezas, su equivalencia de UGM es 659.393.

5.8.16. Presión derivada de los purines y estiércoles de la ganadería estabulada

a) Presión por los purines

La producción de purines en las explotaciones porcinas tiene un valor medio de 1,65m^3/plaza engorde y año y una generación de nitrógeno 7,25Kg de nitrógeno/plaza de engorde y año.[31]

El purín está formado en un 95% por agua, lo cual encarece su transporte para ser utilizado como fertilizante.

Para determinar la cantidad de purines producidos en la zona de estudio se ha estimado los engordes de los cerdos en 6 meses, por la tanto el número de plazas porcinas para una población de 3.859.401 animales, es del orden 1.930.000 plazas que multiplicando por 1,65 plaza y año nos da la cantidad ligeramente superior a les 3 millones de metros cúbicos de purines que se generan en la zona.

Tabla 21.5. Riqueza de nutrientes en los abonos orgánicos. (Fuente DARP).

TAULA ORIENTATIVA DEL CONTINGUT DE NUTRIENTS D'ALGUNS ADOBS ORGÀNICS

Bestiar	Tipos	Fase/Sistema productor	*Kg N/m³ oTn*	*Kg P_2O_5/m³ o Tm*	*Kg K_2O/m³ o Tm*
Porcí	Purí	**Engreix**	**5,7**	**3,6**	**4,2**
		Reproductora	2,9	2,1	1,8
		Garrins (6-20kg)	3,4	2,6	1,7
		Cicle tancat	3,4	2,4	2,5
Vacu	Purí	Vaca de llet	3,3	1,5	3,4
		Engreix de vedells	5,2	1,7	3,6
	Fem	Vaca de llet	5,5	2,0	7,9
		Vaca de carn	3,0	2,0	5,0
		Vedell d'engreix	6,0	5,0	6,0
Aviram	Gallinassa	Gall dindi	32,4[1] / 24,9[2]	25,8	20,0
		Pollastre d'engreix	**29,6[1] /22,8[2]**	**21,1**	**17,7**
		Gallina ponedora	**16,3[1] /12,5[2]**	**10,4**	**8,0**
		Gallina reproductora	22,6[1] / 17,5[2]	33,9	23,6
		Gallina reposició	25,4[1] / 19,5[2]	45,8	25,5
Ovi-cabrum	Fem	Ovella de Carn	9,7	5,0	10,0
		Ovella de llet	8,1	3,2	8,6
		Cabra	9,4	5,0	9,0
	Purí	Ovella de llet	7,3	3,4	7,1
Equí	Fem	Cavall	5,7	2,1	8,2
Cunícola	Fem	Conill	8,4	10,3	9,5
Altres*		Compost de fems	12,0	15,6	12,5
		Compost de llots de depuradora	18,8	23,3	6,2
		Llots de depuradora **	10,5	13,0	1,2
		Digestats de purin + altres cosubstrats	3,5	1,4	1,3
		Fracció sólida purí porcí	5,3	13,6	2,3

*Aquest materials están subjectes a una variabilitat associada a les primeres utilitzades en cada planta.
**Només poden anar a aplicació agrícola els llots de depuradora que hagin estat prèviament tractats.
[1]Mostra agafada de la nau excepte en el cas de ponedores que s'ha agafat de la cinta transportadora.
[2]Mostra agafada del femer.
Dades d'analítiques del DAAM i recull bibliogràfic
S'autoritza la utilització del contingut d'aquest estudi amb l'obligació de fer contar la Font/Se autoritza la utilització del contendiu de este estudio con la obligació de h acer constar la font:
Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural-28/08/2013.

Suponiendo muy teóricamente que no se perdieran nutrientes en las balsas ni volatilizando, y los repartiéramos entre las 259.991 ha totales de cultivos, tendríamos 18.151.650 kg de N t/ 259.991 = 69,82 kg/ N t/ha, que sumados a la aportación de N mineral (comentario Imagen 41/6) 143,4 Kg/ha supondría una aportación teórica de 213, 21 kg/ha sobrepasado en 43 kg/ha, el máximo permitido por el decreto que regula las cantidades máximas en las zonas vulnerables a la contaminación de suelos y aguas[33] . En el capítulo ocho lo desarrollamos con más detalle.

b) **Presión por el estiércol de avicultura (gallinaza)**

Con el ganado avícola desarrollamos un procedimiento semejante que el utilizado para el estiércol porcino.

Tabla 22.5. Composición de nutrientes del estiércol avícola. (Fuente DARP).

COMPOSICIÓN DE LA GALLINAZA		
Parámetro	Gallina ponedora	Pollo engorde
pH	7,37	7,87
C.E.	7,24	6,12
Humedad %	65,16	41,18
Solidos totales %	24,37	89,4
Solidos volátiles %	16,16	73,7
Nitrógeno gr/kg	40,3	**34,6**
Nitrógeno amónico gr/kg	15,25	**5,86**
Nitrógeno nítrico gr/kg	0,55	**0,32**
Carbono orgánico %	30,43	35,50
Fosforo en gr/kg	9,53	**9,36**
Potasio gr/Kg	21,74	**19,63**
Calcio gr/Kg	66,15	14,59
Magnesio gr/kg	6,95	3,66
Sodio gr/kg	3,63	2,86
Solidos fijos %	8,21	15,6

La media de producción de gallinaza es de 1,52 Kg/pollo, en su ciclo productivo, y en las gallinas ponedoras de 3,25Kg.

Gallinas ponedoras: 8,354.000 millones de cabezas, 3,25 kg gallina = 27.150.500 Kg de gallinaza + 26.202 .000 pollos *1,52 = 39.827.040 = 66.029 040 Kg de gallinaza = 66.000 Tm.

Si aplicamos estos datos sobre la población aproximada de 34.567.090 ganados aviar, nos encontramos con la cantidad total de gallinaza producida en la zona de 66.000 Tm/año.

Esta gallinaza contiene 0,04078 kg de N t/kg. Gallinaza = 2.691.480 kg de Nt.

Que repartido entre 259.992 ha representaría 10,352 kg N t /ha.

[31] Decreto 153/2019 3 julio epígrafe 20.1 170 kg/ha.

Con estas elementales cifras queremos poner de manifiesto la falta de superficie dedicada a la agricultura para poder absorber tamaña cantidad, claramente excesiva de 43 +10,352 = 53,352 Kg de N t por ha de cultivo en la zona. Cifras semejantes se pueden obtener del resto de los nutrientes contenidos, en esta ingente masa de purines y estiércol. En el capítulo ocho se desarrolla.

Respecto a los residuos, a nivel estatal el RD 10/1998, transpone la directiva 91/156/CEE.

Hay que destacar que no se consideran residuos, los subproductos ganaderos cuando se utilizan en el marco de las explotaciones agrarias como abonos. Además, hay que regular la posibilidad que puedan ser sometidos a compostaje, secado artificial y otros similares.

Sobre los vertidos, hay que considerar el RD 606/2003 sobre el reglamento de dominio público hidráulico, el cual determina que cuando los subproductos procedentes de las explotaciones ganaderas se eliminen vía vertidos a cauce público, deberán someterse previamente a un proceso de depuración para alcanzar los parámetros que permitan su vertido

5.8.17. Estimación del conjunto de presiones en la zona

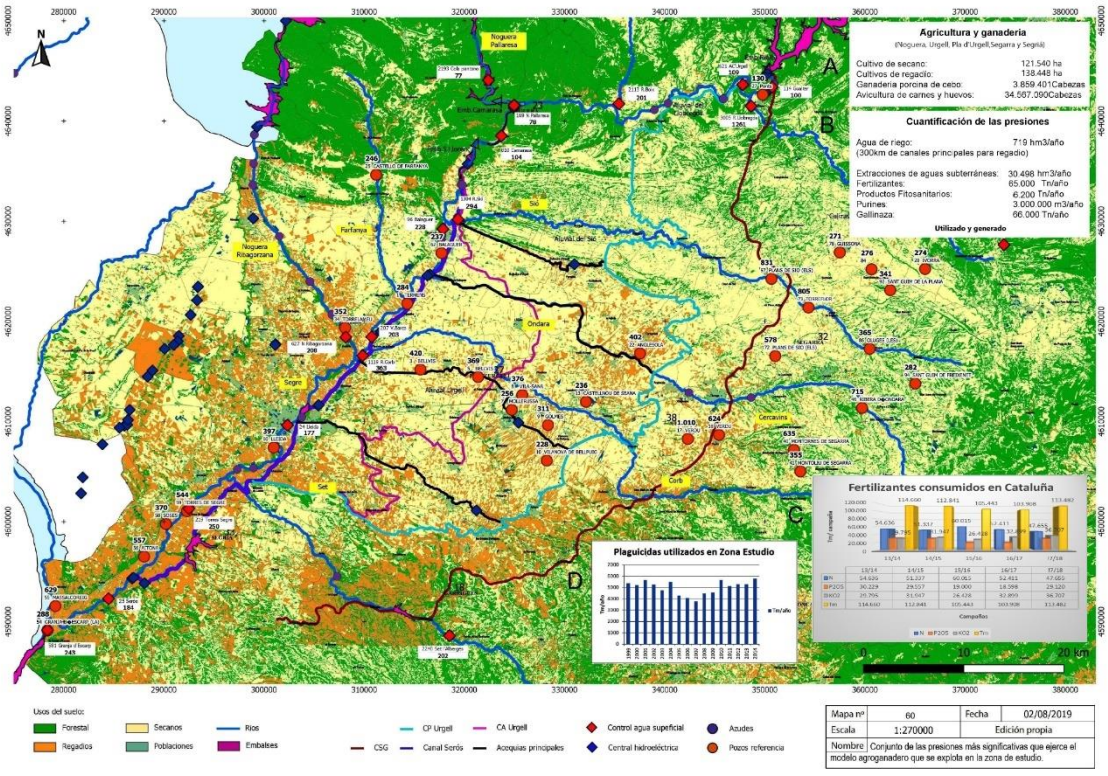


Imagen 50.5. Mapa 51. Cuantificación de las presiones que se ejerce sobre la zona. (Fuente: elaboración propia).

El mapa se ha realizado sobre una capa base de usos del suelo, a la que se ha sumado la infraestructura hidráulica para regadíos. Se mantienen los puntos de control de referencia con la indicación de IB100G, sobre este territorio hemos añadido 2 gráficos, en los que se indican las Tm/año utilizadas de PFS desde el

año 1999 al 2014. Se observa que el consumo de los PFS en la época reciente de crisis, descendió. Con toda probabilidad, para abaratar el coste de producción. Una vez superado este bache económico, el consumo vuelve a los niveles previos a la crisis e incluso los supera levemente. A continuación, presentamos el gráfico por campañas agrícolas de los fertilizantes minerales, que presumiblemente se han utilizado.

Es conveniente recordar que los PFS, teóricamente de carácter degradable, están presentes en µgr, en las aguas superficiales, según los análisis y resúmenes publicados por la CHEbro, y que representamos en el mapa de la imagen 62/6, sobre el tramo de Bajo Segre.

Disponemos de los datos de la campaña 2012/2013, hasta 2017/2018. Señalar la tendencia a la baja de la cantidad de nitrógeno y también de los consumos de potasio y fósforo. Pero han ascendido los fertilizantes de potasio y de fósforo, alcanzando valores superiores al de todos los años que forma el gráfico. Estos dos gráficos (PFS + nutrientes) son los que se conocen con carácter oficial y que el Ministerio y la Asociación de Fabricantes publican periódicamente.

En la parte superior derecha del mapa, se observa el valor de las presiones a la que está sometida esta zona del territorio. Se especifican las Ha de secano y las de regadío, de acuerdo con la declaración DUN, que realiza el Ministerio de Agricultura, y en Catalunya el DARP.

La ganadería porcina de cebo se cifra en 3,85 millones de cabezas al año y la de avicultura de carne y huevos en 34,567 millones. No es preciso aportar más cifras; todo el mundo es consciente que 38 millones de especies ganaderas, sin que exista una infraestructura adecuada para el tratamiento de los residuos ganaderos de ellos, la gran mayoría acaba y acabará, casi siempre en el suelo agrícola, con el consiguiente peligro para el propio suelo y la afectación de los acuíferos, entre ellos, el Aluvial de Urgell y las Calizas de Tàrrega.

El agua de riego que se está utilizando en la zona, teniendo en cuenta la extraída del rio, de acuerdo con la concesión que tienen del Estado, y por las extracciones que se realizan en los pozos autorizados, y que como mínimo es el volumen de la concesión, si sumamos estas dos cantidades alcanzamos la cifra 719 Hm^3 de agua año. Sólo las concesiones de aguas superficiales y las extracciones de los pozos individuales, representan 25,69 Hm^3/año.

Si a esta cantidad de agua le añadimos una media de 80.000 Tm/año de fertilizantes y 6.000Tn/año de PFS, más una estimación de 3 millones de m^3/año de purines y 66.000Tnm de gallinácea, y atendiendo a su repetibilidad anual de forma más o menos semejante, se puede concluir que posiblemente estamos sobrepasando el límite de las cosechas y del almacenaje de los suelos, que desgraciadamente debe estar alcanzando a las aguas subterráneas y a los ríos. En la actual situación el Segre bajo, que a modo de colector de drenaje de todos los excesos que se vierten en la superficie de los campos dedicados a la explotación del actual modelo agro ganadero

Efectos de las presiones a las que está sometida la zona constatándolo sobre las aguas superficiales y subterráneas.

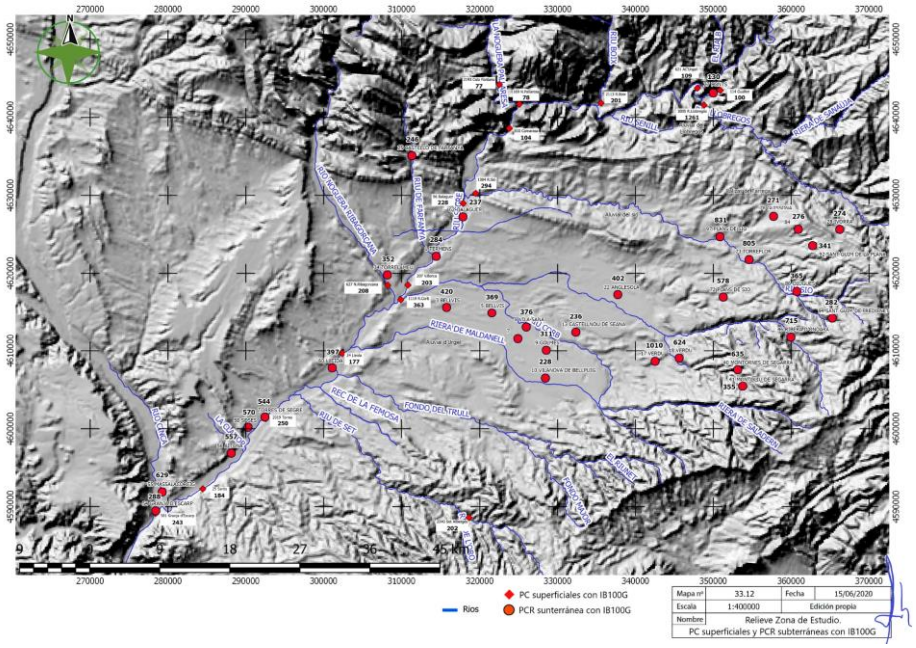


Imagen 51.5. Visión en 3D, ZE con los ríos y los PCR. Mapa 33.12 Este mapa también se ha utilizado en el capítulo cuarto al describir la Depresión Central, imagen 4/4.

Trazado en escala 1:400.000. Es un mapa en 3D donde se ha añadido la capa de ríos, y también con rombos rojos, los puntos de control de aguas superficiales con su identificación, y la totalidad de puntos de control de referencia, situados en el Aluvial del Segre y los que están tierra adentro.

a) Presiones relacionadas con los Canales de Urgell.

Apuntes sobre los canales de Urgell, clima, disponibilidad de agua y uso**.** En la imagen 52.5 del mapa desplegable se ha trazado en una escala de 1:160.000 sobre la capa la división de las 22 colectividades de regantes, en las que se distribuye el agua de riego. De la hidrología superficial en esta zona, se incluye los ríos Segre bajo, Ondara y Corb, los canales Principal y Auxiliar y las cuatro acequias principales.

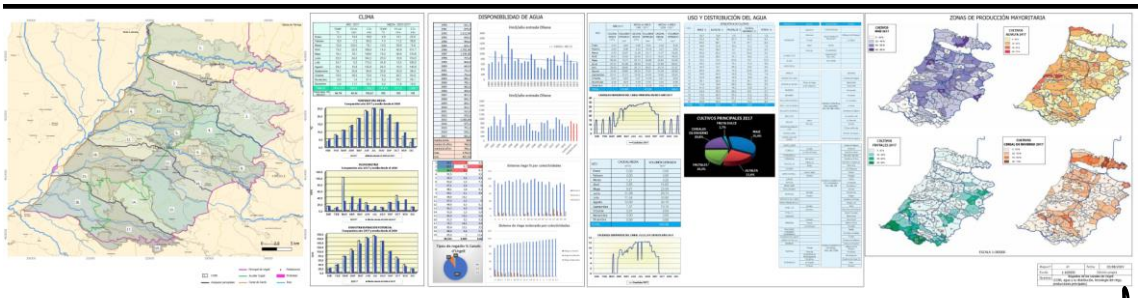


Imagen 52.5. Mapa 52. Formato A4 desplegable con la información más relevante de la explotación de los canales de Urgell: colectividades de regantes, red principal de canales y acequias, clima, agua disponible, uso y utilización del agua en los últimos 25 años, sistemas de regadío, relación de municipios a los que abastece de agua municipios, gasto de agua, sistemas de riego por colectividades, usos del suelo, cultivos principales y zonas donde se cultivan. (Fuente. Informes de los Canales d'Urgell y elaboración propia).

En este mapa se añaden las cuatro zonas con la información básica extraída de los informes anuales publicados por la dirección de los Canales de Urgell[32].

Infografía 1º Se puede ver en tres columnas la temperatura media mensual, la pluviometría mensual, y la evaporación/traspiración potencial. En la tabla se dan las cantidades mensuales para el año 2.017 y también los promedios de los mismos valores citados anteriormente para el periodo 2.000/2.017.

En el gráfico inferior se puede observar las temperaturas medias mensuales, junto a la media de temperaturas mensuales del 2.010/2017.

Siguiendo de arriba hacia abajo, el siguiente gráfico indica la pluviometría mensual en la zona, comparándola con la media entre el año 2000/2017.

Bajo el de pluviometría, se encuentra el gráfico que indica la evapotranspiración potencial del año 2017, comparada con la media del periodo 2000/2017.

En este gráfico se observa claramente que la evaporación/transpiración potencial del año 2017, supera la media de los 18 años anteriores. Se deduce que la temperatura ambiente anual va aumentando progresivamente y que su efecto sobre las plantas y el suelo, hacen que la evaporación/transpiración potencial aumente, respecto a la media de los 18 años anteriores.

En la infografía 2ª. La disponibilidad de agua, el agua que entra anualmente en el embalse de Oliana (desde 1990 al 2017 decrece cada año). Observando esa serie de volúmenes de agua, se deduce que progresivamente cada año se dispone de menos agua (se ha trazado la curva de ajuste y obtenida la ecuación de este ajuste).

La 3ª infografía. Uso y distribución del agua, uso del agua que se hace por las diferentes colectividades del canal de Urgell.

En el cuadro se incluye una tabla que recoge el porcentaje de las diferentes tecnologías del riego: en la primera columna el número de la colectividad, en la segunda el porcentaje de tierras regadas por inundación en cada colectividad, la tercera columna indica el porcentaje de tierras con riego localizado y finalmente en la cuarta columna, las tierras que utilizan el riego por aspersión. Los datos de esta tabla los hemos reflejado en un diagrama circular y en dos diagramas de barras.

Del gráfico circular se deduce que el 90,5% del agua se está utilizando para riegos por manta, un 6% para el riego localizado y 4% para el riego por aspersión. En los gráficos de barras en las abscisas se indica el número de colectividad y en las ordenadas el porcentaje de cada sistema de riego utilizado en cada colectividad.

En el siguiente grafico se puede observar el % del sistema de riego que se emplea en cada colectividad. En la barra de color azul se indica el riego a manta, con el color naranja, el riego localizado y la barra azul oscura, el riego por

aspersión. A simple vista verificar lo que acabamos de deducir con en el gráfico circular.

Con objeto de distinguir las colectividades por su uso del agua, los hemos representado en el diagrama de barras; el uso del agua mayoritario es a manta, colectividad 12, y va disminuyendo progresivamente hasta la colectividad 17 donde a manta se riega el 75,7% de la superficie, con riego localizado el 18,4% y con riego por aspersión el 5,9%.

Dentro de este apartado uso y distribución del agua, se presenta un diagrama circular de sectores donde se recoge los 5 cultivos mayoritarios del consumo del agua:

1,7% para fruta dulce.

19,3% para frutales en general.

20,8% para cereales de invierno.

22,6% para el cultivo de alfalfa.

35,6% para el cultivo del maíz.

También se añade el nombre de las localidades que según la dirección de los Canales de Urgell cita como consumidores del agua que proviene del Canal.

Por último, en el mismo mapa se añaden 4 planos en formato pequeño, que se indican el uso mayoritario de la tierra: maíz, alfalfa, frutales y cereal de invierno.

Datos históricos sobre este regadío.

La superficie regada por los canales de Urgell es de 63.000 Ha.

Se llevó a cabo con la financiación de una entidad privada. La concesión por un periodo de 99 años se inicia en el año 1852, cuando el Gobierno Central autoriza la extracción de 33 m/s de aguas del rio Segre. Para resarcirse de los gastos ocasionados por la construcción del Canal, en los primeros 60 años, los agricultores deben ceder 1/9 parte de la cosecha, al promotor de los canales.

Los últimos 39 hasta alcanzar los 99 años de concesión, el agricultor, debía entregar un 4% de su cosecha destinada a la conservación de la infraestructura hidráulica.

El 26 de marzo de 1862 se regó la primera finca.

Las 4 acequias principales se terminaron en 1865.

En los primeros años de este regadío los payeses no estaban acostumbrados en hacer un correcto uso del agua de riego, ni del mantenimiento de las acequias, ni existía una red de drenaje adecuada.

Al ser salobre la tierra del Urgell (recordemos que fue el lecho marino desde la antigüedad) la primera consecuencia, va a ser el afloramiento de la sal

subterránea. Este problema ocasionó años de malas cosechas y fueron necesarias grandes inversiones adicionales para solventarlo.

Los conflictos entre la S.A. del Canal y los regantes que solo estaban vinculados al pago del 9% a la propiedad del agua, abocaron en manifestaciones, boicots y sabotajes.

Las tierras puestas en regadío tenían un contenido de yesos elevado y para remediarlo se construyó el acueducto Senill en 1906.

Finalmente, el problema de la insuficiencia del Canal Principal para suministrar toda el agua necesaria y garantizar el suministro a toda la superficie teóricamente regable, se solventó con la decisión de construir el Canal Auxiliar con una concesión de $8m^3/s$.

El Canal Auxiliar de Urgell se construyó en 1929. Toma el agua del embalse de Sant Llorenç de Montgai, al norte de Balaguer, y enlaza al Canal Principal cerca de Artesa de Lleida. El Canal Auxiliar tiene una longitud de 71 Km y cruza de Norte a Sur el área limitada por el Canal Principal y el río Segre, tras cruzar las cuatro acequias principales. Así se aseguró el suministro a toda el área prevista de regadío. En el mapa 40 su trazado se identifica con una línea quebrada de color verde. La identificación del Canal Principal en el mapa 40 se identifica por un trazo de color granate,

La concesión de esos caudales debe autorizarla periódicamente la CHEbro.

El abastecimiento de agua se realiza del rio Segre, aguas abajo de la ciudad de Ponts, mediante un azud que desvía parte de las aguas hacia el Canal. La toma de aguas es a partir de este azud.

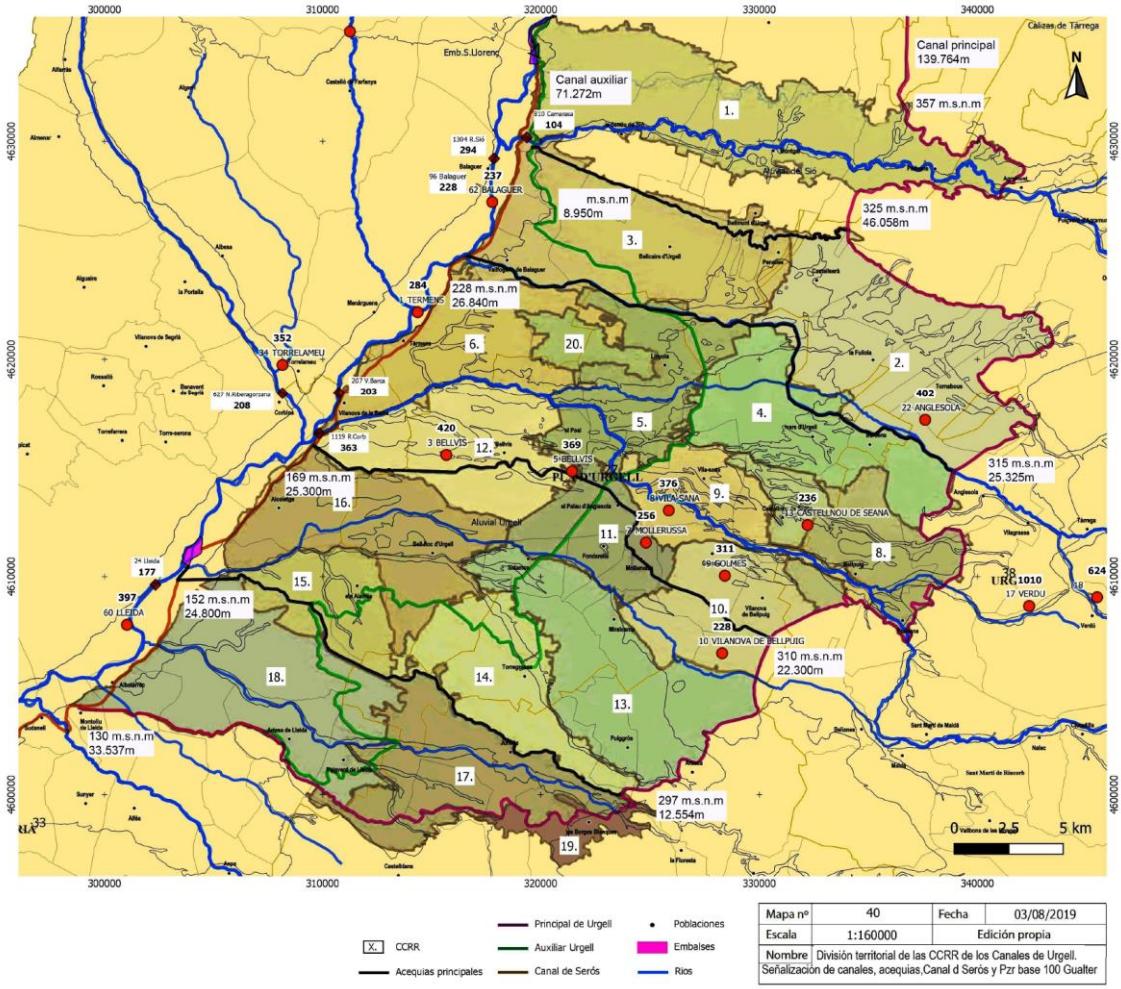


Imagen 53.5. Mapa 40. Canales, acequias y altimetrías de los puntos significativos. (Fuente: elaboración propia).

El trazado del canal supera los 200 Km, recorre desde la cota 400 m.s.n.m. hasta la cota 130, situada en el término municipal de Montoliu de Lleida. El agua se desplaza por gravedad, atraviesa la Sierra de Bellmunt-Almenara a la altura de Agramunt, después de haber recorrido aproximadamente 30 Km.

Debe atravesar el Montclar, y lo hace por un túnel de 5 Km de longitud. Su construcción se inició en noviembre de 1853 y finalizó en noviembre de 1861.

Este canal va bordeando las diferentes cotas en sentido decreciente y se conoce con el nombre de Canal Principal, con posterioridad se trazó un segundo canal (el auxiliar) que toma las aguas del embalse de Sant Llorenç de Montgai, situado este embalse al Norte de la población de Balaguer.

Desde el canal Principal, en sentido Este-Oeste, se trazaron cuatro acequias como ejes principales de distribución el agua para llegar a toda la zona de riego, con la ayuda de multitud de pequeños canales. Las acequias están identificadas con un trazado de color negro.

Las acequias están numeradas de Norte a Sur, la primera acequia tiene la toma en la cota 325m.s.m.n a la altura de Castell Será y desemboca en el rio Segre, cerca de la desembocadura del rio Sió al Segre.

La segunda acequia parte del término municipal de Anglesola, que en el primer tramo coincide con el eje del rio Ondara en la cota 315 m.s.n.m., y desemboca cerca de Vallfogona de Balaguer, a una cota de 228 m.s.n.m. El recorrido de esta acequia es aproximadamente es de 26,8 Km.

Más al Sur en la cota 310 m.s.n.m. en el término municipal de Vilanova de Bellpuig, se inicia la acequia nº 3, que desemboca en el Segre, al Sur de la desembocadura del rio Corb, en una cota de 169 m.s.n.m., después de haber recorrido aproximadamente 25 km

La 4º acequia toma el agua del Canal Principal, en la cota 297 m.s.n.m. y desemboca al sur de la ciudad de Lleida, en la cota 152 m.s.n.m. después de haber recorrido aproximadamente 24 km.

El tránsito del agua por el canal y las acequias está controlado escrupulosamente desde la Casa Canal situada en Mollerusa.

El canal de Urgell utiliza para regadío 611,39 hm^3/año, sin incluir 22,46 hm3 que deriva al abastecimiento de diversas localidades.

La recarga del acuífero Aluvial de Urgell, es de 77hm^3/año, que equivale a un 15% de todo el volumen que utiliza el Canal de Urgell. El sistema de riego mayoritario es por inundación, pero no es eficaz ya que el 15% de esas aguas percolan, y con el fenómeno lixiviación, debe arrastrar una buena parte de los abonados y de los residuos derivados de las aplicaciones de los fitosanitarios.[33]

Documento Encomienda[34] masa agua 093.063 realizado por la DGAE, IGME y la CHEbro. Apartado número 9. Explotaciones de las aguas subterráneas. En el cuadro de derechos de usos inscritos figuran todos los puntos de extracción de agua autorizados en el aluvial de Urgell.

b) Presiones relacionadas con el Canal Segarra-Garrigues

Las zonas que originalmente se proyectaban para el regadío, con las aguas del canal Segarra-Garrigues, eran 110.000 ha brutas. Alrededor del eje del canal de Segarra-Garrigues, se preveían diferentes formas de riego, en las áreas comprendidas entre el canal de Urgell y del Segarra-Garrigues.

Además, se preveían regar una serie de Ha, la mayoría como riego de soporte, en la zona junto al margen izquierdo, hasta al llegar al embalse de Alberges y que conjuntamente con la segunda toma del agua del Segre, en la estación de Albatàrrec, se ampliaba una gran zona del Segriá y las Garrigues.

c1) Zonas previstas originalmente para ser puestas en regadío con las aguas de ACSG.

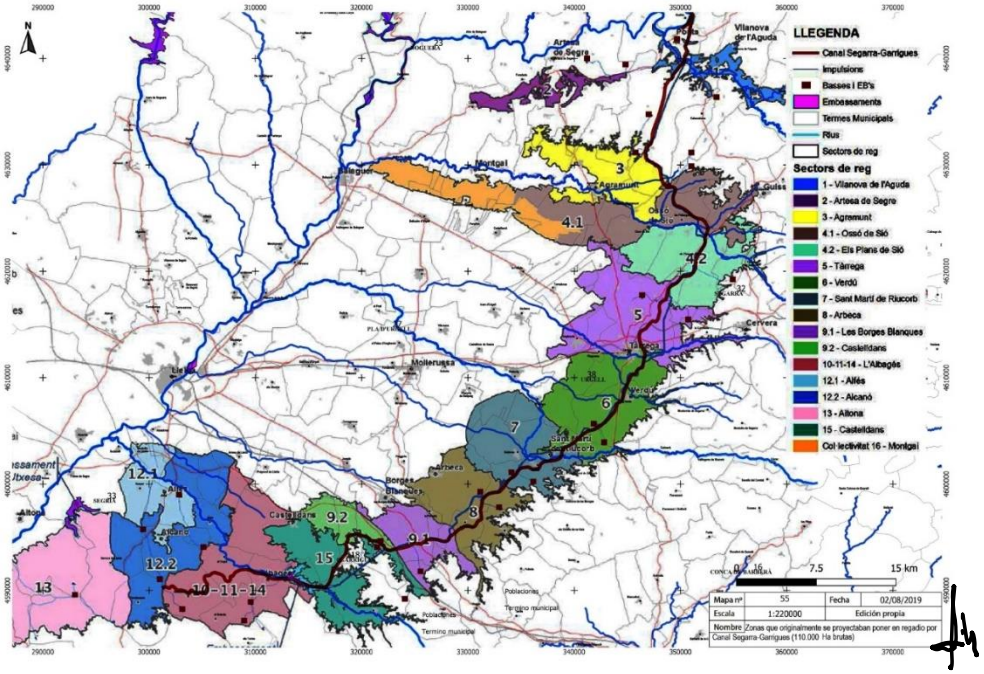


Imagen 54.5. Canal Segarra-Garrigues y zonas originalmente previstas para ser regadas. (Fuente : Elaboración propia).

Se proyectaron 16 sectores de riego[35] que quedó gravemente disminuido el territorio inicial previsto para regadío. Entre los años 2005 y 2009 la Generalitat de Catalunya, llego a segregar el 58% de las tierras proyectadas para pasar a ser regadas en favor de la designación de zonas de especial protección para las aves.[36]

El Canal Segarra-Garrigues, por término medio, se mantiene a una distancia de unos 8 Km al este del Canal principal de Urgell, y las áreas de regadío se han visto segregadas en un 50%, por áreas designadas como zonas de especial protección de las aves, que solo en una parte muy limitada permiten el uso del agua. En resumen, de las 100.000 ha brutas que se ideaban poner en regadío, la cantidad segregada supera el 70%. Todo ello se recoge en el mapa desplegable 56.

c2) Interferencias de las ZEPA, con el proyecto de regadío de CSG. Mapa desplegable 56, 1:220.000.

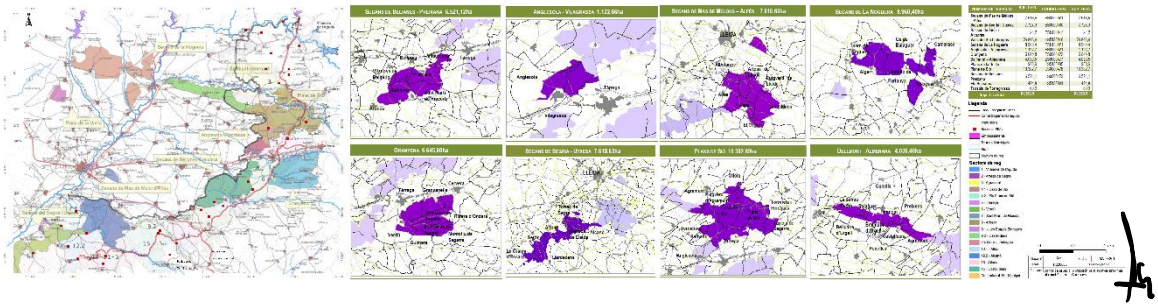


Imagen 55.5. Mapa 56. Ocho de las ZEPA que interfieren el proyecto de regadío con el CSG. (Fuente: elaboración propia).

Imagen 55.5. Mapa 56, trazado en una escala de 1:220.000. Además de este mapa, se añaden otros ocho mapas más auxiliares, uno para cada una de las áreas segregadas, del plan de regadíos, para formar zonas de especial protección de las aves (ZEPA). Los mapas auxiliares están trazados sobre la capa municipal, de forma que se pueda apreciar los municipios afectados por cada ZEPA. Se incluye un cuadro indicando las hectáreas que ocupa cada una de estas áreas, que en conjunto suman 7.618 ha.

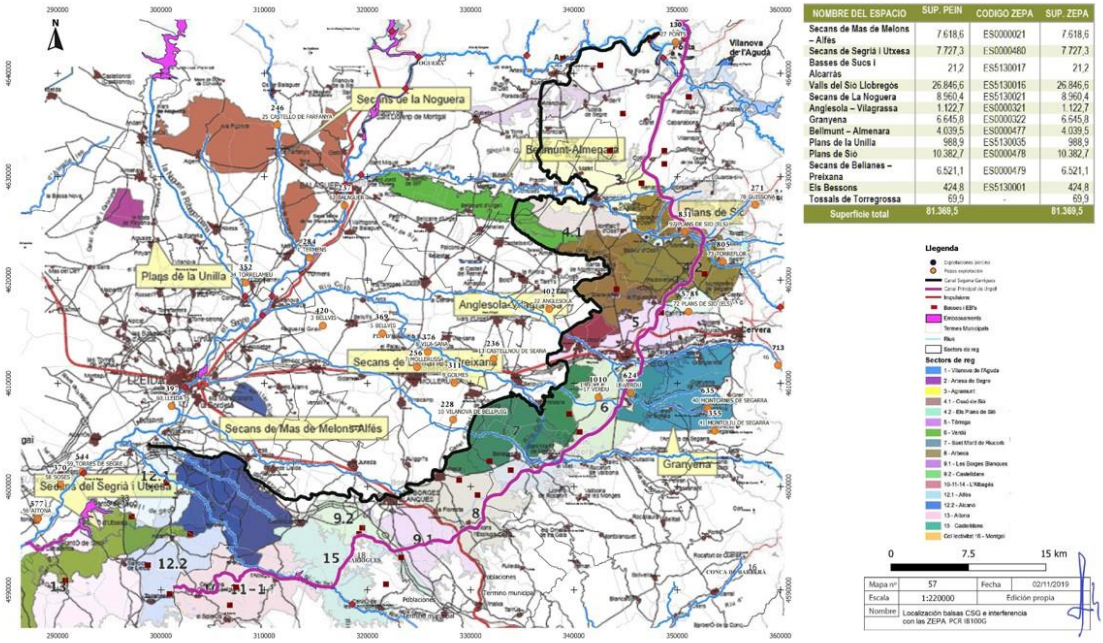
Se puede prestar a debate, la circunstancia, de que cinco de estas áreas segregadas de los nuevos regadíos, limitan con el trazado del Canal Principal de Urgell.

En los mapas 57, 58 y 59, repetimos el mapa 56, pero añadiendo en cada uno de ellos, una capa diferente: la capa de las balsas de almacenaje y distribución de las aguas de CSG, en el mapa 57, las explotaciones de ganado porcino, en el 58 y las explotaciones de avicultura, en el 59.

El objeto de estos mapas es complementar los detalles de la afectación de estas ZEPA. Además de las mencionadas tierras que no se podrán regar[34], se indican las infraestructuras existentes con anterioridad, como son las balsas de distribución de agua, las explotaciones porcinas y las explotaciones avícolas.

c3) Balsas de almacenaje y distribución del agua que quedan dentro de las ZEPA.

El trazado del canal principal de Urgell está trazado en color negro y el Segarra-Garrigues, en granate.



NOMBRE DEL ESPACIO	SUP. PEIN	CODIGO ZEPA	SUP. ZEPA
Secans de Mas de Melons – Alfés	7.618,6	ES0000021	7.618,6
Secans de Segrià i Utxesa	7.727,3	ES0000480	7.727,3
Basses de Sucs i Alcarràs	21,2	ES5130017	21,2
Valls del Sió Llobregós	26.846,6	ES5130016	26.846,6
Secans de La Noguera	8.960,4	ES5130021	8.960,4
Anglesola – Vilagrassa	1.122,7	ES0000321	1.122,7
Granyena	6.645,8	ES0000322	6.645,8
Bellmunt – Almenara	4.039,5	ES0000477	4.039,5
Plans de la Unilla	988,9	ES5130035	988,9
Plans de Sió	10.382,7	ES0000478	10.382,7
Secans de Bellanes – Preixana	6.521,1	ES0000479	6.521,1
Els Bessons	424,8	ES5130001	424,8
Tossals de Torregrossa	69,9	-	69,9
Superficie total	81.369,5		81.369,5

Mapa nº	57	Fecha	02/11/2019
Escala	1:220000	Edición propia	
Nombre	Localización balsas CSG e interferencia con las ZEPA. PCR IB1000		

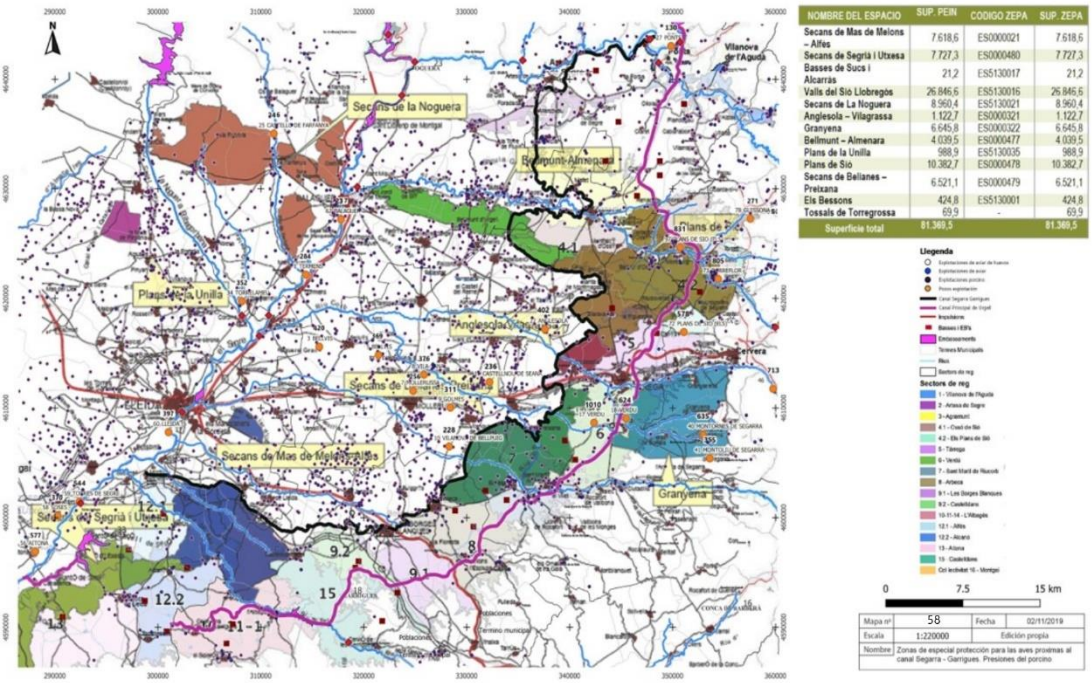
Imagen 56.5. Situación de las grandes balsas de almacenaje y distribución de las aguas de CSG. (Fuente: elaboración propia).

El mapa con el trazado de los canales principales, pone de manifiesto que el trazado del canal principal de Urgell, ha sido el límite occidental de casi todas las tierras que se han segregado para ser ocupadas como espacios naturales protegidos y algunos de ellos también como zepa.

Llama la atención contemplar que cinco de los espacios orientales seleccionados, están situados entre el canal principal de Urgell y el canal Segarra-Garrigues. Solo hay un espacio protegido que se sitúa fuera de la zona entre la que circulan los dos canales, nos referimos a la zona de Granyena al sur de Cervera.

De las balsas de distribución del canal Segarra-Garrigues (identificada con un cuadrado de color marrón) cinco de ellas quedan dentro de la zona segregada, lo que representa el 12,5% de las balsas. También se da la circunstancia, que la mayor zona segregada afecta al curso del rio Sió y a parte de la sierra Bellmunt-Almenara.

c4) Explotaciones de porcino que quedan dentro de las ZEPA

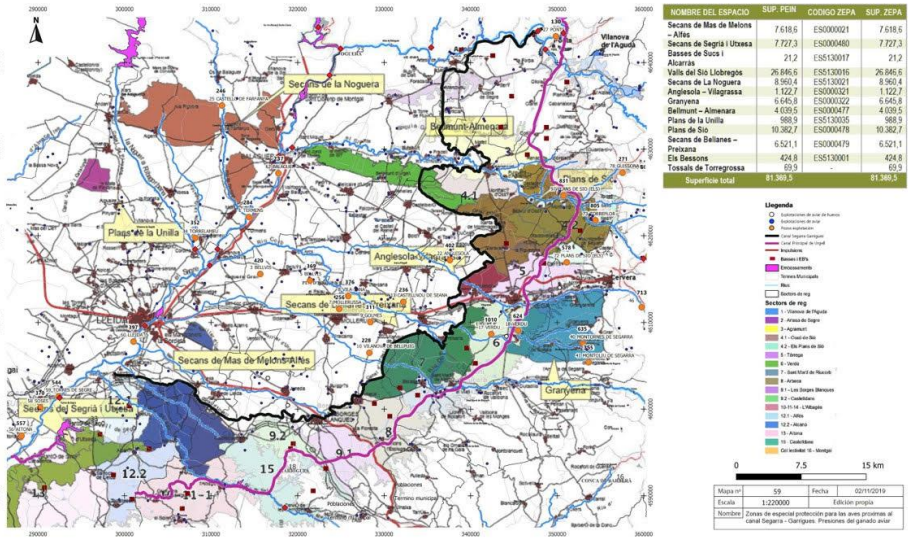


NOMBRE DEL ESPACIO	SUP. PEIN	CODIGO ZEPA	SUP. ZEPA
Secans de Mas de Melons – Alfés	7.618,6	ES0000021	7.618,6
Secans de Segrià i Utxesa	7.727,3	ES0000480	7.727,3
Basses de Sucs i Alcarràs	21,2	ES5130017	21,2
Valls del Sió Llobregós	26.846,6	ES5130016	26.846,6
Secans de La Noguera	8.960,4	ES5130021	8.960,4
Anglesola – Vilagrassa	1.122,7	ES0000321	1.122,7
Granyena	6.645,8	ES0000322	6.645,8
Bellmunt – Almenara	4.039,5	ES0000477	4.039,5
Plans de la Unilla	988,9	ES5130035	988,9
Plans de Sió	10.382,7	ES0000478	10.382,7
Secans de Belianes – Preixana	6.521,1	ES0000479	6.521,1
Els Bessons	424,8	ES5130001	424,8
Tossals de Torregrossa	69,9	-	69,9
Superficie total	81.369,5		81.369,5

Imagen 57.5. Afectaciones de las Zepa con las explotaciones de porcino. (Fuente: elaboración propia).

Solo 42 explotaciones de ganado porcino, de las 2.543 existentes, quedan en el interior de las Zepa, lo que representa el 1,65%. En principio, las exigencias legislativas sobre los trabajos que se permiten realizar en estos espacios de protección de las aves, nos parece que limitan el normal desarrollo de las mejoras constructivas de las explotaciones.

c5) Explotaciones de avicultura que quedan dentro de las ZEPA.



NOMBRE DEL ESPACIO	SUP. PEIN	CODIGO ZEPA	SUP. ZEPA
Secans de Mas de Melons – Alfés	7.618,6	ES0000021	7.618,6
Secans de Segrià i Utxesa	7.727,3	ES0000480	7.727,3
Basses de Sucs i Alcarràs	21,2	ES5130017	21,2
Valls del Sió Llobregós	26.846,6	ES5130016	26.846,6
Secans de La Noguera	8.960,4	ES5130021	8.960,4
Anglesola – Vilagrassa	1.122,7	ES0000321	1.122,7
Granyena	6.645,8	ES0000322	6.645,8
Bellmunt – Almenara	4.039,5	ES0000477	4.039,5
Plans de la Unilla	988,9	ES5130035	988,9
Plans de Sió	10.382,7	ES0000478	10.382,7
Secans de Belianes – Preixana	6.521,1	ES0000479	6.521,1
Els Bessons	424,8	ES5130001	424,8
Tossals de Torregrossa	69,9	-	69,9
Superficie total	81.369,5		81.369,5

Imagen 58.5. Afectación de las Zepa con las explotaciones Avícolas. (Fuente: elaboración propia).

En mapa 59, hemos vuelto a utilizar la capa de los espacios naturales protegidos que han sido segregados como Zepa y sobre ella hemos superpuesto la capa de explotaciones de ganado aviar. De las 665 explotaciones de ganado aviar que hay en la zona de estudio, y que albergan 34,56 millones de aves, únicamente existen 6 explotaciones ganadera avícolas, lo que representa el 0,9%, que estén situadas en el interior de los espacios naturales protegidos de las Zepa.

Respecto a las explotaciones de ganado aviar para la producción de huevos, existen 4, y ninguna de ellas se encuentra en el interior de las zonas segregadas como espacios naturales protegidos.

d) Concesiones posteriores a parte de las tierras clasificadas como Zepa para que puedan ser regadas.

El hecho de las ZEPA ha llevado a definir de nuevo la dotación de agua asignada a cada zona, que según Solé (2013)[37] es el siguiente volumen y condiciones: 294,33hm^3 a repartir entre:

1. Zona de riego de transformación, con una dotación de 6.500 m^3/ha /año, con una superficie de 37.931 ha, cosa que supone el 55% de la futura zona regable (246,55hm^3).

2. Zona de riego de soporte intermedio o de cereal de invierno, con una dotación de 3.500 m3/ha/año y una superficie de 13.652 ha**,** localizada dentro de las zonas Zepa, y que supone el 19,8% del área regable (47,78 hm^3).

3. Zona de riego de soporte con una dotación de1.500 m^3/ha /año y una superficie de 17.358 Ha ubicadas, en el margen izquierdo del canal, que representa el 25,2 % del área regable (26,037 Hm^3).

El hecho anterior comportaría que el volumen de demanda a servir pase a ser de 320,37 Hm3 en lugar de los 342 Hm^3 previstos inicialmente en el proyecto de transformación. Y 68.941 ha regada en lugar de las 100.000 ha iniciales.

6. Las aguas superficiales: análisis a partir de los puntos de control

6.1. Marco general.

Se han recogido en fichas los análisis cuantitativos de los iones principales, de las aguas del Segre (3.428 Hm^3/año en régimen natural) y de los vertidos de sus afluentes. Cada ficha corresponde a un punto de control (pc) establecido por la CHEbro, en los tramos Medio y Bajo del río Segre,

Los tramos del Segre citados, cubren el curso del rio desde la salida del embalse de Rialb hasta Seròs, y antes de la confluencia del río Segre con el rio Ebro. En este recorrido hay 14 pc de las aguas superficiales.

En la primera parte, se incluyen los situados en las aguas de Medio y Bajo Segre y sus afluentes principales. Todos ellos fluyen por el margen derecho del rio Segre. Excepto el río Boix, los afluentes, descienden de las sierras marginales de los Pirineos. El N. Pallaresa y N. Ribagorçana, son caudalosos y perennes, y entre ambos suman un caudal de 1.918 Hm^3/año. En una segunda parte, se incluyen los pequeños ríos, de carácter efímero, que recorren la depresión central desde los altos de la Segarra, hasta desembocar en el Segre: Llobregós, Sió, Corb-Ondara, entre todos acumulan un caudal de 123 Hm^3/año.

La evolución que han sufrido sus aguas, a consecuencia de causas naturales en sus cursos y los de carácter antrópico, se recogen de forma sistemática desde que se disponen datos (de una forma no homogénea, en la mayoría de los puntos de control, es desde el año 1980).

Para estudiar las aguas, en cada punto de control, se ha optado por realizar una ficha en la que se recogen la mayoría de los principales resultados analíticos utilizados para caracterizar el agua, formando la serie histórica de cada ion principal. Se incluyen los parámetros estadísticos que nos aseguran su bondad, y con ellos obtener el diagrama triangular de Piper[1], con su valor medio anual y su promedio global.

Estos datos se recogen en una tabla de Excel. En cada columna, se forma la serie histórica de los aniones, cationes (incluidos los nitratos) y parámetros generales de caracterización, como la conductividad eléctrica y el pH. En las filas, el periodo de fechas, a las que corresponde el promedio anual.

Creamos la columna ∑7 (Suma 7); resultado de la suma de los siete iones fundamentales, para así poder representar su evolución, durante el período de tiempo que forma la serie. Lo mismo hacemos con el ion NO_3 (nitrato).[2]

Para la identificación de la calidad y tipo de agua, desde una óptica hidroquímica, nos hemos limitado a utilizar los iones principales, que se requieren para poder realizar los diagramas hidroquímicos. Aunque nos ha parecido necesario incluir, de aquellos puntos que disponen de las estaciones de control adecuadas, los

[1] Con el programa informático LHA, de la Universidad de Aviñón, se obtienen los diferentes diagramas hidroquímicos. La exigencia de entrada de datos en este programa, nos ha obligado a la caracterización de una tabla Excel que recoge, las series históricas, con los resultados analíticos.

[2] En el 6. 1º (tabla 1/6) para definir el índice de comparación entre las aguas, en la totalidad de los puntos de control (IB100G), se ha utilizado ∑8 (suma 8) incluyendo entre los aniones y cationes principales, a los nitratos.

datos destacados en el último informe publicado, con la metodología del informe de situación de 2014-15: "*Control del estado de las masas de aguas del Ebro. Junio 2017*". Son cuadros y gráficos. Algunos de ellos se han añadido al mapa 63, desplegable: Tramo final del Segre balance y análisis.

Los puntos de control de las aguas superficiales del Segre y sus afluentes, por el margen derecho, abarcan el periodo desde 1980 a 2017. Respecto a los afluentes por el margen izquierdo, el periodo de análisis es más reducido, únicamente, el periodo comprendido entre los años 2007 al 2012. Esta es la razón fundamental de no incluirlos, con el resto de afluentes, en la primera parte de este capítulo. Su análisis se realiza en la segunda parte, incluyendo, un apartado en sus fichas, que permite comprobar la influencia de la pluviometría, en la cantidad de los iones disueltos, en episodios posteriores a las lluvias.

Sobre las aguas superficiales, se ha seguido un criterio de clasificación a partir de la tipología hidroquímica determinada en los Diagramas Piper, agrupándolos en rangos de conductividad eléctrica (de forma semejante, a como se recoge, en los informes de la influencia de los retornos de los regadíos en la calidad de las aguas[3]). De esta primera fase de la investigación se han obtenido mapas clasificando las aguas superficiales, mapas números 11 y 12.

6.2. Aspectos metodológicos.

El capítulo está estructurado, de forma que cada punto de control (PC) de las aguas superficiales tenga una ficha con dos partes: la parte a) **valores**, series y gráficos recopila toda la información relevante sobre la evolución de las aguas en el PC y la parte b) con comentario y discusión tomando como base el contenido de la parte a, y toda aquella información complementaria que se pueda tener del PC en cuestión. Tal como se puede seguir en el diagrama de trabajo DT5.

[3] Causapé, J. et al. CHEbro Q501 7001 H. 2005.

- **Diagrama del proceso operatorio 5ªparte (DT5)**

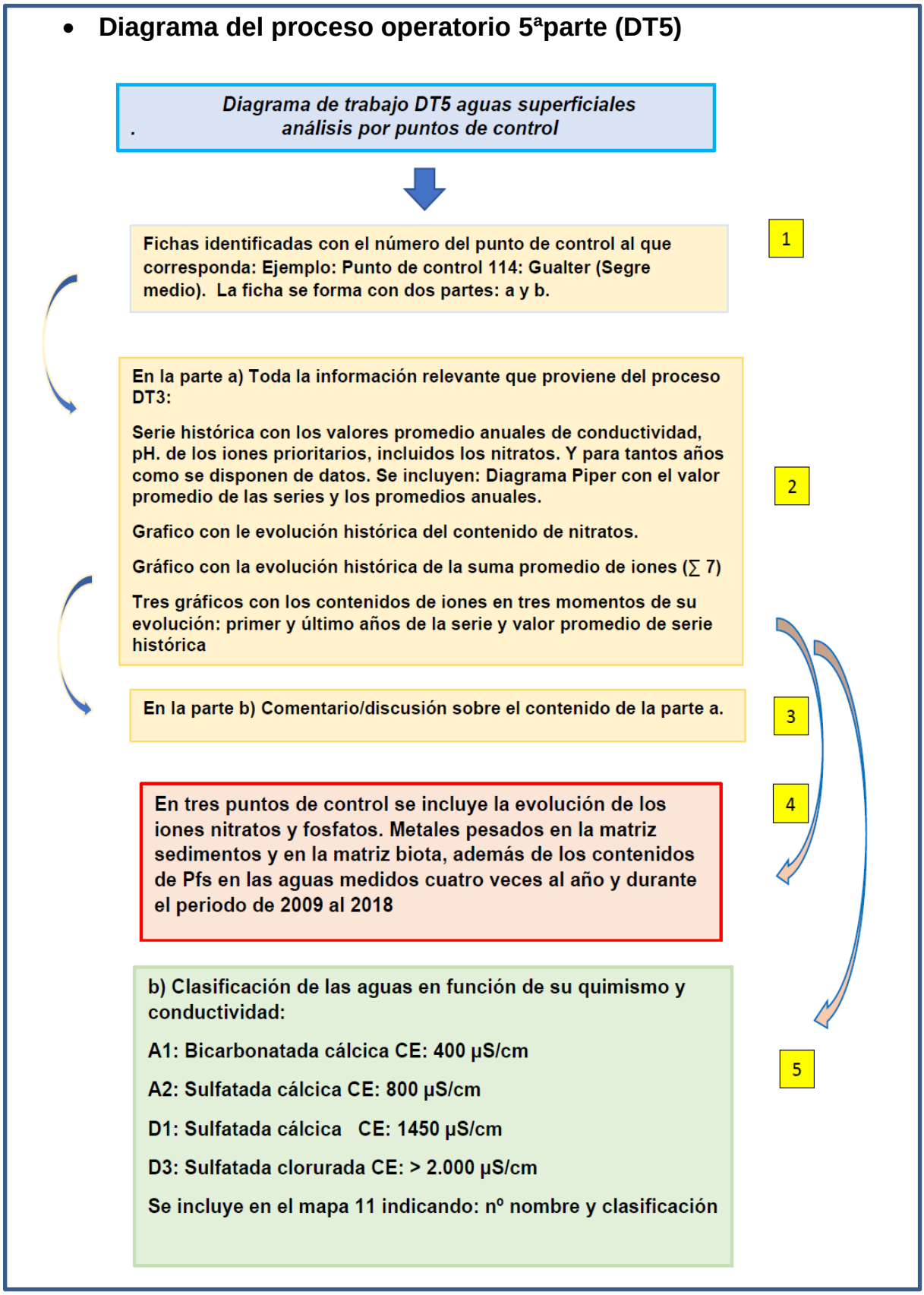


Imagen 1.6. Diagrama del proceso operatorio aguas superficiales.

Todas las fichas correspondientes a los puntos de control son idénticas, excepto la primera (1.a), que recoge la información sintetizada del conjunto de los puntos de control en el Medio y Bajo Segre, y sus afluentes por el margen derecho, de tal forma que permite observar la evolución de las aguas en todo su recorrido. Se adjunta la ficha 1.b, en la que se realiza el comentario/discusión.

A partir de la ficha nº 2, todas tienen una estructura semejante:

a) Tabla Excel, con el valor promedio anual del contenido de cada ion principal, en las aguas, y para todos los años, a partir del año desde el que se disponen datos.

b) Diagrama triangular de Piper, con la caracterización anual del agua y de su promedio anual.

c) Gráfico, con la evolución del contenido medio anual de nitratos, en las aguas, su tendencia, su ecuación de ajuste y su coeficiente de relación.

d) Gráfico, con la evolución de la suma de los 7 iones principales, su tendencia, su ecuación de ajuste y su coeficiente de determinación.

e) Tres gráficos, con los valores de los 7 iones principales, y en tres momentos distintos: uno para el primer año de la serie, el segundo para el último año de la serie y el tercero el promedio de la serie.

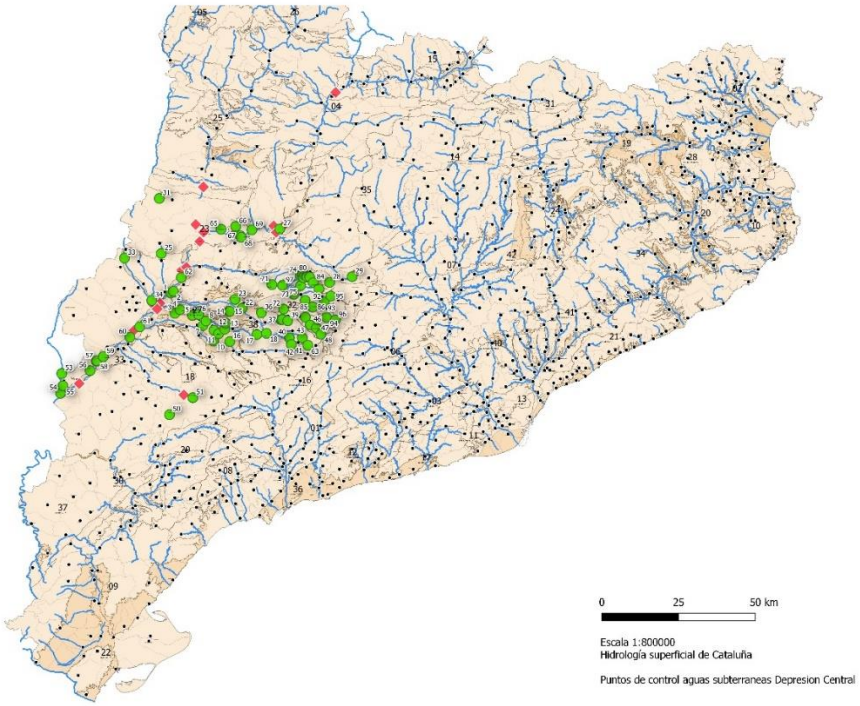


Imagen 2.6. Puntos de control Hidrología Superficial. (Elaboración propia)

6.3. Primera parte: perfil del Segre medio y bajo.

(Gualter, Boix, Noguera Pallaresa, Camarasa, Balaguer, Vilanova de la Barca, Noguera Ribagorçana, Lleida, Torres de Segre y Seròs).

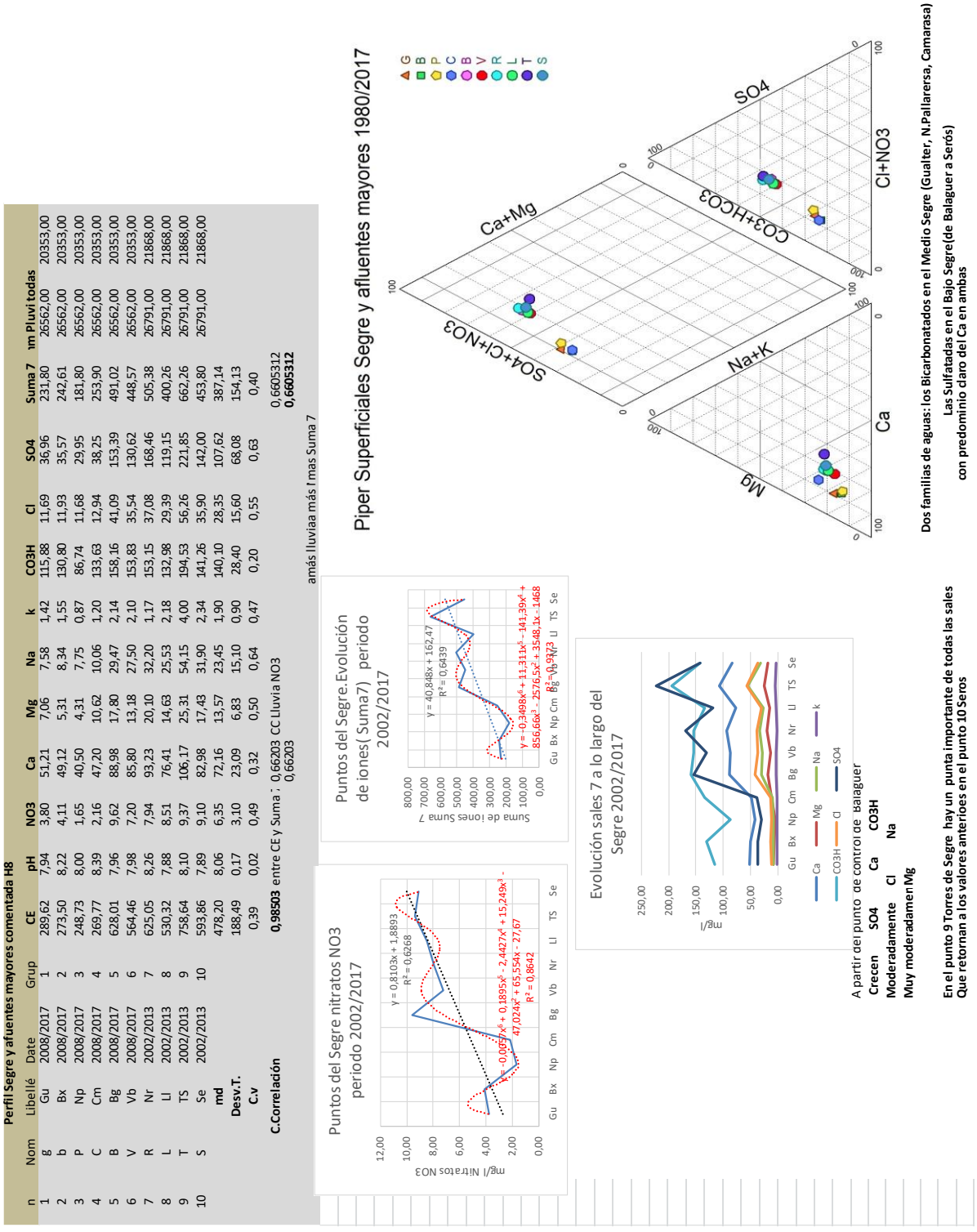
6.3.1 Conjunto de Segre medio y bajo, incluyendo los afluentes mayores.

a) Puntos de control, valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).[4]

Perfil Segre y afuentes mayores comentada H8

n	Nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	nm Pluvi todas
1	g	Gu	2008/2017	1	289,62	7,94	3,80	51,21	7,06	7,58	1,42	115,88	11,69	36,96	231,80	26562,00 20353,00
2	b	Bx	2008/2017	2	273,50	8,22	4,11	49,12	5,31	8,34	1,55	130,80	11,93	35,57	242,61	26562,00 20353,00
3	P	Np	2008/2017	3	248,73	8,00	1,65	40,50	4,31	7,75	0,87	86,74	11,68	29,95	181,80	26562,00 20353,00
4	C	Cm	2008/2017	4	269,77	8,39	2,16	47,20	10,62	10,06	1,20	133,63	12,94	38,25	253,90	26562,00 20353,00
5	B	Bg	2008/2017	5	628,01	7,96	9,62	88,98	17,80	29,47	2,14	158,16	41,09	153,39	491,02	26562,00 20353,00
6	V	Vb	2008/2017	6	564,46	7,98	7,20	85,80	13,18	27,50	2,10	153,83	35,54	130,62	448,57	26562,00 20353,00
7	R	Nr	2002/2013	7	625,05	8,26	7,94	93,23	20,10	32,20	1,17	153,15	37,08	168,46	505,38	26791,00 21868,00
8	L	Ll	2002/2013	8	530,32	7,88	8,51	76,41	14,63	25,53	2,18	132,98	29,39	119,15	400,26	26791,00 21868,00
9	T	TS	2002/2013	9	758,64	8,10	9,37	106,17	25,31	54,15	4,00	194,53	56,26	221,85	662,26	26791,00 21868,00
10	S	Se	2002/2013	10	593,86	7,89	9,10	82,98	17,43	31,90	2,34	141,26	35,90	142,00	453,80	26791,00 21868,00
		md			478,20	8,06	6,35	72,16	13,57	23,45	1,90	140,10	28,35	107,62	387,14	
		Desv.T.			188,49	0,17	3,10	23,09	6,83	15,10	0,90	28,40	15,60	68,08	154,13	
		C.v			0,39	0,02	0,49	0,32	0,50	0,64	0,47	0,20	0,55	0,63	0,40	
		C.Correlación			**0,98503** entre CE y Suma 7		0,66203 CC Lluvia NO3								0,6605312	
							0,66203								**0,6605312**	

amás lluviaa más f mas Suma 7



[4] (Bd/Asup) Base de datos sobre las aguas superficiales: Fuente CHEbro. (ver capítulo 3. Pag 84)

b) Comentario/discusión.

Esta ficha es un modelo único, diferente al resto. Pretende dar una visión global de las aguas del rio en el Medio y Bajo Segre. Está compuesta por una tabla con 19 columnas y 15 filas, tres gráficos y un diagrama. Recoge la síntesis de los principales 10 puntos de control de las aguas superficiales en el Medio y Bajo Segre.

Incluye los puntos de control de sus afluentes más importantes, todos por el margen derecho, antes de su vertido al Segre.

La ficha tiene una composición semejante para todos los puntos de control. Consistente en una tabla de datos modelo Excel, que mantiene el formato de compatibilidad, con las exigencias del programa informático LHA[5]. el tratamiento de la numerosa información recogida en la tabla de esta ficha. A cada línea corresponde a una estación de control del Medio y Bajo Segre.

Las columnas corresponden a los resultados analíticos de los iones principales en cada una de las estaciones, que también se han enumerado en el dibujo donde se plantean los pasos de la investigación.

En la tercera columna de nombre Libellé aparecen las iniciales de los puntos de medición en el Segre: GU (Gualter salida de las aguas del Segre del embalse de Rialb); Bx (vertido del rio Boix al Medio Segre); NP (vertido de las aguas del Noguera Pallaresa a la salida del embalse de Camarasa); Cm (Segre en la población de Camarasa); Bg (Segre en Balaguer); Vb (Segre en Vilanova de la Barca); Nr (vertido de las aguas del Noguera Ribagorçana al Segre); Ll (Segre en Lleida); TS (Segre en Torres de Segre); Se (Segre en Seròs)

Los contenidos de cada ion, en un litro de agua, se expresan en miligramos. Si hubiéramos considerado únicamente las analíticas del último año obtendríamos, una especie de fotografía desenfocada de la situación, que podría dar una imagen irreal del estado del río, desde el punto de vista de los parámetros físico/químicos del agua. Por esta razón, hemos tenido en cuenta la serie histórica de cada anión y catión, de forma que nos permita conocer su evolución histórica. Los valores cuantitativos de cada ion corresponden al promedio anual de la serie, formadas por los valores anuales, tal como se especifica en la Directiva Marco del Agua (DMA)

Las series históricas de cada ion, en cada punto de control, han superado el análisis estadístico para tener la garantía del buen operar, en este sentido se ha calculado la desviación típica de la serie y su coeficiente de variación de la serie para asegurarnos que el valor medio cumplía las garantías estadísticas para ser representativo.

[5] LHA, software del laboratorio hidroquímicos de la universidad de Aviñón (capítulo 3, pág. 84)

En ninguna serie se alcanza el valor máximo del coeficiente de variación (máx. 0,80), ya que los valores máximos son entre 0,64 y 0,55.[6]

Partiendo de los contenidos de la tabla, y con la aplicación del LHA, se ha obtenido el diagrama Piper: con el que quedan claramente diferenciadas los tipos de agua de cada una de ellas: las del Medio, son aguas sulfatadas cálcicas, y las del Bajo Segre, bicarbonatadas cálcicas.

Se incorporan tres gráficos, que nos permiten observar la evolución del contenido de nitratos y de la suma de iones en el agua, a su paso por los sucesivos puntos de control

El gráfico correspondiente a la evolución de los nitratos (NO_3), en el curso del rio, se observa un fuerte incremento, y creciente, desde la estación de Balaguer (Bg). La tendencia de la curva es creciente de una forma lineal, y se representa la ecuación, que define esta tendencia y su coeficiente de determinación, R^2=0,62. Para mejorar este coeficiente, tenemos que hacer el ajuste con una poligonal de 6º grado, con la que se mejora R^2 =0,86.

El segundo gráfico, evolución de la suma de iones Suma 7 (no se incluyen a los nitratos), también presenta un ajuste lineal, con un R^2 mediano de 0,64. Nos indica que, conforme el Segre pierde msnm, va incrementado las sales en disolución. Para ajustar esta curva hay que recurrir a una función polinómica de 6º, con la que se logra en R^2 =0,93.

Se ha buscado la correlación entre las series de la columna Suma 7 y las CE de conductividad eléctrica, encontrándose una excelente correlación con un valor 0,985[7].

En el tercer gráfico, se presenta la evolución de los iones de forma, separada, y se puede verificar que la cantidad de iones se incrementa a partir de la localidad de Camarasa. A partir de ese punto, crecen los contenidos de Sulfatos, Bicarbonatos y Ca. De forma más moderada se incrementan los Cloruros y el Sodio, y muy moderadamente, aumenta también el Magnesio. Verificaremos más adelante la importancia que pueden tener las aguas procedentes del rio Sió y los retornos de los regadíos, al norte de Balaguer.

También se debe destacar el incremento de sales en el Segre debido al aporte del Noguera Ribagorzana, y en la de Torres de Segre, donde confluyen al Segre, los retornos de los regadíos de los Canales de Urgell.

Como conclusión de esta ficha: las aguas del Segre duplican el contenido de iones disueltos desde el punto de control de Camarasa, no por la incidencia de

[6] En estadística, cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación. Si el C.V es menor o igual al 80%, significa que la media aritmética es representativa del conjunto de datos, por ende, el conjunto de datos es Homogéneo

[7] El Coeficiente de Correlación, es un valor cuantitativo de la relación entre dos o más variables. El coeficiente de correlación puede variar desde -1.00 hasta 1.00. La correlación de proporcionalidad directa o positiva, se establece con los valores +1.00, y de proporcionalidad inversa o negativa, con -1.00. No existe relación entre las variables cuando el coeficiente es de 0.00.

los vertidos de los ríos Llobregos, Boix y Noguera Pallaresa, que vierten sus aguas al Segre con anterioridad.

Igual procedimiento lo hemos utilizado también para conocer la evolución de los iones que contiene el agua, su tendencia, etc.

Las fichas siguientes son las correspondientes al análisis de cada estación de control, sobre las aguas del Segre, como se indica en el punto 7.0.3. Continúa la tabla de datos, un diagrama Piper, los gráficos de evolución de los nitratos y de los iones disueltos a lo largo del periodo analizado.

Por último, se incluyen tres tráficos con el mismo formato, cada uno es equivalente a una firma de valores de los contenidos de iones: uno para el primer año de la serie, el segundo para el último año de la serie y el tercero el promedio de la serie.

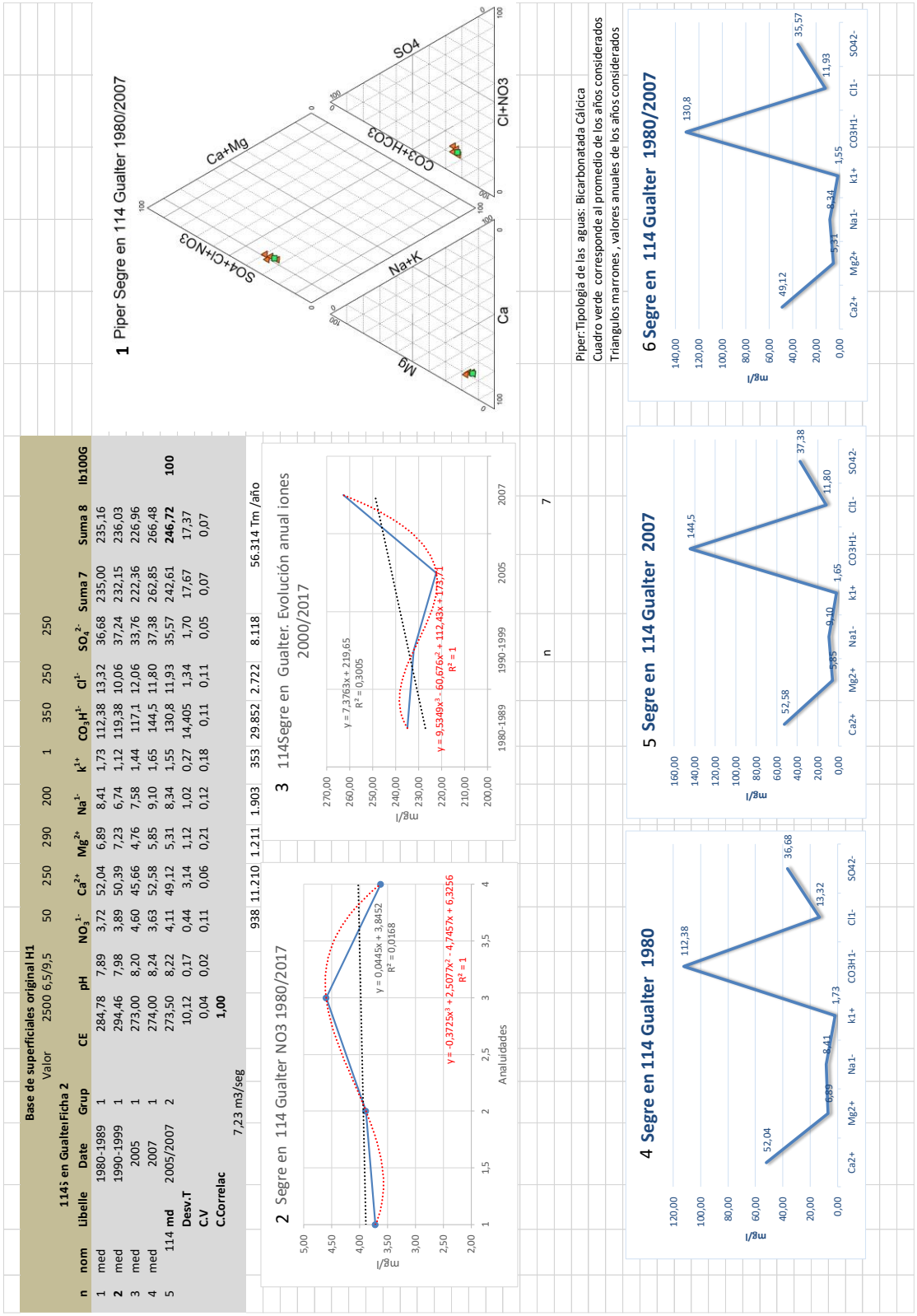
La diversidad de datos elaborados, que se recogen en cada ficha, nos permite obtener una visión global de las aguas a lo largo del tiempo.

En algunos de los puntos de control, hemos buscado la posible relación entre la variación de nitratos e iones disueltos y la pluviometría, medida en las estaciones controladas por MeteoCat, en las comarcas que se incluyen en el estudio y alguna cercana, como es el caso del Solsonès. Como ejemplo indicamos el valor de la correlación de la pluviometría anual de las comarcas: Noguera+ Segarra + Pla de Urgell + Urgell + Solsonès, con los contenidos de nitratos e iones disueltos, obteniendo un coeficiente de correlación de 0,66[8].

[8] Recordamos que los valores de correlación positiva como máximo pueden tener el valor de 1. Y los de correlación inversa -1. Una correlación de valor ceo o próximos indica que no existe correlación entre los parámetros ensayados

6.3.2. Punto de control 114: Gualter (Segre medio).

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).



Base de superficiales original H1

114s en Gualter:Ficha 2

n	nom	Libelle	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	Ib100G
Valor					2500	6,5/9,5	50	250	290	200	1	350	250	250			
1	med		1980-1989	1	284,78	7,89	3,72	52,04	6,89	8,41	1,73	112,38	13,32	36,68	235,00	235,16	
2	med		1990-1999	1	294,46	7,98	3,89	50,39	7,23	6,74	1,12	119,38	10,06	37,24	232,15	236,03	
3	med		2005	1	273,00	8,20	4,60	45,66	4,76	7,58	1,44	117,1	12,06	33,76	222,36	226,96	
4	med		2007	1	274,00	8,24	3,63	52,58	5,85	9,10	1,65	144,5	11,80	37,38	262,85	266,48	
5	114	md	2005/2007	2	273,50	8,22	4,11	49,12	5,31	8,34	1,55	130,8	11,93	35,57	242,61	**246,72**	**100**
		Desv.T			10,12	0,17	0,44	3,14	1,12	1,02	0,27	14,405	1,34	1,70	17,67	17,37	
		C.V			0,04	0,02	0,11	0,06	0,21	0,12	0,18	0,11	0,11	0,05	0,07	0,07	
		C.Correlac			**1,00**												
					7,23 m3/seg		938	11.210	1.211	1.903	353	29.852	2.722	8.118		56.314 Tm /año	

1 Piper Segre en 114 Gualter 1980/2007

Piper:Tipología de las aguas: Bicarbonatada Cálcica
Cuadro verde corresponde al promedio de los años considerados
Triangulos marrones , valores anuales de los años considerados

n 7

2 Segre en 114 Gualter NO3 1980/2017

3 114Segre en Gualter. Evolución anual iones 2000/2017

4 Segre en 114 Gualter 1980

5 Segre en 114 Gualter 2007

6 Segre en 114 Gualter 1980/2007

b) Comentario/discusión

Punto de control de Gualter, muy cerca del desagüe de la presa de Rialb.

La ficha tiene una tabla, que recoge los resultados analíticos de periodo de 37 años (1980/2017). Los indicamos como valor testimonial, pero todas las operaciones estadísticas se han realizado incluyendo solo los valores a partir del año 2000, año en que se publicó la DMA que estableció los criterios analíticos. El valor promedio de la fila Date 2005/2007, que aparece en la columna Suma 8(es de 246,7 mg/l. La columna Suma 8, valor que toma como base 100 Gualter, que aparece en la columna IB100G.[9]

En todas las series, se ha determinado la desviación típica y el cálculo del coeficiente de variación, obteniendo unos valores para este último, inferiores al 22%. El coeficiente de correlación entre las series CE y Suma 7 es 1. [10]

1. El diagrama de Piper, para el promedio de las aguas, durante el periodo 2000/20017, es prácticamente el mismo para el promedio de los años que para los valores anuales. El valor promedio se identifica con un cuadrado verde, al que le rodean los valores anuales, en forma de triángulos marrones superpuestos en el diagrama. La tipología del agua es bicarbonatada cálcica.

2. En el gráfico se representa la evolución de los nitratos (NO3), aunque hay variaciones bruscas, la tendencia es al alza con valores que no superan el 4,5 mg/l. El valor del $R^{2,}$ de su ecuación de ajuste lineal, es muy bajo 0,0168, también se realiza el ajuste, con una función polinómica de tercer grado, con la se logra aumentar el coeficiente de determinación R^2 a 1. Las variaciones en el contenido de nitratos, solo puede deberse a acciones antrópicas[11]

En el segundo gráfico, la evolución de la suma de los iones (Suma 7) se representa como una línea ondulada, con una tendencia creciente.

Añadimos tres gráficos semejantes, donde se representan los valores de cada uno de los iones que consideramos para Piper. El nº 4 muestra los contenidos en el agua en el año 2000, en el nº 5 los correspondientes 2017 y el 6º los promedios de todas las series. En el periodo analizado, solo se observa un ligero aumento de los bicarbonatos (CO3H). Los tres gráficos son muy semejantes, explicando la estabilidad en el contenido de iones.

[9] El uso del valor 246,7 mg/l, lo hemos utilizado en el capítulo 5 para determinar el Índice B100G.
[10] El valor de la correlación 1, indica la mejor relación posible entre las dos series empleadas.
[11] Cualquier acción o intervención, realizada por el ser humano sobre la faz del planeta, son actividades antrópicas: desforestación, pesca, agricultura, emisión de gases a la atmosfera, vertidos a las aguas, minería.

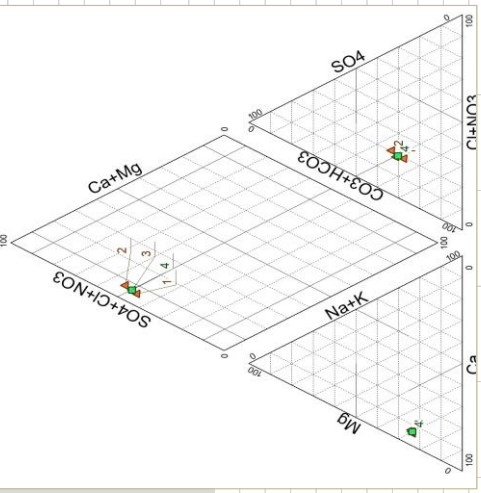
6.3.3. Punto de control 2113: confluencia del río Boix con el Segre medio.

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

2113 Boix al Segre			Ficha 3																	
n	nom	Libelle	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	Ib100G
1	2113	md	2008/2010	1	601,92	8,10	45,59	109,58	21,75	10,38	0,20	233,05	23,69	93,86	492,51	538,09	
2	2113	md	2011/2013	1	586,75	8,20	37,78	103,58	21,66	12,30	0,15	167,00	20,81	93,08	418,58	456,36	
3	2113	md	2014/2017	1	632,85	8,08	34,36	106,58	21,71	11,34	0,18	200,02	23,16	96,45	459,44	493,80	
4	2113	**md**	2008/2017	2	607,17	8,12	39,24	106,58	21,71	11,34	0,18	200,02	22,55	94,46	456,84	**496,08**	**201**
		Desv.T			23,50	0,06	5,75	3,00	0,04	0,96	0,03	33,02	1,53	1,77	37,03	40,92	
		C.V			0,04	0,01	0,15	0,03	0,002	0,08	0,14	0,17	0,068	0,02	0,08	0,08	%
		CCorrelac			0,3797		7,91	21,48	4,38	2,29	0,04	40,32	4,55	19,04	92,09		
		caudal supuesto 1m3Seg		**Tm/año**			**1.237**	**3.361**	**685**	**358**	**6**	**6.308**	**711**	**2.979**	**14.407**	**15.644**	

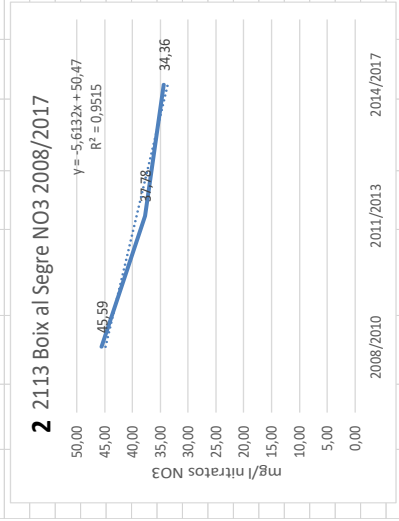
mas lluvia menos NO3 y aumento de iones

1 Piper 2113 Boix al Segre 2008/2017

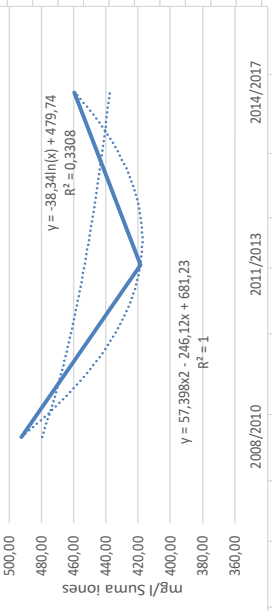


Piper: Tipología del agua: Sulfatada-Bicarbonatada Cálcica
Cuadrado verde corresponde al promedio de los años considerados
Triangulos marrones, valores anuales de los años considerados

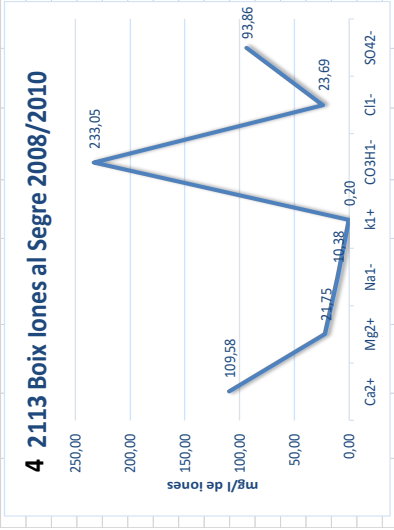
2 2113 Boix al Segre NO3 2008/2017



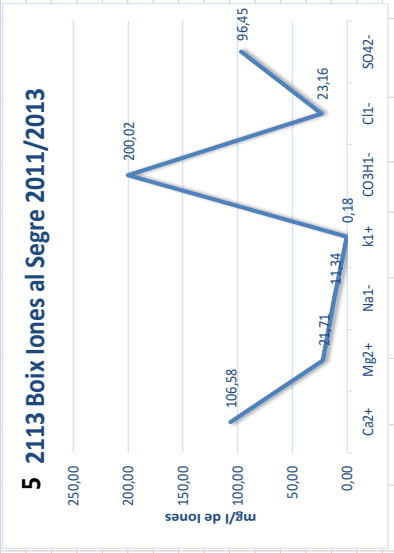
3 2113 Boix al Segre. Evolución de iones 2008/2017



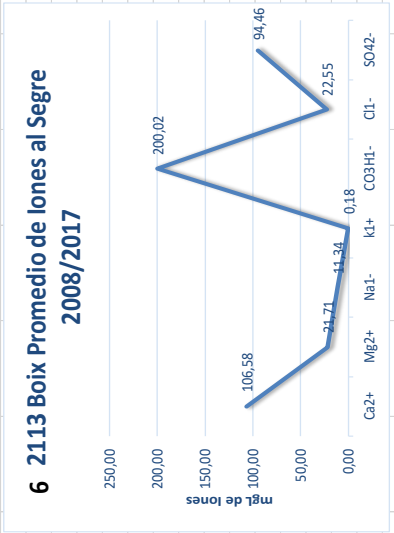
4 2113 Boix Iones al Segre 2008/2010



5 2113 Boix Iones al Segre 2011/2013



6 2113 Boix Promedio de Iones al Segre 2008/2017



b) Comentario/discusión

Corresponde al primer afluente del Segre, por el margen derecho, después del embalse de Rialb. Disponemos de las series desde el 2008 al 2012.

Las desviaciones típicas de las series históricas se han calculado, y los coeficientes de variación de las series no han superado el valor 0,17.

El coeficiente de correlación, entre las series Suma 7 y CE, es 0,38. No es un valor extraordinariamente bueno, pero al menos lo suficiente para darnos una indicación general.

El Índice de IB100G es 201[12]. Es decir, las aguas del rio Boix contienen el doble de iones que las del Segre en el punto de control de Gualter. El caudal del rio Boix es significativamente inferior al Segre ya que, aunque aporta el doble de sales de las que tiene el Segre, en el siguiente punto de control no se pone de manifiesto este hecho, no afectando a la composición del agua del río.

Aplicando los valores de la tabla, al programa del LHA, hemos obtenido el diagrama Piper, que se adjunta en la ficha. Se puede ver que la tipología de sus aguas es: sulfatada-bicarbonatada cálcica: Su valor medio, se sitúa sobre la línea de separación entre ambos tipos de aguas, y las medias anuales se encuadran a ambos lados del valor límite entre sulfatadas y bicarbonatadas.

En el gráfico 2, se observa la evolución de los nitratos, con valores que oscilan entre los 46 y 34 mg/l. Son valores altos para unas aguas superficiales, nivel que es diez veces mayor que los contenidos en el Segre, en la zona anterior a sus confluencias. La posible causa, puede situarse en los vertidos de residuos ganaderos como fuentes difusas, ya que en el mapa 40 se pueden distinguir numerosas granjas porcinas, en el tramo final del rio y en el mapa 52 varias granjas avícolas.

El gráfico tiene la forma de línea quebrada, con tendencia decreciente. La forma de decreciente, puede deberse, al cumplimiento de la normativa vigente aplicable al ser esta una zona vulnerable a los nitratos. Este hecho nos hace pensar, que los valores normales en el rio, deben ser 34 y 40 mg/l. El ajuste de la curva responde a una función lineal con R^2 de 0,95.

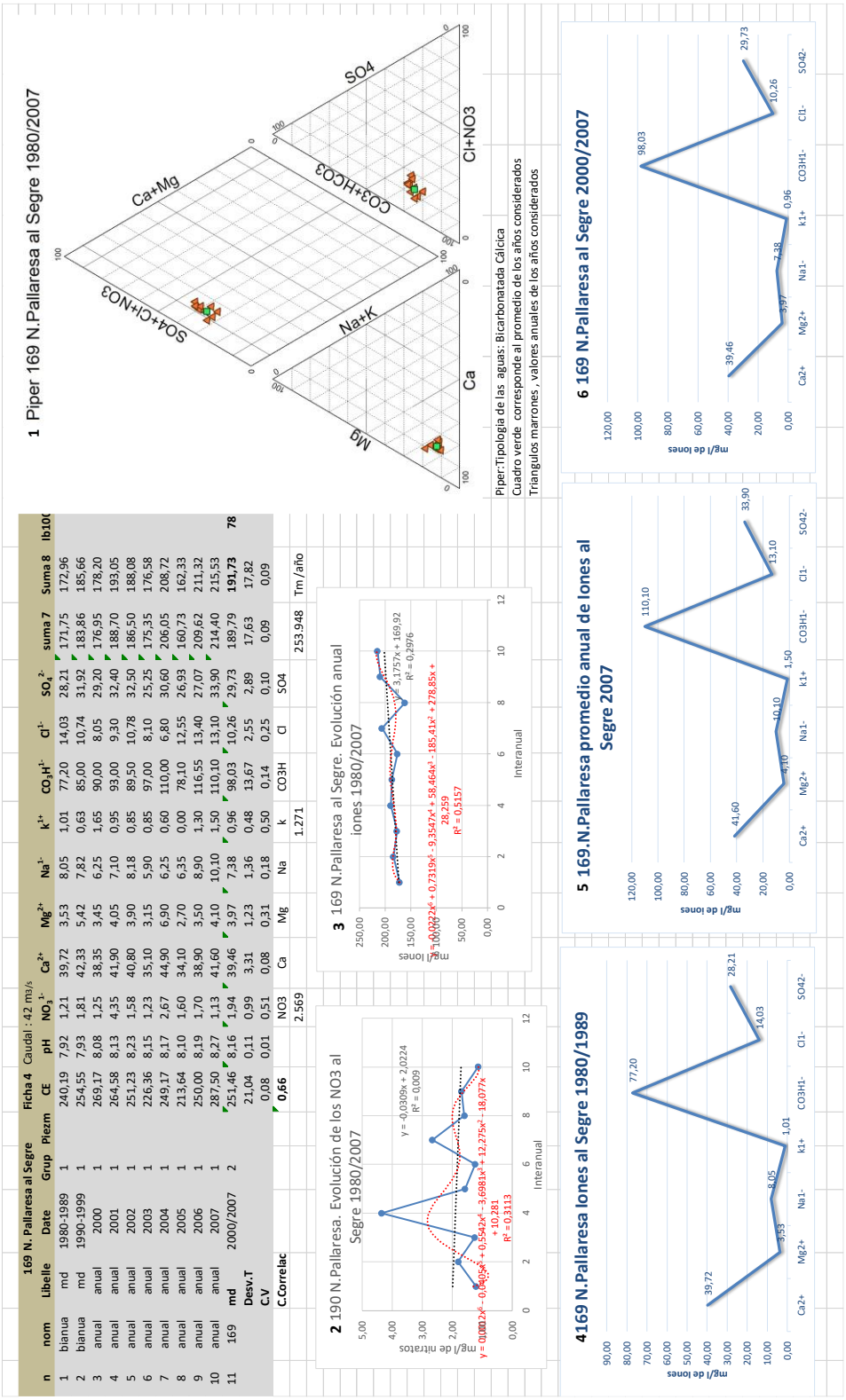
El gráfico 3 de iones disueltos es irregular con una tendencia a la baja, debido fundamentalmente a la disminución de bicarbonatos.

Correlacionando los mm/año de lluvia en La Noguera a más lluvia menos nitratos. Seguramente por dilución de los existentes C.c[13] –0,22. Y respecto a (Suma 7) a más lluvia más iones disueltos C.c -0,22 seguramente por los arrastres de las escorrentías.[14] Los gráficos 4, 5 y 6, de los contenidos de iones, representan la situación del primer y último año de la serie. De ellos, lo más

[12] Río Boix IB100G = (496,08*100) /246,7 = 201.
[13] C.c Coeficiente de correlación
[14] La relación citada, se ha obtenido correlacionando los valores de la serie pluviométrica, que no aparece en la tabla, con las series de nitratos y la de Suma 7.

destacable es la disminución de los bicarbonatos (CO_3H), y un cierto aumento de los sulfatos. En el tercero, se representa los valores medios de cada serie.

6.3.4. Punto de control 169: confluencia del río Noguera Pallaresa con Segre medio a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).



n	nom	Libelle	Date	Grup	Piezm	169 N. Pallaresa al Segre	CE	Ficha 4 Caudal : 42 m3/s pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	suma 7	Suma 8	Ib10
1	bianua	md	1980-1989	1			240,19	7,92	1,21	39,72	3,53	8,05	1,01	77,20	14,03	28,21	171,75	172,96	
2	bianua	md	1990-1999	1			254,55	7,93	1,81	42,33	5,42	7,82	0,63	85,00	10,74	31,92	183,86	185,66	
3	anual	anual	2000	1			269,17	8,08	1,25	38,35	3,45	6,25	1,65	90,00	8,05	29,20	176,95	178,20	
4	anual	anual	2001	1			264,58	8,13	4,35	41,90	4,05	7,10	0,95	93,00	9,30	32,40	188,70	193,05	
5	anual	anual	2002	1			251,23	8,23	1,58	40,80	3,90	8,18	0,85	89,50	10,78	32,50	186,50	188,08	
6	anual	anual	2003	1			226,36	8,15	1,23	35,10	3,15	5,90	0,85	97,00	8,10	25,25	175,35	176,58	
7	anual	anual	2004	1			249,17	8,17	2,67	44,90	6,90	6,25	0,60	110,00	6,80	30,60	206,05	208,72	
8	anual	anual	2005	1			213,64	8,10	1,60	34,10	2,70	6,35	0,00	78,10	12,55	26,93	160,73	162,33	
9	anual	anual	2006	1			250,00	8,19	1,70	38,90	3,50	8,90	1,30	116,55	13,40	27,07	209,62	211,32	
10	anual	anual	2007	1			287,50	8,27	1,13	41,60	4,10	10,10	1,50	110,10	13,10	33,90	214,40	215,53	
11	169	md	2000/2007	2			251,46	8,16	1,94	39,46	3,97	7,38	0,96	98,03	10,26	29,73	189,79	191,73	78
		Desv.T					21,04	0,11	0,99	3,31	1,23	1,36	0,48	13,67	2,55	2,89	17,63	17,82	
		C.V					0,08	0,01	0,51	0,08	0,31	0,18	0,50	0,14	0,25	0,10	0,09	0,09	
		C.Correlac					0,66		NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	253.948	Tm/año	
									2.569				1.271						

b) Comentario/discusión.

Las aguas que el río Noguera Pallaresa que vierte al Segre tienen menos iones que los que contienen las aguas del Segre en las proximidades, aguas arriba. Es decir, las aguas del N. Pallaresa se encuentran en un estado físico/químico mejor que las del Segre.

El posicionamiento de los valores anuales y el promedio, volcados al LHA, muestran un diagrama 1, de Piper, de aguas bicarbonatadas cálcicas. El cuadrado verde, corresponde al valor promedio durante el periodo, y a su alrededor, los triángulos marrones, que se corresponden con los valores anuales, definiendo con claridad, que el valor promedio utilizado representa bien a la serie.

En el gráfico 2 se representa la evolución del contenido de Nitratos (NO_3) con una línea en diente de sierra, con puntas. Se deduce, que, sin duda, es debido a acciones antrópicas. Su tendencia es de una ligera disminución. El ajuste de esta curva con una respuesta lineal, tiene un coeficiente de determinación R^2 muy bajo 0,009. Ajustado con una función polinómica de 6º orden, mejora el R^2 hasta un valor de 0,3131.

El gráfico 3 contiene la evolución de los iones. Tiene un ajuste con una función lineal, marcando una tendencia alcista, y un R^2 de 0,2976, ajuste que se pude mejorar con una función polinómica de 6º grado y un R^2 de 0,51.

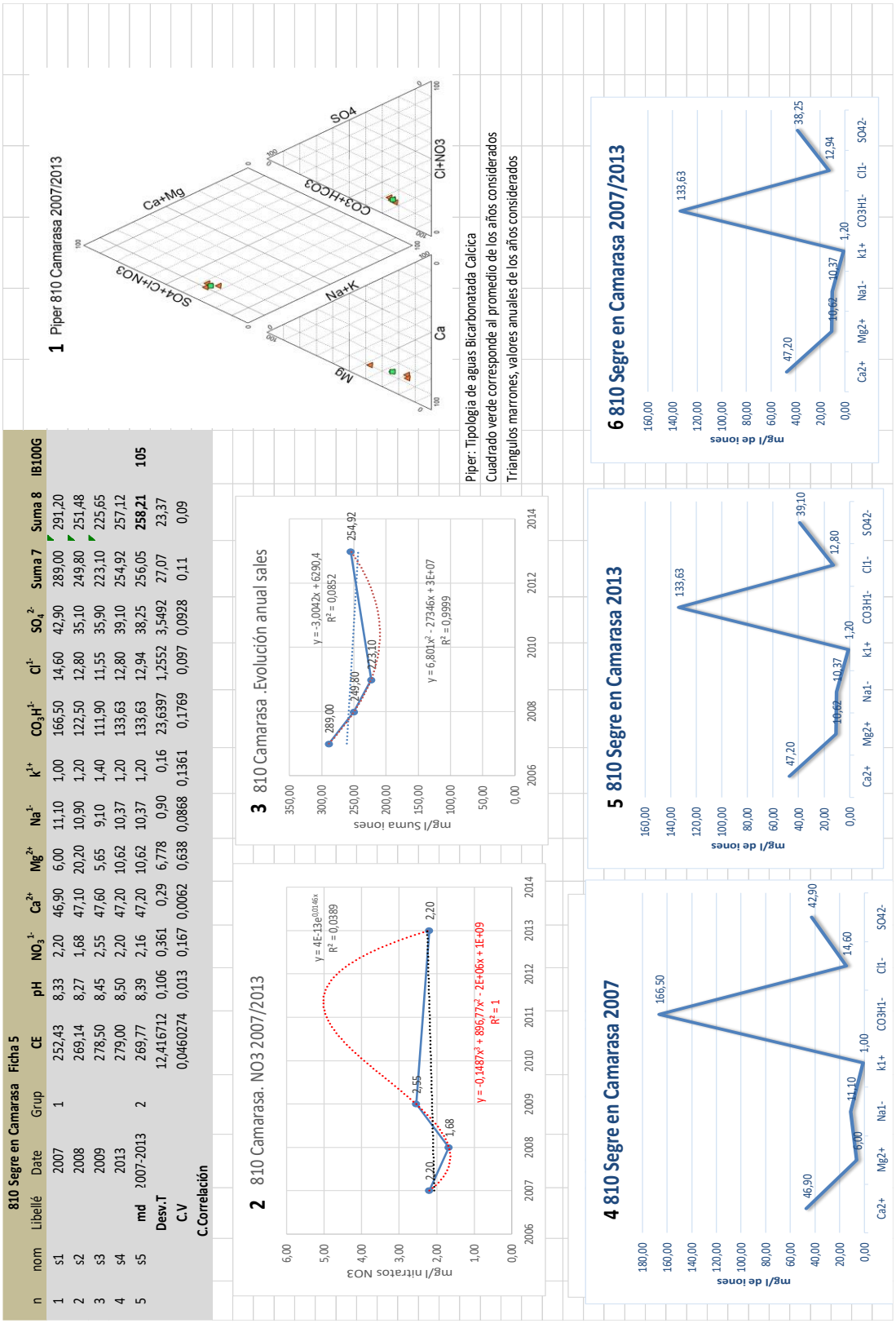
El índice B100G es 78, calculado a partir del promedio del periodo 2000/2007 de la columna Suma 8.

Los tres gráficos inferiores, correspondientes al primero, último y promedio de los años utilizados, donde no se aprecian diferencias significativas. Y reafirman la bondad de utilizar el promedio del periodo, como un instrumento clarificador de la evolución de las aguas del río.

6.3.5. Punto de control 810: Camarasa (Segre medio).

a) Valores, serie, y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

810 Segre en Camarasa Ficha 5																			
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	IB100G
1	s1		2007	1	252,43	8,33	2,20	46,90	6,00	11,10	1,00	166,50	14,60	42,90	289,00	291,20	
2	s2		2008		269,14	8,27	1,68	47,10	20,20	10,90	1,20	122,50	12,80	35,10	249,80	251,48	
3	s3		2009		278,50	8,45	2,55	47,60	5,65	9,10	1,40	111,90	11,55	35,90	223,10	225,65	
4	s4		2013		279,00	8,50	2,20	47,20	10,62	10,37	1,20	133,63	12,80	39,10	254,92	257,12	
5	s5	md	2007-2013	2	269,77	8,39	2,16	47,20	10,62	10,37	1,20	133,63	12,94	38,25	256,05	**258,21**	**105**
		Desv.T			12,416712	0,106	0,361	0,29	6,778	0,90	0,16	23,6397	1,2552	3,5492	27,07	23,37	
		C.V			0,0460274	0,013	0,167	0,0062	0,638	0,0868	0,1361	0,1769	0,097	0,0928	0,11	0,09	
		C.Correlación															



b) Comentario/discusión

Las series que forman esta tabla, han sido tratadas estadísticamente como las anteriores: cálculo de la desviación típica, coeficiente de determinación R^2 y coeficiente de correlación r^2. Lo más destacado de estas series históricas es que solo una de las series, la correspondiente al magnesio, tiene un coeficiente de variación del 63%, en el resto de series el valor de este coeficiente es inferior al 17%. Recordemos que el valor de este coeficiente lo determinamos para saber si la serie está bien representada con su valor medio. Cuestión afirmativa siempre que su valor sea inferior al 80%, de forma que cuanto menor es este coeficiente, mayor seguridad estadística se tiene de la representatividad del valor medio de la serie.

El diagrama de Piper, obtenido de las series históricas de la tabla clasifica las aguas como bicarbonatadas cálcicas. Como en los anteriores Piper el cuadrado verde corresponde al promedio de todas las series y los triángulos marrones a los valores anuales.

En el gráfico 2, que presenta la evolución de los nitratos, se mantienen con un valor oscilante de media 2mg/l. La curva se puede ajustar con una función polinómica de 3 grado, para alcanzar R^2 igual a la unidad. Un valor de nitratos tan bajo, se debe a la mezcla de las aguas de los dos ríos (Segre y N. Pallaresa), puesto que Segre en Gualter tenía una media del valor de los nitratos de 4,1mg/l y en el N. Pallaresa 1,94 mg/l. Estos valores justifican la medida actual en el Segre 2 mg/L.

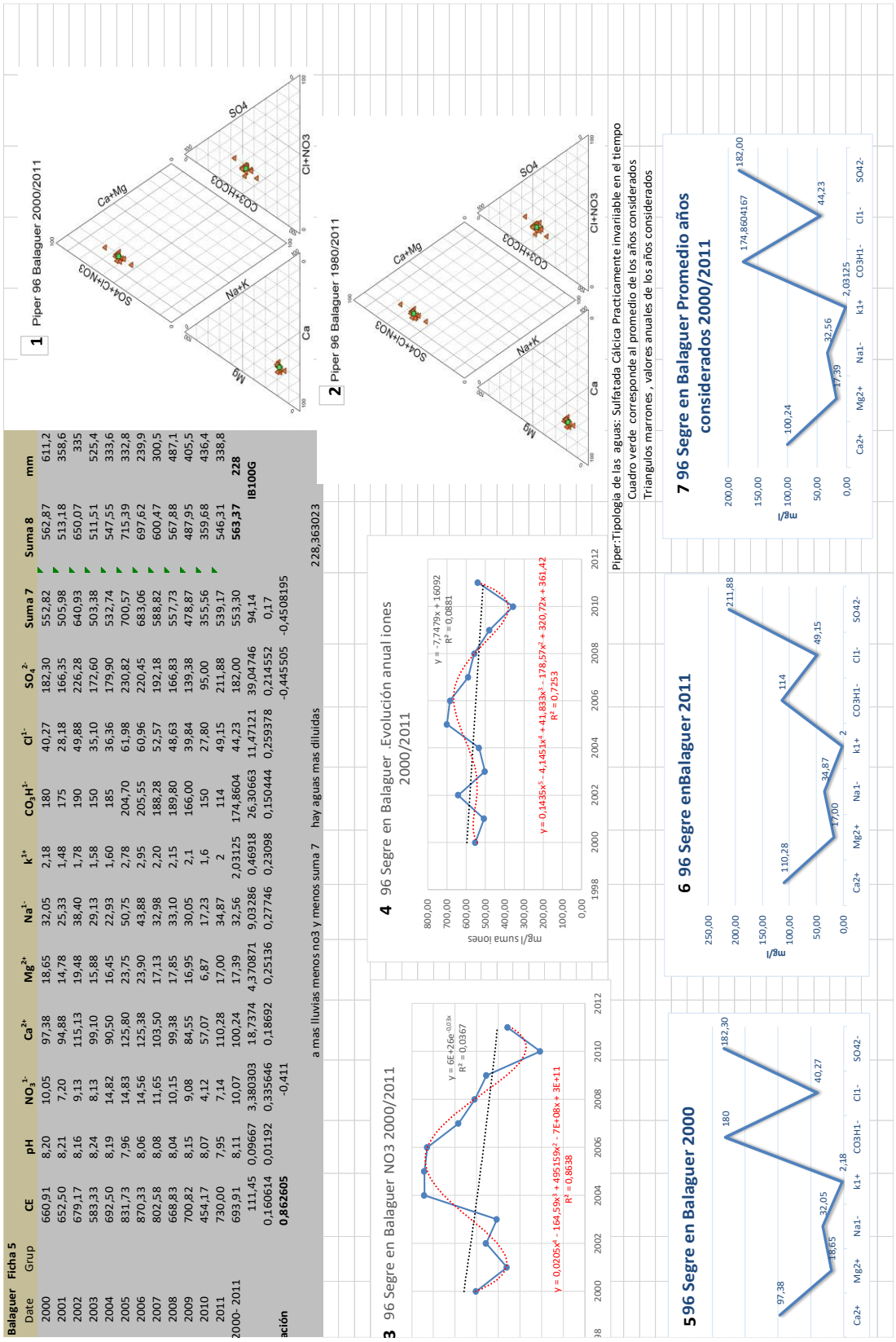
En los gráficos 2 y 3, se puede observar en la evolución de los nitratos y del resto de iones. Los nitratos tienen tendencia al alza, mientras que los iones disueltos marcan una tendencia a la baja. Ambas curvas se han ajustado con ecuaciones potencial y lineal con valores del R^2 muy bajos. En cambio, los ajustes con ecuaciones polinómicas de 3º y 2º grado alcanzan valores excelentes de coeficiente de determinación, R2 de 1 y 0,99.

Los tres gráficos, con las cantidades de iones en el primer año de la serie, el último y el promedio de la serie, muestran muy poca variación. Asegurando la estabilidad de las aguas del Segre en ese punto, durante el período analizado.

El Índice IB100G es de 104, es decir las aguas contienen un cuatro por ciento más iones, que las medidas en el punto de control de Gualter.

6.3.6. Punto de control 96: Balaguer (Segre bajo)

a) Valores, series y gráficos. ((Elaboración propia a partir Bd/Asup)-



Balaguer	Ficha 5																
Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	mm
2000		660,91	8,20	10,05	97,38	18,65	32,05	2,18	180	40,27	182,30	552,82	562,87	611,2
2001		652,50	8,21	7,20	94,88	14,78	25,33	1,48	175	28,18	166,35	505,98	513,18	358,6
2002		679,17	8,16	9,13	115,13	19,48	38,40	1,78	190	49,88	226,28	640,93	650,07	335
2003		583,33	8,24	8,13	99,10	15,88	29,13	1,58	150	35,10	172,60	503,38	511,51	525,4
2004		692,50	8,19	14,82	90,50	16,45	22,93	1,60	185	36,36	179,90	532,74	547,55	333,6
2005		831,73	7,96	14,83	125,80	23,75	50,75	2,78	204,70	61,98	230,82	700,57	715,39	332,8
2006		870,33	8,06	14,56	125,38	23,90	43,88	2,95	205,55	60,96	220,45	683,06	697,62	239,9
2007		802,58	8,08	11,65	103,50	17,13	32,98	2,20	188,28	52,57	192,18	588,82	600,47	300,5
2008		668,83	8,04	10,15	99,38	17,85	33,10	2,15	189,80	48,63	166,83	557,73	567,88	487,1
2009		700,82	8,15	9,08	84,55	16,95	30,05	2,1	166,00	39,84	139,38	478,87	487,95	405,5
2010		454,17	8,07	4,12	57,07	6,87	17,23	1,6	150	27,80	95,00	355,56	359,68	436,4
2011		730,00	7,95	7,14	110,28	17,00	34,87	2	114	49,15	211,88	539,17	546,31	338,8
2000- 2011		693,91	8,11	10,07	100,24	17,39	32,56	2,03125	174,8604	44,23	182,00	553,30	**563,37**	**228**
		111,45	0,09667	3,380303	18,7374	4,370871	9,03286	0,46918	26,30663	11,47121	39,04746	94,14		**IB100G**
		0,160614	0,01192	0,335646	0,18692	0,25136	0,27746	0,23098	0,150444	0,259378	0,214552	0,17		
ación		**0,862605**		-0,411							-0,445505	-0,4508195		

a mas lluvias menos no3 y menos suma 7 hay aguas mas diluidas 228,363023

b) Comentario/discusión

Después de cruzar la población de Camarasa, el Segre entra en el embalse de St. Llorenç de Montgai. Desde este embalse de desvía parte del agua hacia el canal hidroeléctrico denominado canal de Balaguer, agua que devuelve al Segre antes llegar a Lleida en el parque de la Media (la Esclusa o Repartidor). Lugar donde se regula el caudal del Segre y desde donde se realiza la toma de 60m^3/s, derivado al canal de Seros, también de uso hidroeléctrico.

Es importante señalar que el pequeño rio Sió desemboca al Segre antes de llegar a Balaguer. El caudal medio del Sió es del orden del m^3/s, pero con una carga muy alta de iones; 697 mg/l, de los cuales el 30 %, son sulfatos. (Ver mapa 11, datos actuales de CHE y la no concordancia con el mapa 11).

Resaltar, que el aporte del Sió 1304 (ficha 12) , puesto que las aguas del Segre en el punto de control de Balaguer se encuentran con una carga de iones de (553 mg/l), aumentando en más del doble a las que tenía en Camarasa (253 mg/l). Este incremento se supone debe provenir de fuentes difusas, de los retornos del riego de la zona y de las aguas que aporta el Sió (Suma 7 = 697,62 mg/l).

Los porcentajes de iones que teníamos en el punto de control de Camarasa: 52% eran bicarbonatos CO3H, y el 15% sulfatos SO4. Y las aguas eran bicarbonatadas cálcicas.

Esta situación varía en Balaguer, los bicarbonatos bajan al 31% y los sulfatos suben al 32% y las aguas lógicamente cambian de familia, pasaran de bicarbonatadas a sulfatadas, este cambio se mantendrá en todo el recorrido del rio por el Bajo Segre, aunque no sean con los mismos porcentajes que se han citado aquí.

¿A qué se debe este cambio tan radical? Si miramos el mapa nº 2, dedicado al marco geológico del trabajo podemos encontrar la respuesta. El anticlinal Barbastro-Balaguer se prolonga hasta la cuenca del rio Llobregos, concretamente a Sanahuja. En este anticlinal, se encuentran los depósitos de los yesos del oligoceno, depósitos que llegan hasta al sur de la localidad de Camarasa, y es después de esta localidad, donde las aguas del Segre cruzan el anticlinal, y el tramo final del rio Sió, entra en contacto con el anticlinal, que también se prolonga bajo la sierra de Bellmunt y Almenara, antes de desembocar en el Segre, al norte de Balaguer.

Los yesos químicamente son sulfato cálcico cristalizado con dos moléculas de agua: $CaSO_4$, 2 H_2O.

Las aguas del Medio Segre que habían cruzado sustratos calizos, las hemos caracterizado como bicarbonatadas cálcicas. Habían alcanzado el equilibrio. tras cruzar Camarasa y encontrar yeso ($CaSO_4$. 2 H_2O), comienza a disolver este mineral que provoca el aumento de sulfatos y calcio, posiblemente el agua se satura de la calcita que precipita. Apoya este razonamiento lo siguiente: las aguas del Medio Segre, antes de cruzar el anticlinal, tenían una media de 36,92

mg/l de sulfatos y 3,135 mg/l de calcio. Después, en el Bajo Segre, tiene una media de 159 mg/l de sulfatos y 91,35 mg/l de Calcio. O sea, hay un incremento de 159/37, de 4,3 veces más de sulfatos y 91,35/3,135 de 29 veces más de calcio, por cada litro de agua.

Aplicando los datos de la tabla, al programa LHA, se obtiene el diagrama Piper en el que se puede comprobar que, las aguas del Medio Segre, al girar a la izquierda, para iniciar el curso del Bajo Segre, cambian de tipología. Antes eran bicarbonatadas cálcicas, pero a partir de Balaguer, las aguas pasan a ser sulfatadas cálcicas.

En el diagrama Piper, marcado con un cuadrado de color verde, se presenta el valor promedio de los valores anuales, que además están representados con triángulos marrones.

El gráfico 3, sobre la evolución de los nitratos, presenta las variaciones sufridas durante los 11 años que se aportan, con oscilaciones anuales comprendidas entre las 4 y los 14 mg/l. Pone de manifiesto que, en un periodo inicial de 7 años, han aumentado, y en los cinco posteriores, han disminuido, formando una tendencia decreciente que se puede ver con la recta de regresión de valor potencial, con un R2 (índice de determinación) muy pequeño 0,0829. También se ha intentado el ajuste, con una función polinómica de 4º grado con la que se logra que el citado índice alcance un valor de 0,863.

Insistimos en recordar que los nitratos presentes en las aguas solo pueden provenir de acciones antrópicas derivadas de las actividades agroganaderas de la región, generando una curva de evolución dependiente de las posibles aportaciones de fuentes difusa, como estamos viendo en la mayoría de los resultados.

En el gráfico de evolución de iones (donde no se incluyen los nitratos) da lugar a una línea quebrada con tendencia decreciente, que se ha podido ajustar con una ecuación exponencial, que presenta un mal valor del índice de determinación R^2 (0,10)

También se ha intentado ajustar, con una ecuación polinómica de 5º grado, con la que se obtiene un R^2 de 0,725.

Los tres gráficos, con la evolución de los iones para el primer y último año de las series utilizadas del 2000 al 2011, y el de promedios, ponen de manifiesto la valía del promedio para representar el tipo de agua. Hay que destacar que en el grafico 6, se observa una disminución de los bicarbonatos CO_3H y un incremento de los sulfatos, que concuerda con el hecho de la reacción siguiente: a mayor tasa de sulfatos, químicamente corresponde una disminución de los bicarbonatos (J Sánchez S. Román, 358).

El IB100G en Balaguer tiene un valor de 228.

La correlación entre la suma de iones (Suma 7) y CE nos da un coeficiente de correlación de 0,862.

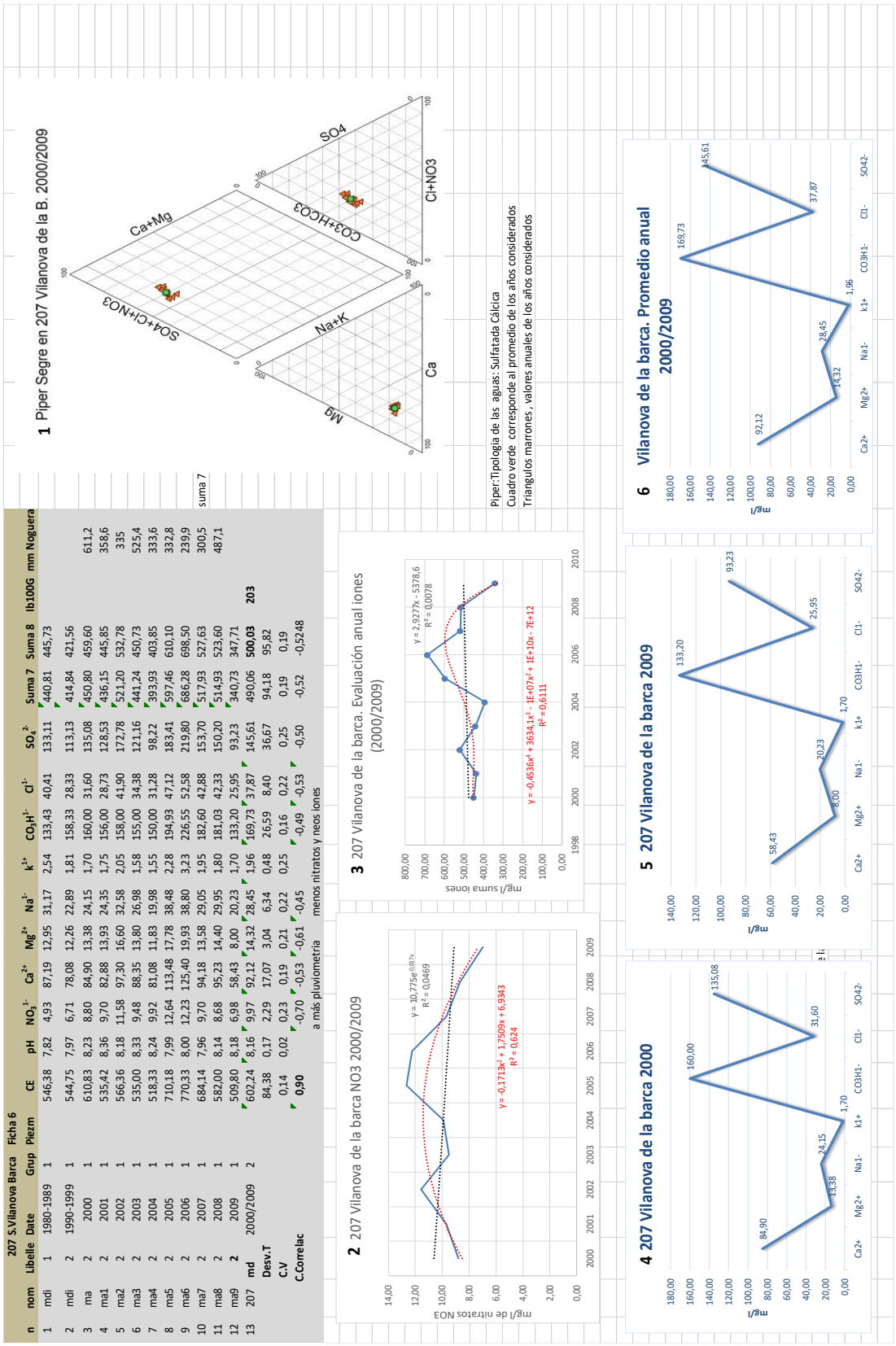
Intentando buscar una justificación para la alta variabilidad anual de la suma de iones, incluidos los nitratos, hemos buscado la posible relación entre la pluviometría media anual de la Noguera (que aparece en una nueva columna mm) en los valores de las series Suma 7 y NO_3, encontrando una correlación negativa de -0,44 entre los valores de la pluviometría y los valores de las dos series citadas. Basándonos en esta correlación, se puede afirmar; que, a mayor pluviometría en la zona, menor porcentaje de nitratos y del resto de iones en las aguas, Seguramente, la pluviometría aumenta el caudal de los ríos y por el fenómeno de dilución, se reducen los contenidos de iones/l en el agua.

En esta última consideración, hay que tener en cuenta, que proviene de unos coeficientes de correlación de bajo valor 0’44, lo que nos lleva a considerar lo expuesto bajo una certeza de un 44% respecto 100%.

6.3.7. Punto de control 207: Vilanova de la Barca (Segre bajo).

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

n	nom	207 S.Vilanova Barca Libelle	Date	Grup	Ficha 6 Piezm	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	lb100G	mn Noguera
1	mdi	1	1980-1989	1		546,38	7,82	4,93	87,19	12,95	31,17	2,54	133,43	40,41	133,11	440,81	445,73		
2	mdi	2	1990-1999	1		544,75	7,97	6,71	78,08	12,26	22,89	1,81	158,33	28,33	113,13	414,84	421,56		
3	ma	2	2000	1		610,83	8,23	8,80	84,90	13,38	24,15	1,70	160,00	31,60	135,08	450,80	459,60		611,2
4	ma1	2	2001	1		535,42	8,36	9,70	82,88	13,93	24,35	1,75	156,00	28,73	128,53	436,15	445,85		358,6
5	ma2	2	2002	1		566,36	8,18	11,58	97,30	16,60	32,58	2,05	158,00	41,90	172,78	521,20	532,78		335
6	ma3	2	2003	1		535,00	8,33	9,48	88,35	13,80	26,98	1,58	155,00	34,38	121,16	441,24	450,73		525,4
7	ma4	2	2004	1		518,33	8,24	9,92	81,08	11,83	19,98	1,55	150,00	31,28	98,22	393,93	403,85		333,6
8	ma5	2	2005	1		710,18	7,99	12,64	113,48	17,78	38,48	2,28	194,93	47,12	183,41	597,46	610,10		332,8
9	ma6	2	2006	1		770,33	8,00	12,23	125,40	19,93	38,80	3,23	226,55	52,58	219,80	686,28	698,50		239,9
10	ma7	2	2007	1		684,14	7,96	9,70	94,18	13,58	29,05	1,95	182,60	42,88	153,70	517,93	527,63		300,5
11	ma8	2	2008	1		582,00	8,14	8,68	95,23	14,40	29,95	1,80	181,03	42,33	150,20	514,93	523,60		487,1
12	ma9	2	2009	1		509,80	8,18	6,98	58,43	8,00	20,23	1,70	133,20	25,95	93,23	340,73	347,71		
13	207	md	2000/2009	2		602,24	8,16	9,97	92,12	14,32	28,45	1,96	169,73	37,87	145,61	490,06	**500,03**	**203**	
		Desv.T				84,38	0,17	2,29	17,07	3,04	6,34	0,48	26,59	8,40	36,67	94,18	95,82		
		C.V				0,14	0,02	0,23	0,19	0,21	0,22	0,25	0,16	0,22	0,25	0,19	0,19		
		C.Correlac				**0,90**		-0,70	-0,53	-0,61	-0,45		-0,49	-0,53	-0,50	-0,52	-0,52448		
								a más pluviometria					menos nitratos y neos iones			suma 7			



b) Comentario/discusión

Este punto de control, está situado antes de la desembocadura de los ríos N. Ribagorzana y Corb-Ondara, de forma que las aguas superficiales no deberían estar afectadas por los contenidos de las aguas aportadas por estos afluentes.

En la ficha, se puede observar, que se disponen de resultados analíticos del punto de control desde 1980 hasta 2009. Como hemos realizado en las fichas anteriores, de las cuales también teníamos datos anteriores al año 2000, no los hemos tenido en cuenta, por ser periodos anteriores de la DMA del año 2000, al desconocer los criterios analíticos anteriores a esa fecha.

Se ha procedido de la misma forma que en las fichas anteriores. Las series históricas de aniones y cationes, se han sometido a un filtro estadístico: determinación del promedio de los años considerados (2000-2009), promedio de la serie, desviación típica, y coeficiente de variación. Para este último, el valor mayor de una serie es del 25%, el resto oscilan entre ese valor y 2%. Por lo tanto, tenemos la garantía de que el promedio de cada serie es representativo de todos sus componentes.

También hemos calculado el coeficiente de correlación entre las series Suma 7 y CE, obteniendo un valor del 0,9.

Los valores de la tabla, con la aplicación LHA, se han obtenido los diagramas habituales, del que destacamos el de Piper, que nos indica que las aguas son claramente sulfatadas cálcicas, y como en las fichas anteriores, el cuadrado verdel corresponde a los valores promedio de las series y los triángulos marrones a los valores anuales.

El gráfico de evolución de los nitratos, presenta como los vistos hasta ahora una formación en dientes de sierra. La línea quebrada, de la evolución de los nitratos, se ha podido ajustar con una ecuación potencial, que tiene un coeficiente de terminación, R^2 =0,08 Para mejorar este coeficiente, se ha aplicado una ecuación polinómica de 2º grado, con la que se logra un R^2 de 0,624. Con los dos ajustes se coincide en que la tendencia es a disminuir.

Estas oscilaciones pueden deberse a la acción antrópica a la pluviometría anual, en la Noguera de valor -0,7. A mayor pluviometría mayor dilución de los nitratos y menor concentración en cada litro de agua.

Respecto al gráfico de evolución de iones, este también presenta una línea quebrada, que ajustamos con una regresión lineal con R^2 malísima de 0,0078. Con una polinómica de 4º grado se logra mejorar sustancialmente el R2, que toma un valor de 0,6111. Esta serie guarda una correlación negativa -0,52, respecto a la pluviometría anual en la Noguera.

Esta última correlación, semejante a como ocurre con los nitratos, nos indica que, a menor pluviometría, más cantidad de iones en el agua. Podría repetirse lo que indicamos que puede ocurrir con los nitratos, aunque con menos certidumbre (nitratos -0,7 y iones -0,52).

Igual que ha ocurrido al analizar el punto anterior Balaguer 96, nos encontramos de nuevo que el factor pluviometría, aunque solo sea a nivel comarcal, tiene un efecto sobre los iones disueltos en el agua; a mayor pluviometría menor cantidad de iones y de nitratos en el agua. La interpretación de este efecto podría ser, como en Balaguer, que a mayor cantidad de agua menor concentración de iones, por unidad de volumen.

Para analizar este fenómeno sería preciso conocer los días y las cantidades de lluvia en todo el tramo, como mínimo desde Rialb hasta Seròs 25, y correlacionarlos con los valores obtenidos en las analíticas, de las cuales conocemos día y hora, de la toma de muestras.

De todas formas, opinamos, que aun dentro de la poca precisión que tenemos con los coeficientes de correlación calculados, se podría abrir una línea posterior de investigación sobre la influencia de la pluviometría en las concentraciones de iones en las aguas superficiales.

Se completa la ficha, con los tres gráficos de los contenidos de iones en el primer año de la serie 2000, en el último 2009 y con los valores promedios utilizados en el diagrama Piper.

Red de control de sustancias peligrosas de la CHEbro:

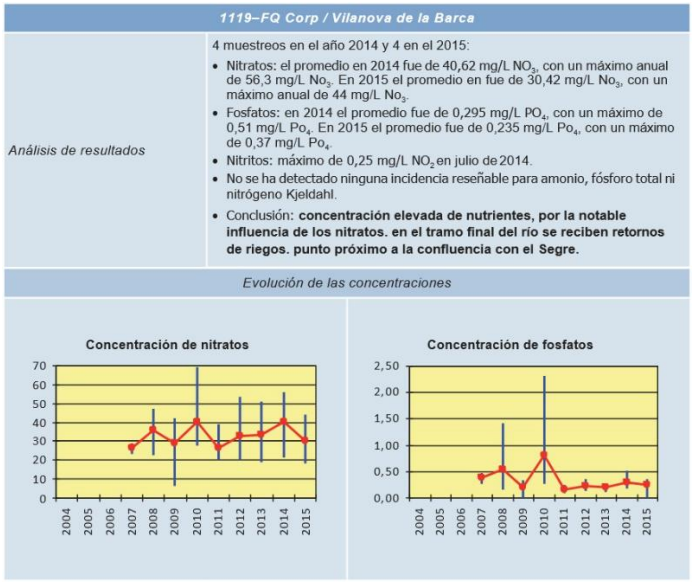


Imagen 3.6. Evolución de nitratos y fosfatos en la aguas del Segre. (Fuente: CHEbro). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

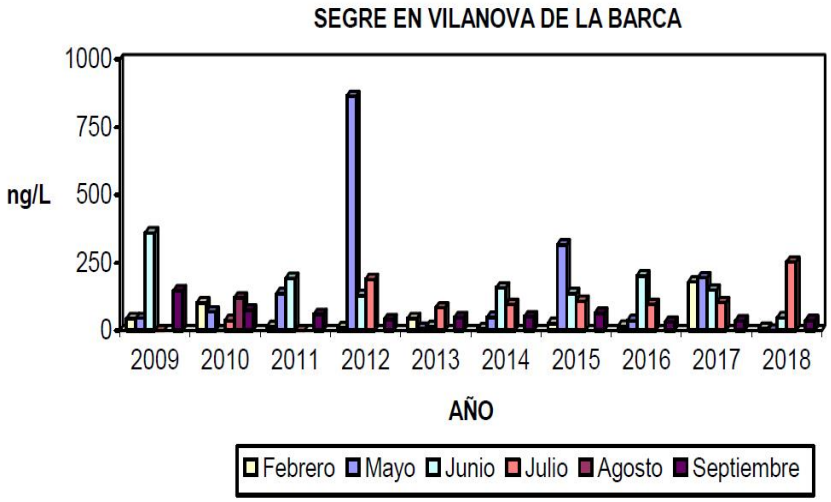
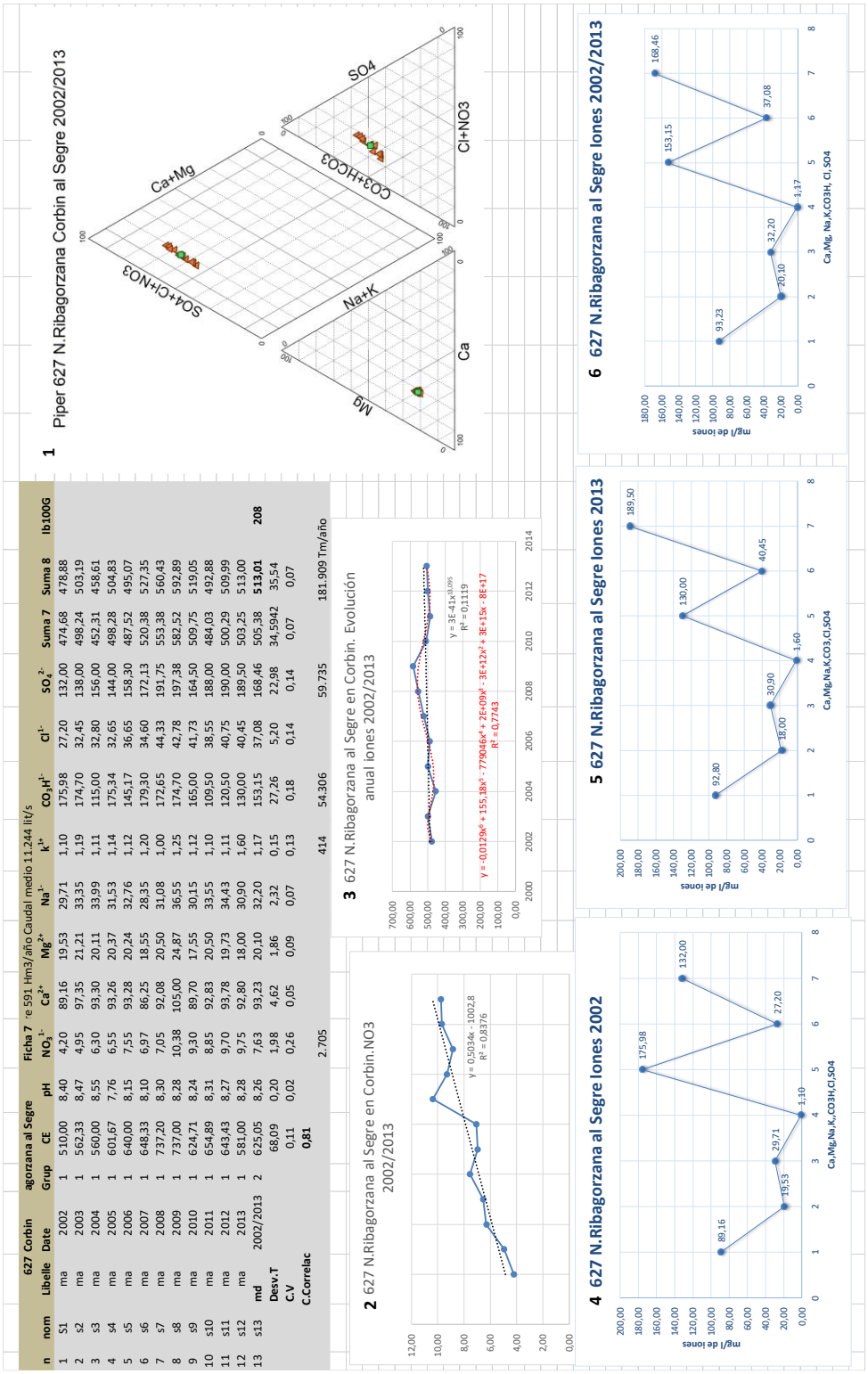


Imagen 4.6. Insecticidas en milmillonésimas de gramo/l o nanogramo/litro de agua en las aguas del Segre. (Fuente: CHEbro). Los mayores valores suelen darse entre mayo y junio. Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

6.3.8. Punto de control 627: confluencia del Noguera Ribagorçana con el Segre bajo)

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

n	nom	627 Corbin agorzana al Segre Libelle	Date	Grup	CE	pH	Ficha 7 re 591 Hm3/año Caudal medio 11.244 lt/s NO_3^{-1}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	Ib100G
1	S1	ma	2002	1	510,00	8,40	4,20	89,16	19,53	29,71	1,10	175,98	27,20	132,00	474,68	478,88	
2	s2	ma	2003	1	562,33	8,47	4,95	97,35	21,21	33,35	1,19	174,70	32,45	138,00	498,24	503,19	
3	s3	ma	2004	1	560,00	8,55	6,30	93,30	20,11	33,99	1,11	115,00	32,80	156,00	452,31	458,61	
4	s4	ma	2005	1	601,67	7,76	6,55	93,26	20,37	31,53	1,14	175,34	32,65	144,00	498,28	504,83	
5	s5	ma	2006	1	640,00	8,15	7,55	93,28	20,24	32,76	1,12	145,17	36,65	158,30	487,52	495,07	
6	s6	ma	2007	1	648,33	8,10	6,97	86,25	18,55	28,35	1,20	179,30	34,60	172,13	520,38	527,35	
7	s7	ma	2008	1	737,20	8,30	7,05	92,08	20,50	31,08	1,00	172,65	44,33	191,75	553,38	560,43	
8	s8	ma	2009	1	737,00	8,28	10,38	105,00	24,87	36,55	1,25	174,70	42,78	197,38	582,52	592,89	
9	s9	ma	2010	1	624,71	8,24	9,30	89,70	17,55	30,15	1,12	165,00	41,73	164,50	509,75	519,05	
10	s10	ma	2011	1	654,89	8,31	8,85	92,83	20,50	33,55	1,10	109,50	38,55	188,00	484,03	492,88	
11	s11	ma	2012	1	643,43	8,27	9,70	93,78	19,73	34,43	1,11	120,50	40,75	190,00	500,29	509,99	
12	s12	ma	2013	1	581,00	8,28	9,75	92,80	18,00	30,90	1,60	130,00	40,45	189,50	503,25	513,00	
13	s13	md	2002/2013	2	625,05	8,26	7,63	93,23	20,10	32,20	1,17	153,15	37,08	168,46	505,38	**513,01**	**208**
		Desv.T			68,09	0,20	1,98	4,62	1,86	2,32	0,15	27,26	5,20	22,98	34,5942	35,54	
		C.V			0,11	0,02	0,26	0,05	0,09	0,07	0,13	0,18	0,14	0,14	0,07	0,07	
		C.Correlac			**0,81**		2.705				414	54.306		59.735		181.909 Tm/año	



b) Comentario /discusión

El punto de control de Corbins controla la calidad de las aguas que el rio N. Ribagorzana vierte al Segre.

Si comparamos los valores de Corbins con los del Segre, en Vilanova de la Barca, se comprueba que son aguas con parámetros fisicoquímicos bastante semejantes. La última etapa del rio N.R., atraviesa una zona de intensa actividad agrícola y ganadera, semejante a la del Segre.

El N. Ribagorzana, en la confluencia, tiene una CE de 625 µS/cm y el Segre de 602 µS/cm. La Suma 7 de iones: 505 en N.R y 490 en el Segre. El contenido medio de nitratos es de7, 63 mg/l, en N.R y de 9,97 en el Segre.

Los diagramas Piper para las dos aguas: sulfatadas cálcicas.

En el gráfico 2, la evolución de los nitratos forma una línea quebrada con pequeños dientes de sierra. Como en los puntos de control anteriores, tienen el aspecto de provenir de aportaciones difusas. Una novedad es que la tendencia es claramente alcista, y que ha permitido su ajuste con una recta de regresión lineal con R^2 0,83. Para un periodo de 11 años, donde la oscilación es entre 4 y 10 mg/l de nitratos.

El gráfico 3 permite ver la evolución que tiene el valor de los iones disueltos, que aproximadamente es del mismo orden de magnitud a lo largo del tiempo (474 a 580 mg/l), la curva se puede ajustar con una ecuación polinómica de 6º grado y obtener una R^2 de 0,77.

El valor del índice IB100G es 208, que, comparado con las aguas del Segre, a la salida del embalse de Rialb, tiene el doble contenido de iones disueltos.

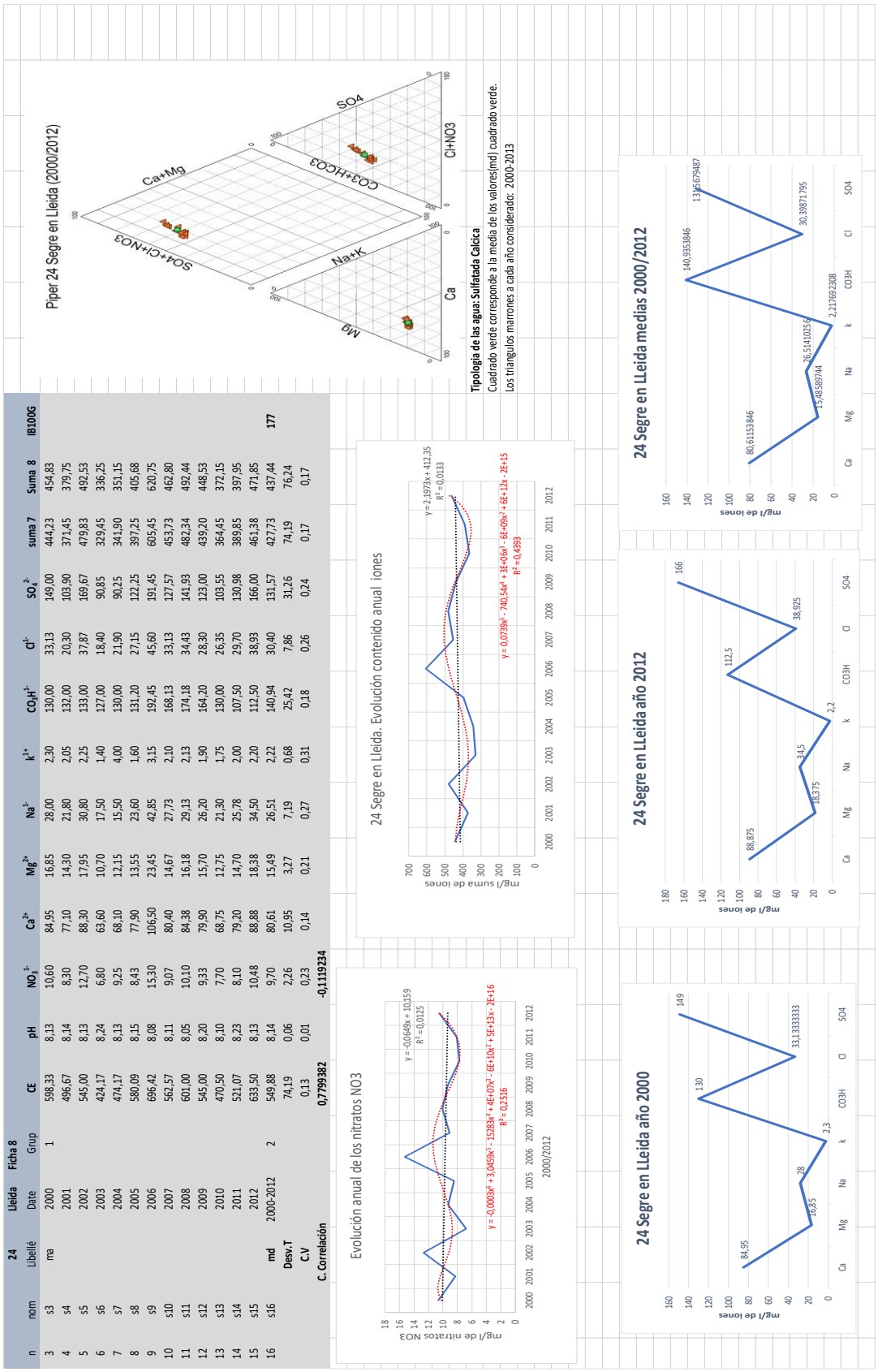
Con los gráficos 5, 6 y 7 se representan valores del mismo orden de magnitud que en el punto de control de Balaguer en el Segre.

La correlación mide la fuerza de la relación entre las variables cuantitativas, que, por lo general, es la forma del coeficiente de correlación, en su función de análisis de datos.

6.3.9. Punto de control 24: Lleida (Segre bajo).

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup)

n	nom	24 Libellé	Lleida Date	Ficha 8 Grup	CE	pH	NO_3^{-1}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1+}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	suma 7	Suma 8	IB100G
3	s3	ma	2000	1	598,33	8,13	10,60	84,95	16,85	28,00	2,30	130,00	33,13	149,00	444,23	454,83	
4	s4		2001		496,67	8,14	8,30	77,10	14,30	21,80	2,05	132,00	20,30	103,90	371,45	379,75	
5	s5		2002		545,00	8,13	12,70	88,30	17,95	30,80	2,25	133,00	37,87	169,67	479,83	492,53	
6	s6		2003		424,17	8,24	6,80	63,60	10,70	17,50	1,40	127,00	18,40	90,85	329,45	336,25	
7	s7		2004		474,17	8,13	9,25	68,10	12,15	15,50	4,00	130,00	21,90	90,25	341,90	351,15	
8	s8		2005		580,09	8,15	8,43	77,90	13,55	23,60	1,60	131,20	27,15	122,25	397,25	405,68	
9	s9		2006		696,42	8,08	15,30	106,50	23,45	42,85	3,15	192,45	45,60	191,45	605,45	620,75	
10	s10		2007		562,57	8,11	9,07	80,40	14,67	27,73	2,10	168,13	33,13	127,57	453,73	462,80	
11	s11		2008		601,00	8,05	10,10	84,38	16,18	29,13	2,13	174,18	34,43	141,93	482,34	492,44	
12	s12		2009		545,00	8,20	9,33	79,90	15,70	26,20	1,90	164,20	28,30	123,00	439,20	448,53	
13	s13		2010		470,50	8,10	7,70	68,75	12,75	21,30	1,75	130,00	26,35	103,55	364,45	372,15	
14	s14		2011		521,07	8,23	8,10	79,20	14,70	25,78	2,00	107,50	29,70	130,98	389,85	397,95	
15	s15		2012		633,50	8,13	10,48	88,88	18,38	34,50	2,20	112,50	38,93	166,00	461,38	471,85	
16	s16	md	2000-2012	2	549,88	8,14	9,70	80,61	15,49	26,51	2,22	140,94	30,40	131,57	427,73	437,44	177
		Desv.T			74,19	0,06	2,26	10,95	3,27	7,19	0,68	25,42	7,86	31,26	74,19	76,24	
		C.V			0,13	0,01	0,23	0,14	0,21	0,27	0,31	0,18	0,26	0,24	0,17	0,17	
		C. Correlación			0,7799382		-0,1119234										



b) Comentario/discusión

Continuando su recorrido por el Segre bajo, llegamos al punto de control de Lleida, que se resume en la ficha 9.

La tabla de datos abarca el periodo del 2000 al 2012. Los coeficientes de variación de las series de datos son inferiores a 0,32.

Su volcado en la aplicación LHA proporciona un diagrama Piper, que clasifica todos los valores medios anuales y al promedio de todos ellos, como aguas sulfatadas cálcicas. Como en las fichas anteriores, el valor promedio de todas las series se representa con el cuadrado verde y los valores anuales, con triángulos marrones.

La evolución de los nitratos oscila entre un valor medio de 9,7 mg/l con otro más alto de 15,3 mg/l y el menor de 6,8 mg/l. Los valores extremos, solo se comprenden como aportaciones puntuales de fuentes difusas. La tendencia es ligeramente a disminuir. El ajuste con una ecuación lineal, tiene un coeficiente de determinación muy bajo 0,01. Con una función poligonal de 6º grado, se logra un R^2 de valor 0,251.

La evolución de los iones disueltos es una línea quebrada con valor medio de 427 mg/l (con valores máx. 482 y 329).

6.3.10. Punto de control 219: Torres de Segre (Segre bajo).

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

| 219 Torres de Segre | | | | Ficha 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Pluviometrias anuales | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

b) Comentario/discusión

Es el punto de control del Segre donde el valor de los iones disueltos es mayor. Desde un punto de vista físico/químico, parece lógico: a mayor recorrido del rio mayor posibilidad de que los iones disueltos se incrementen.

Es esta estación, una de las más importantes del Segre, pues además de los muestreos para el análisis del agua, también es el punto de control de análisis de sedimentos y de la biota.

El valor Suma 8, promedio de 15 años, que agrupamos en la ficha, alcanza el valor de 616,68 mg/l. En el gráfico 2 y 3, se representa la evolución de los nitratos y los iones disueltos. Ambos gráficos forman una línea quebrada en forma de dientes de sierra, que en lo nitratos son más pronunciados que en la suma de iones Suma 7. Desde el año 2010, las oscilaciones del contenido de iones son menores y tienden a estabilizarse.

Los gráficos 4 y 6 ponen de manifiesto, una vez más, la bondad de utilizar el promedio para interpretar la naturaleza del agua, y su poca variabilidad en un periodo largo de 15 años.

En este punto estratégico del rio, casi al final de su recorrido, se puede detectar el resultado de las presiones de todo el territorio.

Comenzamos por analizar si se puede encontrar alguna relación entre las oscilaciones de los iones y la pluviometría.

Tenemos las series históricas de las estaciones meteorológicas de algunos puntos del territorio donde, parte de las aguas, pueden finalizar en el rio, bien por escorrentías o por filtraciones y por el aporte de los ríos que cruzan la zona. Probamos con cinco series pluviométricas de los mm recogidos en:

1ª Segrià,

2ª La Noguera.

3ª Segrià + La Noguera.

4ª Las recogidas en la 3ª serie, a la que sumamos La Segarra + Urgell + Pla de Urgell (allí nacen los cuatro ríos que desembocan en el Segre).

5ª A la cuarta serie, le sumamos la pluviometría anual recogida en la estación de Solsona, que tiene influencia en los afluentes del Medio Segre.

Se ha buscado la correlación entre cada una de estas series de pluviometría con las de la serie Suma 7 (que suma de todos los iones menos nitratos): en todos los casos la correlación es negativa, lo que representa que a más pluviometría menos contenidos de iones.

Las series pluviométricas que mejor coeficiente de correlación presentan con las series Suma 7 y Suma 8 (ésta última se forma con todos los iones, incluidos los nitratos).

La correlación de 1(100 puntos) equivaldría a la mejor correlación posible.

La mejor correlación que se obtiene es de -0,413 (es decir correlaciones de 41,3 puntos sobre 100), no es excelente, pero nos indica que estadísticamente existe una relación medianamente estrecha entre los mm de lluvias anuales, en la zona de influencia del rio Segre y sus afluentes por el margen izquierdo, y el contenido de iones en las aguas superficiales del Segre.

Esta relación existe y tiene un valor máximo, si se considera la pluviometría anual medida en las estaciones de Noguera + Urgell + Garrigues + Solsonès.

Parece lógico que, a mayor pluviometría, mayor valor de las escorrentías y aumento del caudal de rio, y posiblemente mayor dilución de los iones que contiene, bajando el % de iones contenidos por litro de agua.

La importancia de este punto de control, situado después de que la mayor parte de los retornos de riego vuelvan al río, ha determinado que sea también el punto de control de aguas, sedimentos y Biota. El mapa desplegable nº68, recoge la visión global del análisis de datos del Bajo Segre, donde se incluyen los resultados analíticos de los productos orgánicos complejos derivados del uso de productos fito y zoosanitarios, con la evolución mensual durante los años 2009 al 2018.

c)Red de control de sustancias peligrosas:

c.1) En la matriz agua se encuentran metales pesados en microgramos/litro, según la CHEbro no sobrepasa ningún valor.

Concentración media anual en la matriz agua

Concentración media anual (µg/L)	Cadmio	Plomo	Mercurio	Níquel	Arsénico	Cobre	Cromo	Selenio	Zinc	Fluoruros
NCA-MA (µg/L)	0,2	7,2	–	20	50	120	55	1	500	1700
219 Segre / Torres de Segre	<0,02	<0,5	<0,012	0,74	1,75	<2	<2	–	<10	227

D1

Imagen 5.6. Metales en suspensión /disueltos en las aguas superficiales. (Fuente: CHEbro). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

c.2) En la matriz sedimentos se encuentra: Cobre 53,3 mg/Kg de residuo seco. Selenio 2,33 mg/kg de residuo seco. Zinc 175 mg/kg de residuo seco. Imagen 4/6.

Cobre en la matriz sedimento

Estación RCSP	Concentración (mg/Kg peso seco)
0219 Segre / Torres de Segre	53,3

D2

Selenio en la matriz sedimento

Estación RCSP	Concentración (mg/Kg peso seco)
0219 Segre / Torres de Segre	2,33

D3

Zinc en la matriz sedimentos

Estación RCSP	Concentración (mg/Kg peso seco)
0219 Segre / Torres de Segre	175

D4

Imagen 6.6. Metales en los sedimentos de PCR 129. (Fuente: CHEbro). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

c.3) Matriz biota

Mercurio y cromo total en la matriz biota

Sustancias Prioritarias	Estación	Especie	Fecha	Concentración (µg/Kg peso húmedo)	NCA (µg/Kg)
Mercurio	0219 Segre / Torres de Segre	Alburno	22/08/17	48	20
		Rutilo		19	
Cromo total	0219 Segre / Torres de Segre	Alburno	22/08/17	840	
		Rutilo		710	

D5

Imagen 7.6. Mercurio y Cromo en la matriz Biota de las especies de peces Alburno y Rutilo que sobrepasan los valores Normales de control ambiental NCA. (Fuente: CHEbro). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

c4). Insecticidas en la matriz agua del canal de Seròs

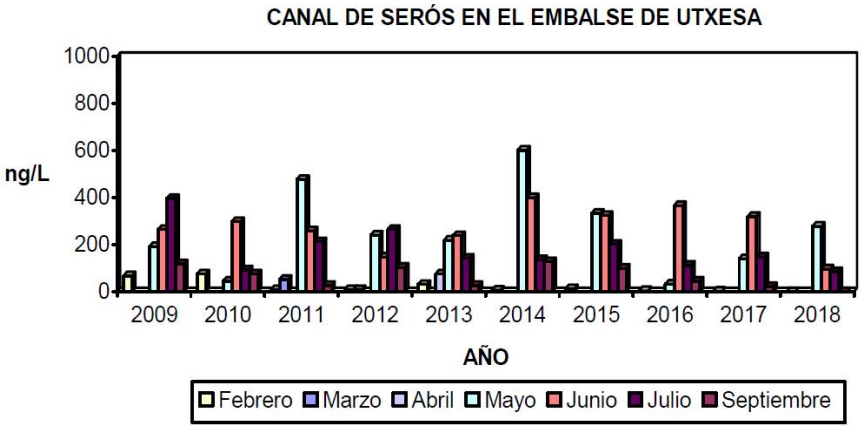
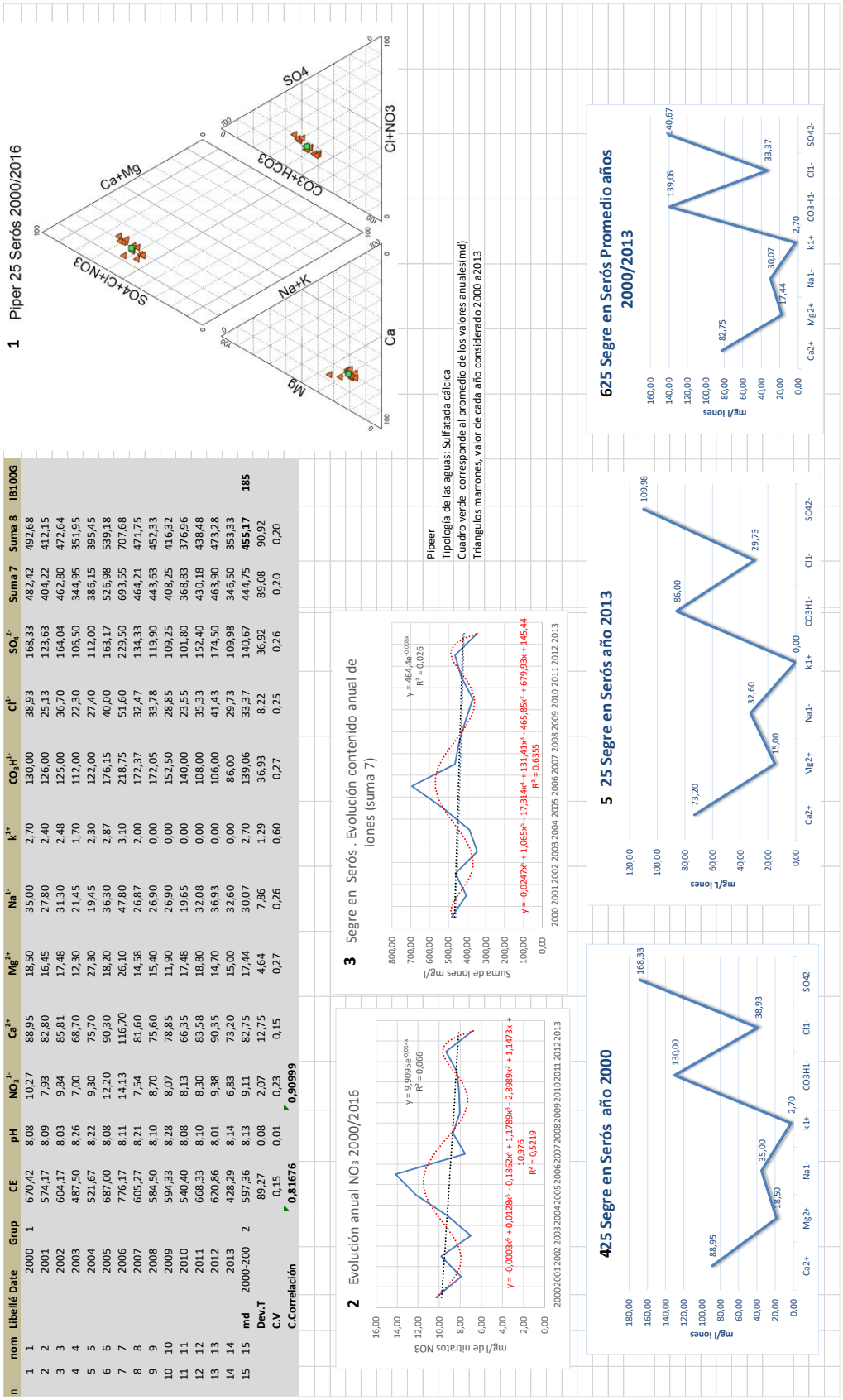


Imagen 8.6. Residuos de plaguicidas (PFS) en el embalse de Utxesa, con mayor incidencia los meses de mayo y junio. (Fuente: CHEbro) . Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

6.3.11. Punto de control 25: Seròs (Segre bajo).

a) Valores, series y gráficos. ((Elaboración propia a partir Bd/Asup).



n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_x^{2-}	Suma 7	Suma 8	IB100G
1	1		2000	1	670,42	8,08	10,27	88,95	18,50	35,00	2,70	130,00	38,93	168,33	482,42	492,68	
2	2		2001		574,17	8,09	7,93	82,80	16,45	27,80	2,40	126,00	25,13	123,63	404,22	412,15	
3	3		2002		604,17	8,03	9,84	85,81	17,48	31,30	2,48	125,00	36,70	164,04	462,80	472,64	
4	4		2003		487,50	8,26	7,00	68,70	12,30	21,45	1,70	112,00	22,30	106,50	344,95	351,95	
5	5		2004		521,67	8,22	9,30	75,70	27,30	19,45	2,30	122,00	27,40	112,00	386,15	395,45	
6	6		2005		687,00	8,08	12,20	90,30	18,20	36,30	2,87	176,15	40,00	163,17	526,98	539,18	
7	7		2006		776,17	8,11	14,13	116,70	26,10	47,80	3,10	218,75	51,60	229,50	693,55	707,68	
8	8		2007		605,27	8,21	7,54	81,60	14,58	26,87	2,00	172,37	32,47	134,33	464,21	471,75	
9	9		2008		584,50	8,10	8,70	75,60	15,40	26,90	0,00	172,05	33,78	119,90	443,63	452,33	
10	10		2009		594,33	8,28	8,07	78,85	11,90	26,90	0,00	152,50	28,85	109,25	408,25	416,32	
11	11		2010		540,40	8,08	8,13	66,35	17,48	19,65	0,00	140,00	23,55	101,80	368,83	376,96	
12	12		2011		668,33	8,10	8,30	83,58	18,80	32,08	0,00	108,00	35,33	152,40	430,18	438,48	
13	13		2012		620,86	8,01	9,38	90,35	14,70	36,93	0,00	106,00	41,43	174,50	463,90	473,28	
14	14		2013		428,29	8,14	6,83	73,20	15,00	32,60	0,00	86,00	29,73	109,98	346,50	353,33	
15	15	md	2000-200	2	597,36	8,13	9,11	82,75	17,44	30,07	2,70	139,06	33,37	140,67	444,75	**455,17**	185
		Dev.T			89,27	0,08	2,07	12,75	4,64	7,86	1,29	36,93	8,22	36,92	89,08	90,92	
		C.V			0,15	0,01	0,23	0,15	0,27	0,26	0,60	0,27	0,25	0,26	0,20	0,20	
		C.Correlación			0,81676		0,90999										

b) comentario/discusión

Este es el último punto de control del Segre antes de la confluencia, por el margen derecho, con su gran afluente, que proviene de Aragón: el Cinca.

La importancia de este punto de control radica en que es la última medición del caudal del rio. Además, permite realizar los balances de los sólidos totales disueltos (TDS)[15] formados por los iones inorgánicos a los que nos hemos ido refiriendo en cada una de las fichas del recorrido por el Segre medio y bajo, y los que contienen las aguas, que no están disueltos sino en suspensión (TSS)[16]. Son partículas que permanecen en suspensión en el agua, debido al movimiento del agua, o debido a que la densidad de la partícula es menor o igual a la del agua. Son de origen orgánico o inorgánico y pueden ser separados del agua por filtración.

Los TDS pueden atravesar un filtro con maya de 50[17] micras, en cambio los TSS al ser de mayor tamaño no lo atraviesan.

Volcando la tabla, con los resultados analíticos desde el 2000 al 2013, en el programa LHA, obtenemos los diagramas correspondientes del que destacamos el Piper que nos indica que corresponden a aguas sulfatadas cálcicas. Representamos como en las fichas anteriores, el valor medio del periodo por un cuadrado verde, y los valores anuales, por triángulos marrones. Se puede observar que el valor medio del periodo está situado gráficamente entre el conjunto de los valores anuales y que la tipología del agua prácticamente no ha variado en el periodo de los trece años analizados.

Los nitratos tienen una tendencia a la baja, con dificultades para ajustar la curva de carácter quebrado en forma de dientes de sierra. El mejor valor se logra con una función polinómica de 6º grado con una R^2 de valor 0,52.

Los valores de los nitratos oscilan entre los 6 y los 14 mg/l, (gráfico 2). La evolución del valor de los iones, como viene siendo habitual, forma una línea quebrada, caracterizada por ascensos y descensos de las cantidades anuales, y que oscilan entre los 350 a los 460 mg/l, con una tendencia decreciente, que se ha podido ajustar con una función polinómica a R^2 de valor 0,635.

El valor del IB100G tiene un valor de 184. Valor que comparado con el del agua en el embalse de Rialb, indica que el tramo del rio que comprende el Medio y Bajo Segre el agua contiene un 87% más de iones en disolución.

En el Mapa 68 hemos incluido el resultado del balance de materias que el Segre, sin incluir la aportación del Cinca vierte cada año al Ebro. Aquí, solo indicar la magnitud, que es del orden del millón de toneladas al año. Ver el detalla del balance anual sobre las exportaciones en las aguas del Segre en Seròs.

[15] Total, sólidos disueltos, atraviesan un filtro con maya de 50 micras
[16] Total, sólidos en suspensión, no atraviesan el filtro con maya de 50 micras
[17] Micra, milésima de milímetro

b) Red de control de sustancias peligrosas:

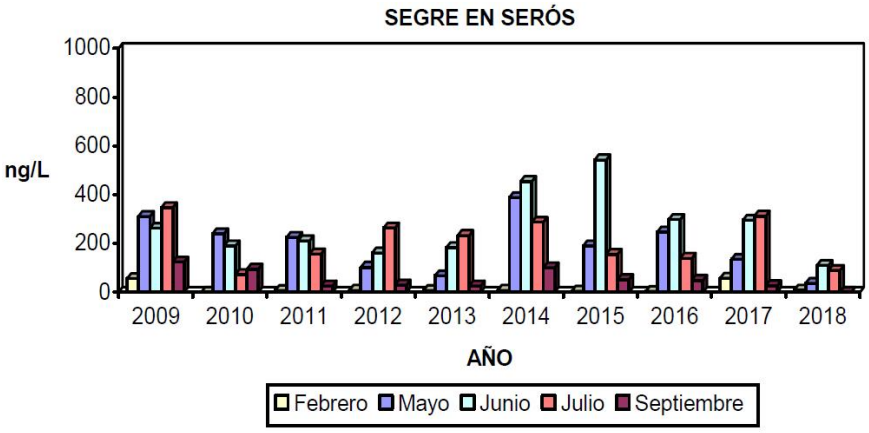


Imagen 9.6. Plaguicidas en nanogramos en las aguas del Segre. (Fuente: CHEbro). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

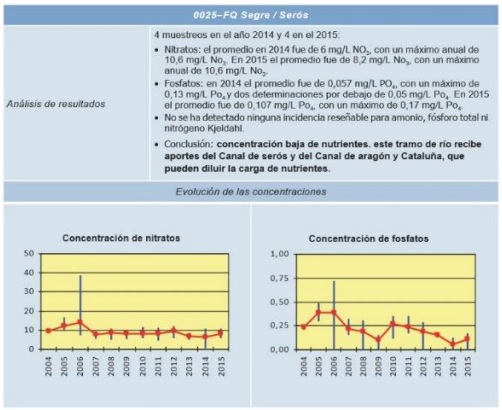


Imagen 10.6. Evolución de nitratos y fostatos en las aguas del Segre. (Fuente:CHEbro). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

c) Balance de materias en las aguas del Segre.

Caudal considerado con el que se realizaron la toma de muestras para el análisis 65,75 m^3/s. **Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis**

Balance de las materias que se miden en las aguas del Segre a su paso por la estacion nº 25 Seròs								
4 de agusto 3019 y								
Caudal medio	65,72 m3/s			Caudal medio	65,72 m3/s			
Sustacia	µgr/l	Kg/año		Sustancia	mgr/l	t/año		
Benzo	0,168	348,1877146		Fluoruros	0,23	476,6855616		
Aceites minerales	0,1363	282,4880089		Hierro	0,07538	156,2285114		
Terbutilazina	0,046	95,3371123		Boro	0,051	105,6998419		
Desinlatracina	0,029	60,1038317		Nitritos	0,04	82,9018368		
Jmazalil	0,029	60,1038317		Manganeso	0,01982	41,07786013		
Metolacloro	0,0288	59,6893225		Zinc	0,004	8,29018368		
Dimetoato	0,025	51,8136480		Bario	0,003318	6,876707363		
Suma Hexaclorocicloexano	0,025	51,8136480		Fenoles	0,002636	5,463231045		
Simacina	0,02	41,4509184		Cobre	0,002	4,14509184		
Clorpirifoslorpirifos meil	0,0177	36,6840628		Arsenico	0,00188	3,89638633		
Trifluralina	0,015	31,0881888		Plomo	0,001	2,07254592		
Alacloro	0,0569	21,9047378		Cromo	0,00055	1,139900256		
Atracina	0,009	18,6529133		Cadmio	0,000333	0,690157791		
Suma DDTs	0,008	16,5803674		Mercurio	0,0001	0,207254592		
Azinfos metil	0,007	14,5078214				**895,3750707**	t/año	
Molinato	0,002189	4,5368030		Solidos en suspensión	24,946	**51,701**		
Cloirifos	0,0015	3,1088189				947,0760707	En suspenión y metales	
Isoproturon	0,0012381	2,5660191						
3,4 dicloroanlinea	0,00077	1,9586036		Sulfatos	143,273	296.939,872		
p p'DDE	0,0005777	1,1973098		Bicarbonatos	140,882	291.984,414		
Paeation metil	0,00038961	0,8074846		Calcio	83,745	173.565,358		
PAHS 757440	0,000376	0,7772047		Cloruros	35,595	73.772,272		
Endosufán	0,0003636	0,7535777		Sodio	32,027	66.377,428		
Sustancias Peligrosas		1.205,7492060	Kg/año	Magnesio	17,056	35.349,343		
		1,2057400	t/año	Nitratos	9,325	19.326,491		
				Carbonatos	3,228	6.690,178		
				Potasio	2,73	5.658,050		
				Fosfatos	0,525	1.088,087		
						970.751,49	**Disueltos**	
						947,08	**En suspensión**	
						1,21	**S.Peligrosas**	
						971.699,775	**t/año**	

Imagen 11.6. Relación de materias en las aguas del Segre en Seròs (Fuente**:** Elaboración propia a partir Bd/Asup).

a) El encontrar sustancias peligrosas, en las aguas, aunque sean en valores pequeños, nos indica o que se utilizan en exceso o que su acción no debe ser tan limitada como estima-

En la imagen 11.6 se indican 1,20574 t/año. Este valor relacionado con el valor promedio anual utilizado 5.419 t/año (5.9.11.b) representa el 0,0222%. En cada litro de agua se pueden encontrar 0,581 µgr Pfs[18]

b) Los metales en suspensión y disueltos ascienden a 947 t /año, es decir en cada litro de agua se pueden encontrar 0,456 mg/l**.** Y de un variado conjunto 468 mg/l.

c) Derivados de los fertilizantes:

En el capítulo 7. Se han simulado 7 posibles fórmulas de abonado a partir de las cantidades que se estiman se han utilizado durante 6 años, con los abonos minerales, los purines del ganado porcino y la gallinaza del ganado avícola. En esas 7 posibles fórmulas se han utilizado la contribución de los abonos nitrogenados, fosfatados y potásicos tanto minerales como los orgánicos, procedente de los estiércoles. Con los valores de cada formula se han buscado la correlación con las cantidades encontradas en las aguas subterráneas, encontrando unos resultados extremadamente positivos. (7.14. y tabla 28.7).

Con las aguas superficiales aplicamos el mismo procedimiento, las 7 mismas fórmulas de posibles abonados las correlacionamos con los contenidos de sus derivados, encontrados en las aguas superficiales del PCR 25 Seròs. Utilizaremos dos procedimientos el que se reflejan en la imagen 12.6. A: derivados fertilizantes encontrados en las aguas de Seròs, descontando las aportaciones de los afluentes por el margen derecho del Segre. B: derivados fertilizantes encontrados en las aguas de Seròs, sin descontar ninguna aportación.

Respecto a los derivados nitrogenados el valor de los nitratos exportados en las aguas del Segre (9,328 mg/l) representan 19.326 t/año.

Una parte de los nitratos en aguas de Seròs provienen de las aportaciones de los afluentes por su margen derecho que atraviesan de zonas en las que mayoritariamente no se incluyen en los retornos de los fertilizantes empleados (Imagen 43.5). Nos referimos a las aportaciones de las aguas procedentes de los ríos Boix y Noguera Pallaresa, y Noguera Ribagorzana, por lo cual parece lógico que eliminar del cálculo anterior las aportaciones anuales de estos tres ríos.

El rio Boix aporta 1.237 t /año (6.3.3) y el Noguera Pallaresa 2.569 t/año (6.3.4) y el Noguera Ribagorzana 2.705 t/año (6.3.8). Si estas cantidades las descontamos de las que se contabilizan en PCR 25 Seros 19.409 t/año (6.3.11), resulta una cantidad anual 12.898 t/año, que alcanza las aguas del río por los afluentes del margen izquierdo o a través de los retornos de los regadíos, es una cantidad que no la utilizan las plantas ni se queda en el suelo ni en el acuífero.

[18] Pfs: productos fitosanitarios (capítulo 3, pág. 84)

Respecto al potasio, realizar una operación semejante a la realizada con los nitrogenados. El valor del potasio encontrado en las aguas de 2,7mg/l encontrado en las aguas del Segre en Seròs suponen 5.658t/año (6.3.11). Las aportaciones de los tres ríos por el margen derecho las descontaremos: Bois aporta 5,676 t/año (6.3.3) y el Noguera Pallaresa 1.271 t/año (6.3.4) , y el Noguera Ribagorzana 414,87(6.3.8). Que una vez descontadas de las que se contabilizan en Seros representan 3.966 t/año.

Respecto al fosforo, no tenemos las aportaciones en las aguas de los ríos Boix y Noguera Pallaresa ni Noguera Ribagorzana por lo cual el cálculo no será tan cercano como con los nitratos y el potasio. La cantidad encontrada en Seròs es de 0,525 mg/l, (6.3.11) lo que representa una cantidad promedio anual de 1.088 t/año. el detalle de las formulaciones no lo repetimos, creemos que se puede interpretar perfectamente en el capítulo 7. En la imagen 12.6 se identifican la composición de cada formula por las cantidades que figuran sobre la abreviatura de cada formula F1 a F7, los valores de los coeficientes de correlación se encuentran en la celda inferior de cada F1 a F7. Con las 7 fórmulas y en los dos casos supuestos A y B, los valores de los coeficientes todos son altamente significativos. Dentro de ellos destacan los correspondiente a la formulación 7, para el caso A: 0,9882 y para el B: 0,9873. Estadísticamente y operativamente los dos son válidos, aunque mayor es obtiene al no considerar las aportaciones de los afluentes mayoritarios. Tomando los valores de la formula F1 como base hemos calculado el porcentaje sobre ellos que representan los contenidos encontrados en las aguas de Seròs. Podríamos concluir diciendo que los excesos de fertilización que alcanzan a las aguas del Segre oscilan entre 10 y 7 % de los derivados del nitrógeno, los derivados del potasio oscilan 5 y 4% y respecto a los fosfatos 1 y 2%

A	**SEROS descontando afluentes margen derecho T/año**												
NO3	12.898	191.241,00	82.260,00	16.038,00	289.539,00	236.381,00	142.363,00	172.048,00					
k	3.966	103.663,00	44.100,00	3.702,00	151.465,00	126.639,00	75.177,00	111.065,00					
PO4	1.088	94.880,00	55.530,00	8.628,00	159.038,00	122.645,00	78.225,00	71.160,00					
ormulas (tabla 28.7.)		**F1**	**f2**	**F3**	**F4**	**F5**	**F6**	**F7**					
Correlaciones		**0,98826699**	0,86180753	0,79987152	0,95975915	0,97907973	0,96214443	0,98597082	**%**	% de fertilizantes en las aguas superficiales respecto a			
									6,44	Nitrogenados			
B	**SEROS sin descontar aportaciones afluentes (T/año)**								**3,82**	Potasicos			
NO3	19.409								**1,14**	Fosfatado			
K	5.658												
PO4	1.088												
correlaciones		**0,98731462**	0,85868998	0,79618688	0,95802414	0,97781729	0,96046002	0,98697299					
								%	% de fertilizantes en las aguas superficiales respecto a la F7				
								10,14					
								5,45					
								1,14					

Imagen 12.6. correlaciones entre las 7 fórmulas de abonado y las cantidades en contradas en las aguas superficiales de PCR25 Seròs (Fuente: elaboración propia a partir de Bd/Asup)

Sobre el ion fosfato recordar es el menos soluble de los tres nutrientes, es lógico que sea el que menor porcentaje aparezca en las aguas. La reflexión general nos debe llevar a considerar: el hecho de que estos nutrientes aparezcan en las aguas del Segre, supone como hemos indicado para los fertilizantes nitrogenados, que son consecuencia de varios procesos: las plantas no los han utilizado, el exceso de agua de riego ha efectuado un proceso disolución, el complejo arcilloso húmico, no los ha retenido aguas en exceso los han arrastrado

hasta las aguas subterráneas, hasta llegar a las aguas del río. (todo nos indica un exceso de fertilizante, de aguas y un suelo con poca materia orgánica)

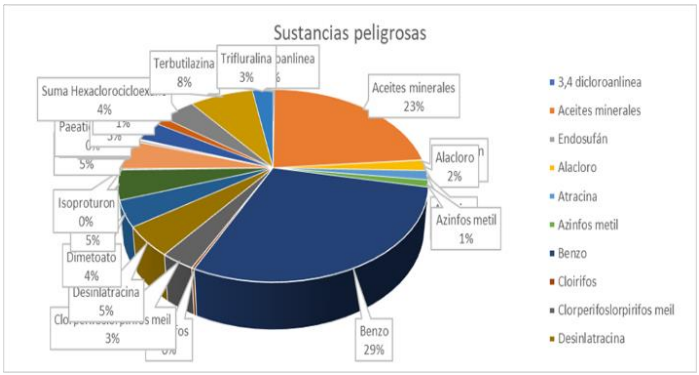


Imagen 13.6. Relación sustancias peligrosas en las aguas del Segre en Seròs (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

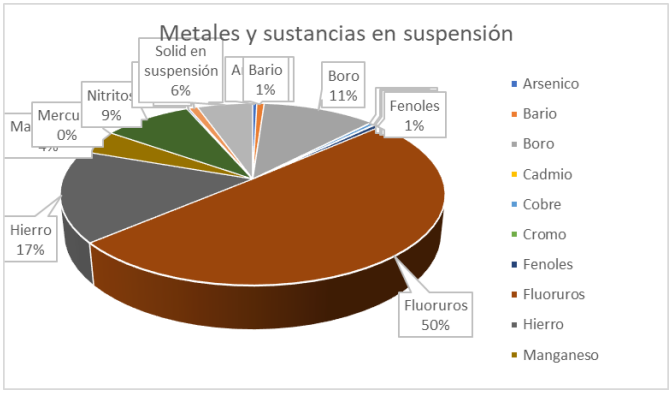


Imagen 14.6. Metales y sustancias en suspensión (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

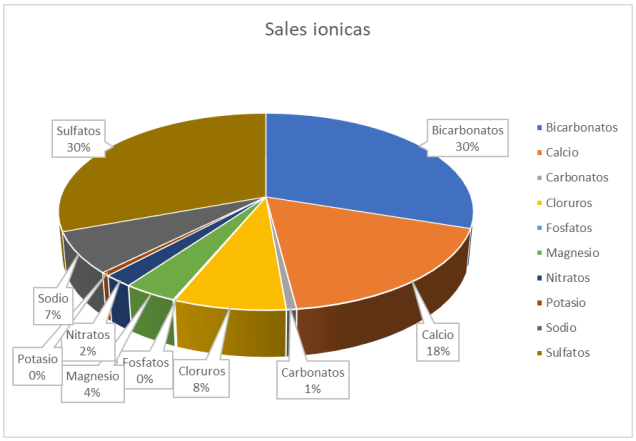


Imagen 15.6. Iones en disolución y suspensión (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

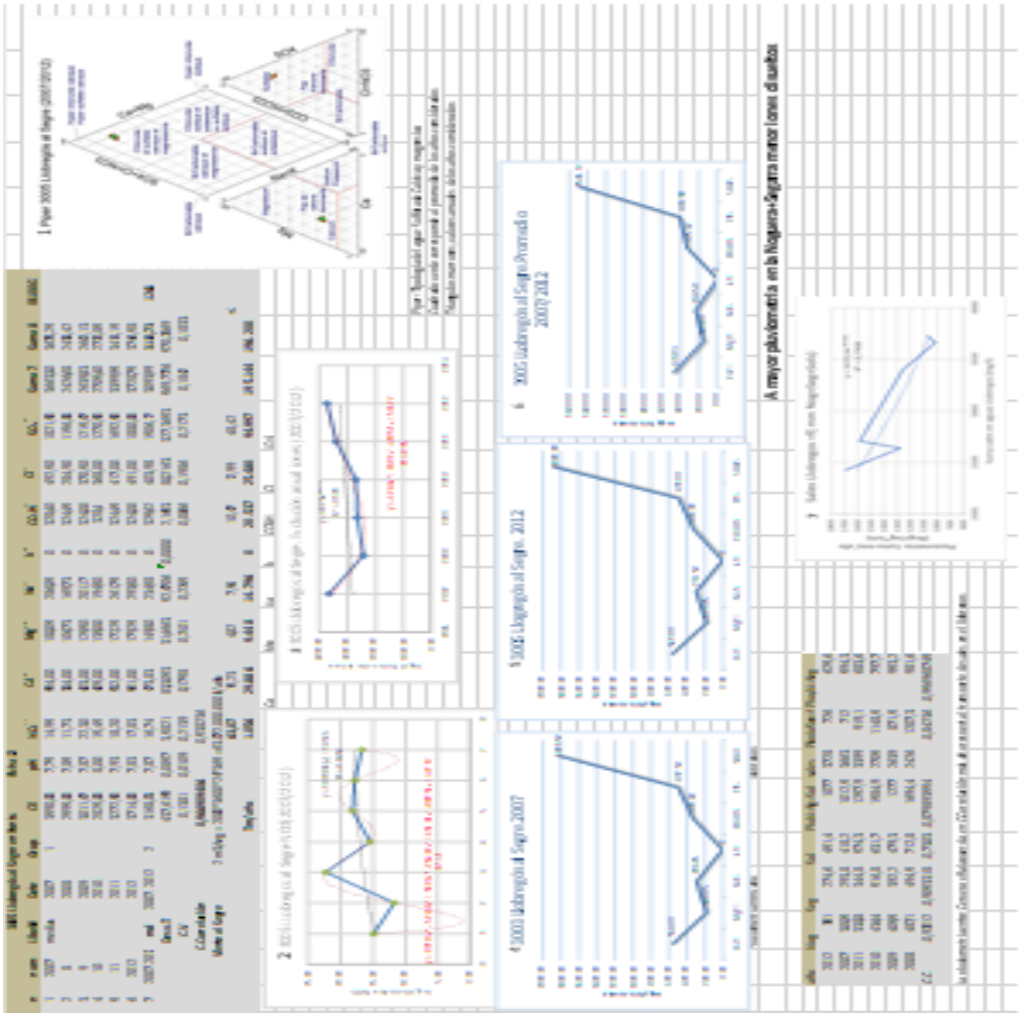
6.4. Afluentes del Segre por su margen izquierdo, y derivación para el Canal Principal d'Urgell

Comenzamos ahora a tratar los tres afluentes del Segre por su margen izquierdo. Están catalogados como ríos de baja montaña mediterránea. Los años de baja pluviometría, por su carácter efímero, se transforman en pequeños regueros. Nacen en las laderas altas del altiplano de la Segarra y toman la dirección hacia el Segre, sus cursos oscilan entre los cuarenta y sesenta km.

En las bases de datos de la CHEbro, la mayor parte de las fechas en que se realizaron las analíticas de sus aguas se les asignan caudales inferiores a 1m^3/s. En cambio, en la Historia Natural de la Segarra[19] se señalan con precisión los caudales mensuales y también la aportación que representan, indicando que la fuente de información ha sido la CHEbro. Hemos optado por utilizar los valores promedio que se citan en la referida obra.

6.4.1. Punto de Control 3005 (confluencia del río Llobregós con el Segre medio).

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).



[19] Capítulo 6. Aguas superficiales. Balasch, C. y Tuset, J. (2006)

b) Comentario/discusión

El Llobregós nace en la Molsosa, a 800 msnm. Su curso sigue una dirección NE, bordeando el límite Norte del acuífero de Calizas de Tàrrega en dirección a la localidad de Ponts, su longitud es de 47 Km y vierte sus aguas al Segre, aguas abajo de Ponts. Su curso medio y final trascurre sobre una base subyacente del anticlinal de Barbastro-Balaguer que se prolonga hasta la fosa de Sanahuja. En este curso, el rio crea el aluvial del Llobregos que se estima almacena 1 Hm^3 de agua (mapa 11).

El anticlinal Barbastro Balaguer, según ya hemos comentado antes, contiene un núcleo de yesos (SO_4 Ca-$2H_2O$) que como es lógico afecta a la calidad de sus aguas.

En la tabla de datos de la ficha 12 se recogen 6 años (2002/20012) de analíticas que nos permiten catalogar el tipo de las aguas que vierte al Segre.

El proceso de verificación estadística es semejante al que hemos realizado con las series analíticas de todos los puntos de control, consistente en verificar con el coeficiente de desviación típica y con el coeficiente de variación, de los valores de la serie y su promedio si es representativo del valor de la serie, como así ha sido.

Introduciendo las series históricas en la aplicación LHA, hemos obtenido el diagrama Piper que se adjunta. El cuadrado verde, indica el valor promedio de la serie y los triángulos marrones, los valores de cada año.

El agua del Llobregós que vierte al Segre es fuertemente sulfatada cálcica y magnésica. Los contenidos de sulfatos SO_4, son los más elevados de los que se contemplan en este estudio de esta parte de la Depresión Central ya que sobrepasa los 3.000 mg/l (3 gramos/litro)[20].

Si comparamos los contenidos de iones del agua del Llobregos respecto a la media de las aguas del Segre, promedio de la columna Suma 8 de la ficha 1, este es de 454 mg/l y las del Llobregos 3.110,73 mg. Lo que representa 6,85 veces la media de todos los puntos de control del Medio y Bajo Segre.

En IB100G es 1.261 lo que nos indica que el contenido de iones respecto a la estación de Gualter es 12,61 veces superior.

En las fichas de los afluentes por el margen izquierdo del Segre hemos calculado una fila más de datos que en el resto, para conocer lo que representa la aportación de sus aguas al Segre.

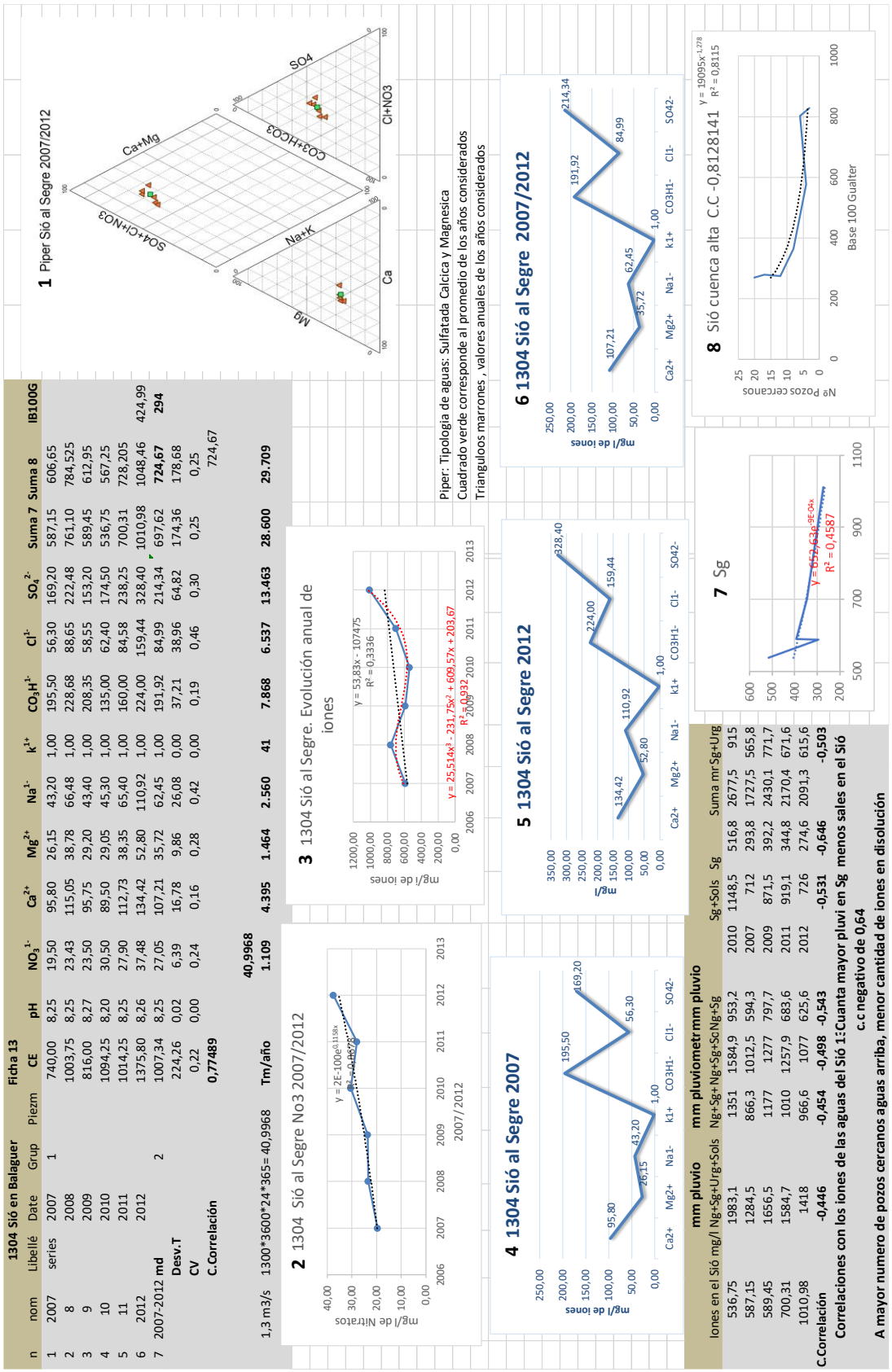
En la última fila se pueden ver las toneladas/año que representan los iones que se vierten al Segre. En caso del rio Llobregos 196.200 t/año, Ciento noventa y seis mil doscientas toneladas al año.

[20] El agua salobre se considera a partir de un contenido de 0,05 gramos/l de agua. Estas aguas contienen 3/0,05 = 60 veces más.

6.4.2. Punto de control 1304: confluencia del rio Sió con el Segre bajo.

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

n	nom	1304 Sió en Balaguer Libellé	Date	Grup	Piezm	Ficha 13 CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	IB100G
1	2007	series	2007	1		740,00	8,25	19,50	95,80	26,15	43,20	1,00	195,50	56,30	169,20	587,15	606,65	
2	8		2008			1003,75	8,25	23,43	115,05	38,78	66,48	1,00	228,68	88,65	222,48	761,10	784,525	
3	9		2009			816,00	8,27	23,50	95,75	29,20	43,40	1,00	208,35	58,55	153,20	589,45	612,95	
4	10		2010			1094,25	8,20	30,50	89,50	29,05	45,30	1,00	135,00	62,40	174,50	536,75	567,25	
5	11		2011			1014,25	8,25	27,90	112,73	38,35	65,40	1,00	160,00	84,58	238,25	700,31	728,205	
6	2012		2012			1375,80	8,26	37,48	134,42	52,80	110,92	1,00	224,00	159,44	328,40	1010,98	1048,46	424,99
7	2007-2012	**md**		2		1007,34	8,25	27,05	107,21	35,72	62,45	1,00	191,92	84,99	214,34	697,62	**724,67**	**294**
		Desv.T				224,26	0,02	6,39	16,78	9,86	26,08	0,00	37,21	38,96	64,82	174,36	178,68	
		CV				0,22	0,00	0,24	0,16	0,28	0,42	0,00	0,19	0,46	0,30	0,25	0,25	
		C.Correlación				**0,77489**											724,67	
								40,9968										
1,3 m3/s		1300*3600*24*365= 40,9968				**Tm/año**		**1.109**	**4.395**	**1.464**	**2.560**	**41**	**7.868**	**6.537**	**13.463**	**28.600**	**29.709**	



Iones en el Sió mg/l	mm pluvio Ng+Sg+Urg+Sols	Mg2+	Na1-	k1+	CO3H1-	Cl1-	SO42-	mm pluviometr Ng+Sg+Sc	mm pluvio Ng+Sg	Sg+Sols	Sg	Suma mr	Sg+Urg
536,75	1983,1	95,80	26,15	43,20	1,00	195,50	56,30	469,20	1351	1584,9	953,2	2010	1148,5	516,8	2677,5	915
587,15	1284,5								866,3	1012,5	594,3	2007	712	293,8	1727,5	565,8
589,45	1656,5								1177	1277	797,7	2009	871,5	392,2	2430,1	771,7
700,31	1584,7								1010	1257,9	683,6	2011	919,1	344,8	2170,4	671,6
1010,98	1418								966,6	1077	625,6	2012	726	274,6	2091,3	615,6
C.Correlación	**-0,446**							**-0,454**	**-0,498**	**-0,543**			**-0,531**	**-0,646**		**-0,503**

Correlaciones con los iones de las aguas del Sió 1: Cuanta mayor pluvi en Sg menos sales en el Sió

c.c negativo de 0,64

A mayor numero de pozos cercanos aguas arriba, menor cantidad de iones en disolución

b) Comentario/discusión

El Sió es un pequeño río que se forma de las escorrentías de las aguas pluviales que se deslizan por la superficie NO del altiplano de la Segarra, y también en menor medida de las aguas subterráneas que brotan como manantial a 730 msnm cerca de la localidad de Gàver. La pendiente media de su curso es 1%, y en tres perfiles trasversales realizados en su cuenca media lo clasifican como un rio de perfil U, perfil que cerca de su desembocadura al Segre se convierte en tipo V, seguramente por ser tierras de aluvial donde el rio no deja de excavar. Desde Gàver, se le van uniendo diferentes afluentes de carácter efímero: los bajantes de Vergós, la Rasa Llobatera y Malgrat. Más adelante recibe las aguas que bajan de Guissona, por el torrente del Oró y el Passarell. Después recibe las del Clot de Claret y el Clot de Florejacs, desde donde se dirige hacia Agramunt y allí gira hacia el O. y continua por el pie N de la Sierra de Bellmunt y Almenara por donde sigue hasta encontrar al Segre donde vierte sus aguas antes de llegar a Balaguer.

En la ficha, se han recopilados las series históricas de los iones disueltos formada con 8 años de resultados analíticos del período 2007/2012. Series que con la aplicación LHA ha generado el Piper correspondiente, clasificando las aguas, que el Sió vierte al Segre, en sulfatada cálcica. El cuadrado verde, representa el promedio de los años, y los triángulos marrones, los valores anuales. Es interesante destacar que el promedio de iones sulfato es superior al de bicarbonatos.

Tanto el gráfico 3 como el 4 tienen una tendencia a clara al aumento tanto de nitratos como de iones disueltos. Ambas han posibilitado poderlas ajustar con claridad: los nitratos con R^2 de 0,88 y el resto de iones con una R^2 de 0,932.

En los gráficos 4, 5 y 6, los valores que aparecen en el año 2012 son más altos o erróneos. Hemos optado por aceptarlos, teniendo en cuenta que, al realizar el promedio de todos los años, solo tendrán el peso específico que aporta al promedio del año, que es el que después del filtraje estadístico, representa el valor de todas las series. Si revisamos la serie Suma 8, se comprueba que el valor promedio tiene un valor acorde con los anuales, y el C.V. indica que está muy lejos de no ser representativo, ya que tiene un valor 25%, cuando el límite estadístico está en el 80%.

El valor del IB100G tiene un valor 294, lo que nos indica que las aguas, vertidas por el Sió a Segre, tienen 2,94 vecen los iones disueltos que las aguas al inicio del Segre medio.

También se ha calculado la magnitud de los iones vertidos a lo largo de un año: 29.709 Tm/año, de las cuales 13.463 Tm/año corresponden a los sulfatos. Lo cual contribuye a admitir la opinión del estudio del Pla d'Urgell, sobre las existencias de micro fracciones de yesos por toda la extensión, al sur del sinclinal de Barbastro – Balaguer y su prolongación, hasta la fosa de Sanaüja y el núcleo de la sierra de Bellmunt-Almenara.

En valor promedio de los TSS (sólidos en suspensión) es 48,825 mg/l, lo que supone un vertido al Segre de 2.000 Tm/año

Hemos ampliado la fase de correlaciones entre series, para verificar si en el Sió se comporta como en el Llobregós.

Pasamos a las simulaciones realizadas sobre la pluviometría, en las comarcas cercanas al río, y su relación con la cantidad de iones disueltos. Encontramos que, con la pluviometría de todas las comarcas consideradas, se encuentra una correlación negativa, es decir, a más pluviometría menor cantidad de iones disueltos en las aguas. Sobre esta correlación, también es interesante verificar que, el mejor índice de correlación -0,64 se da solo en la comarca donde nace el río y recorre más de la mitad de su recorrido.

Nos ha parecido interesante que dado el elevado número de pozos de extracción de aguas en la cuenca del Sió, podría existir alguna correlación con la cantidad de iones y el número de extracciones. En este caso se ha correlacionado las series del IB100G correspondiente a cada punto de control de las aguas subterráneas con el número de pozos en las cercanías. Se incluye el gráfico 8 donde se puede observar que a mayor número de pozos corresponde un IB100G menor, obteniéndose una excelente correlación de -0,8128.[21]

c) Red de control de sustancias peligrosas:

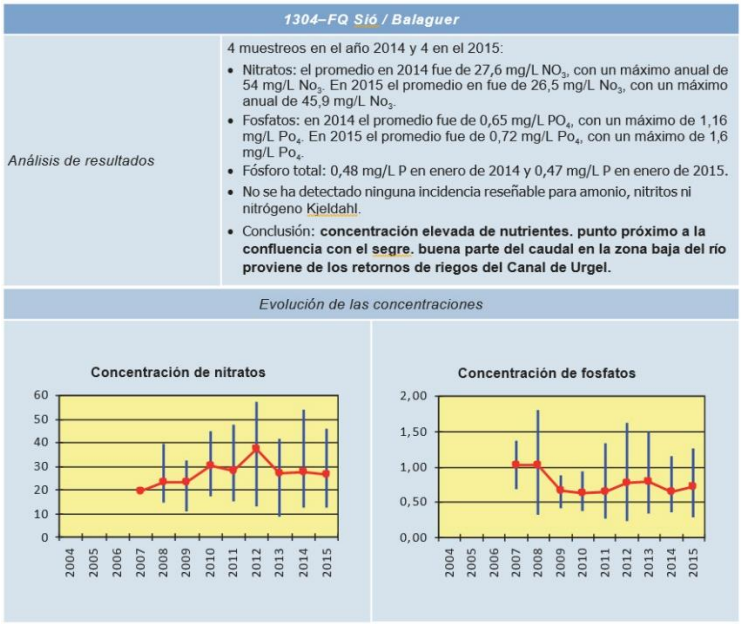


Imagen 16.6. Evolución de los nitratos y fosfatos en el vertido de las aguas del Sió al Segre (Fuente: CHEbro. Elaboración propia). Está incluido en el mapa 63: Desplegable tramo final del Segre: balance y análisis

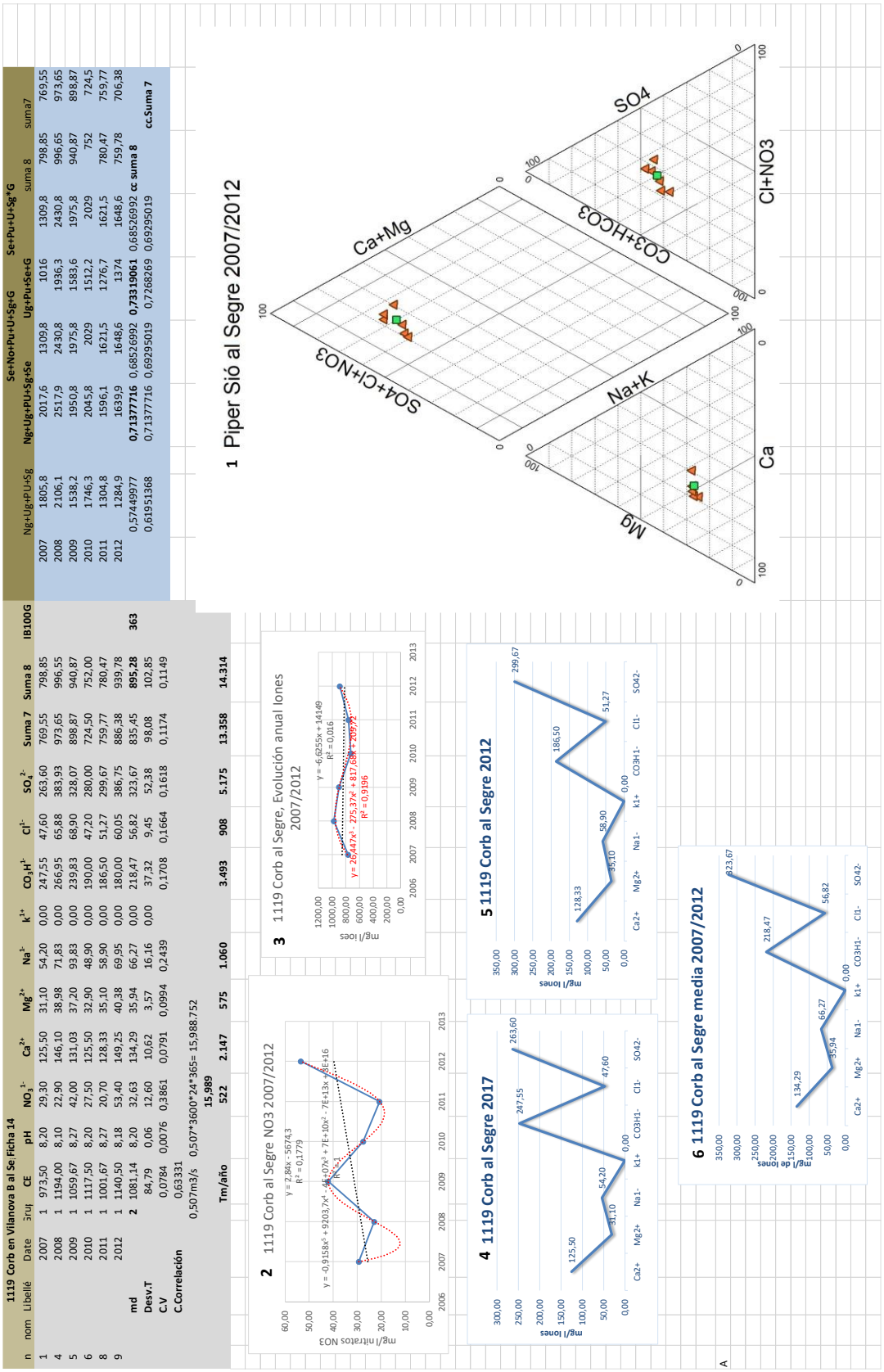
[21] Con las ecuaciones de ajuste, se pretende encontrar alguna ley que justifique lo ocurrido. Esta es la misión de la ecuación de ajuste. Donde las ecuaciones de ajuste tienen más y mejor aplicación, es en aquellas que se utiliza como *ecuaciones de predicción*. Es en estas, basándose en los hechos, y sustituyendo la variable (x) por otro valor del futuro cercano, cuando la resolución de la ecuación de ajuste nos puede proporcionar la cifra prevista para el futuro cercano.



Imagen 17.6. Contenidos de iones principales que aportan los afluentes al Segre. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).

6.4.3. Punto de control 1119: confluencia de los ríos Corb y Ondara con el Segre.

a) Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Asup).



1119 Corb en Vilanova B al Se Ficha 14

n	nom	Libellé	Date	Tipo	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	IB10DG
1			2007	1	973,50	8,20	29,30	125,50	31,10	54,20	0,00	247,55	47,60	263,60	769,55	798,85	
4			2008	1	1194,00	8,10	22,90	146,10	38,98	71,83	0,00	266,95	65,88	383,93	973,65	996,55	
5			2009	1	1059,67	8,27	42,00	131,03	37,20	93,83	0,00	239,83	68,90	328,07	898,87	940,87	
6			2010	1	1117,50	8,20	27,50	125,50	32,90	48,90	0,00	190,00	47,20	280,00	724,50	752,00	
8			2011	1	1001,67	8,27	20,70	128,33	35,10	58,90	0,00	186,50	51,27	299,67	759,77	780,47	
9			2012	1	1140,50	8,18	53,40	149,25	40,38	69,95	0,00	180,00	60,05	386,75	886,38	939,78	
		md		2	1081,14	8,20	32,63	134,29	35,94	66,27	0,00	218,47	56,82	323,67	835,45	**895,28**	**363**
		Desv.T			84,79	0,06	12,60	10,62	3,57	16,16	0,00	37,32	9,45	52,38	98,08	102,85	
		C.V			0,0784	0,0076	0,3861	0,0791	0,0994	0,2439		0,1708	0,1664	0,1618	0,1174	0,1149	
		C.Correlación			0,63331												
					0,507m3/s	0,507*3600*24*365= 15,988.752											
							15,989										
							Tm/año	**522**	**2.147**	**575**	**1.060**		**3.493**	**908**	**5.175**	**13.358**	**14.314**

	Ng+Ug+PU+Sg	Ng+Ug+PU+Sg+Se	Se+No+Pu+U+Sg+G	Ug+Pu+Se+G	Se+Pu+U+Sg*G suma 8	suma7
2007	1805,8	2017,6	1309,8	1016	1309,8	798,85	769,55
2008	2106,1	2517,9	2430,8	1936,3	2430,8	996,65	973,65
2009	1538,2	1950,8	1975,8	1583,6	1975,8	940,87	898,87
2010	1746,3	2045,8	2029	1512,2	2029	752	724,5
2011	1304,8	1596,1	1621,5	1276,7	1621,5	780,47	759,77
2012	1284,9	1639,9	1648,6	1374	1648,6	759,78	706,38
	0,57449977	**0,71377716**	0,68526992	**0,73319061**	0,68526992	**cc suma 8**	**cc.Suma 7**
	0,61951368	0,71377716	0,69295019	0,7268269	0,69295019		

b) Comentario/discusión.

La configuración básica de estos ríos, y del afluente Cercavins del Ondara, es que son cursos de poco caudal y con aluviales importantes.

El Ondara tiene una pendiente media de 0,80%. Nace en Talavera-Rauric a 760 msnm, y tres de sus perfiles transversales, hasta la salida de Tàrrega, permiten clasificar el curso del río como tipo U.

Recibe aguas de las fuentes del Bordell, y el Bullidor y de los bajantes de las sierras de Talavera, Montargull, Bellmunt y Montfred, del Torrent Salat. El afluente más importante es el Cercavins, que recoge las aguas del Torrente Vilagrasseta, del Fondo de les Planes, de la riera de Montornès y del Fondo de les Vidielles. Luego al final de su curso, vierte sus aguas al Ondara a la salida por el oeste de Tàrrega.

El Cercavins es un río con una pendiente media del 1,41%, y dos de sus secciones trasversales permiten clasificarlo como tipo en U. (Mapas 8 y 9).

El rio Corb nace formando una pequeña laguna más abajo de Rauric (Llorac) a 670 msnm. Su curso es de 60 Km, su pendiente media es del 0,80% y cinco de sus perfiles trasversales son en forma de U, encajado entre dos tramos montañosos con un amplio valle desde el nacimiento hasta llegar al Urgell, se alimenta de numerosas torrenteras que bajan por su margen izquierdo desde las Obagues[22] (umbrías) del rio Corb. Su interés radica en los robledales submediterraneos que penetran en este territorio a través del altiplano de la Segarra.

Es una singularidad la de estos robledales (roble valenciano) en un país de carrascas, con pinares y matorrales calcícolas de romero y brezo. Estos bosques submediterraneos presentan el interés de alojar algunas especies propias de los bosques más húmedos de la Europa central, llegando a esta tierra durante los periodos más fríos del cuaternario.

Con anterioridad a la puesta en regadío con los Canales de Urgell, los ríos Ondara y Corb tenían cursos separados. Con las puestas en regadíos, sus cursos desaparecen al entrar en zona de regadío (el Ondara antes de cruzar Villagrasa y el Corb al llegar a Bellpuig). Y vuelven a aparecer; el Ondara 7km después y el Corb 16,2 km, uniendo sus cauces cerca del Poal, y desembocando en el Segre en Vilanova de la Barca.

Se ha especulado con las posibles razones de sus desapariciones en esta zona. Según unos, se perdían por la ETP, otros que se habían perdido en el entramado de acequias y ramales de distribución del agua, en la zona de riego.

[22] Obagues del rio Corb tiene una superficie de 2.270ha, que forman un espacio natural. La zona está protegida por el Plan de Espacios de Interés Natura (PEIN), y es un enclave de vegetación submediterranea y eurosiberiana en una zona de secano y clima continental (incluye los municipios de Savallà del Comtat, Conesa, Vallfogona de Rieucorb, Llorac, Passanant *y* Forès).

Al estudiar la hidrología en la ingeniería de los ríos se explica la relación existente entre los ríos y los acuíferos cercanos. En algunos casos se relacionan, los casos en los que los ríos ceden agua loa acuíferos, nombrándolos como ríos perdedores de aguas. En otros casos la relación entre el río y el acuífero es en sentido contrario, es el acuíferos el que cede sus aguas al río, en este caso se habal de río ganador de aguas

En el caso de los ríos Ondara y Corb existen tramos de los dos tipos: cuando desaparecen nos parece que están en un proceso de ríos perdedores, al ceder sus aguas al acuífero Aluvial de Urgell; después, cuando reaparecen, son ríos ganadores, ya que sus aguas superficiales proceden del acuífero. En el mapa 8 están dibujados en color rojo los tramos de los ríos en fase de perdedor, y en azul los tramos ganadores, siempre lógicamente, para los cauces que estén cerca o sobre un aluvial o acuífero.

En el caso de los ríos Ondara y Corb, hidrogeológicamente se les considera como los ejes principales del drenaje de las aguas subterránea de la mayor parte de la zona que estudiamos.

Los datos que tenemos corresponden al único punto de control de estos dos ríos, que se sitúa al final de su curso antes de entregar sus aguas al Segre. Las series históricas que incluimos corresponden a seis años.

Hemos operado con todas las series de los iones, sometiéndolos al análisis estadístico habitual: promedios de la serie, desviación típica y coeficiente de variación, para verificar que el promedio es representativo de la serie, alcanzándose valores de esta última, muy inferiores al límite de representatividad (80%).

Con esta tabla como entrada de datos para la aplicación LHA, obtenemos el diagrama Piper que clasifica estas aguas como sulfatadas cálcicas.

Como en las anteriores, el cuadrado verde corresponde al promedio de todas las series, y los triángulos marrones, a las series anuales.

El gráfico 2 representa la evolución de los nitratos, que oscilan entre los 20 y los 50 mg/l, formando una línea quebrada con altibajos, con tendencia creciente que se ha podido ajustar con una ecuación polinómica de R^2 =1.

En el gráfico 3 se puede ver la evolución de los iones disueltos en el agua, con un promedio de 886 mg/l, cifra mayor que la que tiene el Sió. Debe tenerse en cuenta que el conjunto de Corb y Ondara son los ejes de drenaje de la mayor parte de las zonas en regadío, lo cual por si solo ya es una justificación. La tendencia del contenido de iones es en crecimiento, como se puede observar en la ecuación de ajuste lineal que solo alcanza a un R^2 0,3336. En cambio, el ajuste con una función polinómica de tercer grado alcanza un R^2 de 1.

Los gráficos 4, 5 y 6 no presentan diferencias notables, que justifican también el diagrama Piper nº1, en el sentido que el valor medio es significativamente correcto, ya que los valores anuales rodean al valor promedio.

El IB100G tiene un valor de 363. Recordemos que nos indica que las aguas que vierte el Corb al Segre contienen 3,63 veces más iones que los que tiene el Segre a la salida del embalse de Rialb. El referido índice nos permite verificar que es el afluente del Segre, después del Llobregós, que más sustancias vierte al Segre (en mg/l).

Considerando los valores de la tabla y considerando un caudal medio del Corb en su desembocadura de 0,507 m^3/s, cada año vierte 14.314 Tm al Segre, de las cuales 13,358 Tm son de sulfatos y 522 Tm son de nitratos.

Se ha seguido el criterio de acercarnos al conocimiento, de cómo influye la pluviometría de la zona al contenido de iones en el agua, tal como hemos realizado en el Llobregos y en el Sió.

Hemos considerado cinco casos de las pluviometrías, teniendo en cuenta las pluviometrías de unas y otras comarcas. En los cinco casos, la información que se obtiene, con los valores de los coeficientes de correlación, son ilustrativos de que este río no se comporta como el Sió y el Llobregos.

En estos dos últimos, los coeficientes de correlación eran negativos, indicando que los contenidos de iones en el rio no crecían con la pluviometría, sino al contrario, a más pluviometría menos concentración de iones en sus aguas superficiales. Ahora en el caso del Corb, nos indica lo contrario.

Son coeficientes de correlación elevados, del orden de 0,73. Lo que nos indica que, con el aumento de la pluviometría**,** aumenta la cantidad de los iones en el agua.

Este aparente contrasentido es de largo alcance, nos parece que es la justificación de que estos dos ríos Ondara y Corb que desembocan juntos son los ejes de drenaje de toda la zona regada y de buena parte de las aguas subterráneas, cuando juega a ser un rio tomador de las aguas subterráneas.

A mayor pluviometría, mayor lavado de las tierras de regadío y mayor concentración en las aguas subterráneas y superficiales.





Imagen 18.6. Conglomerados montserratinos

7. Las aguas subterráneas: análisis por áreas hidrológicas

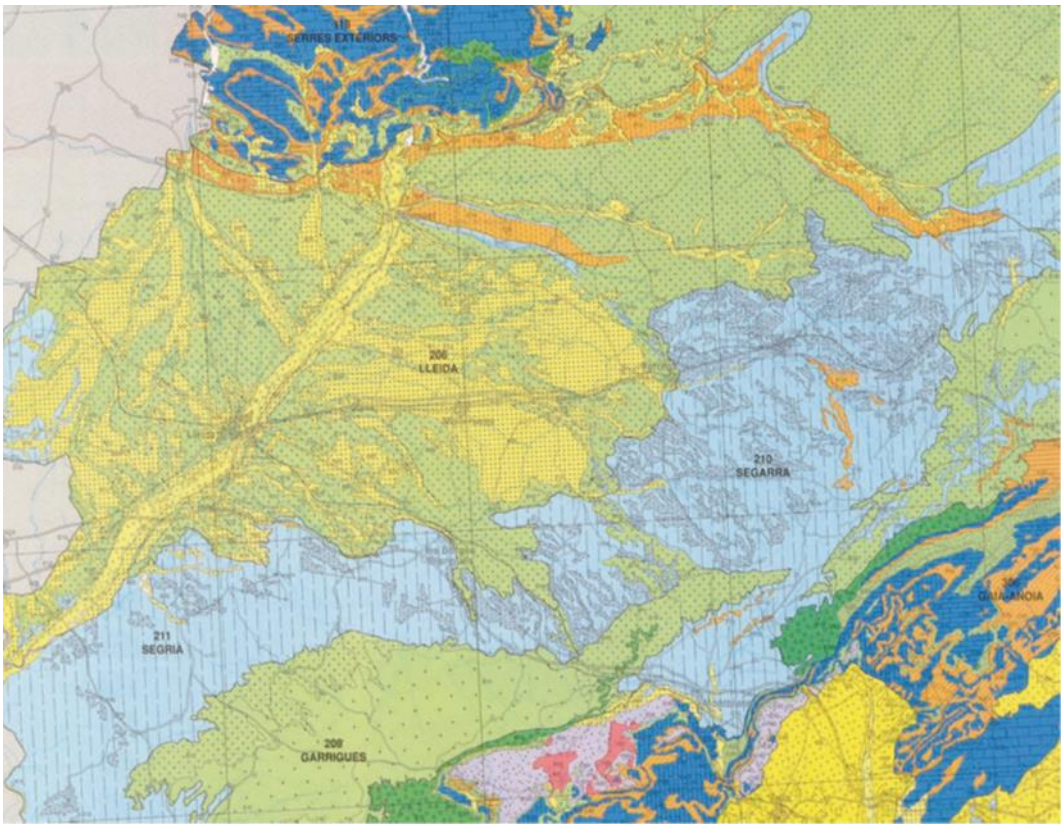


Imagen 1.7. Porción de la zona de estudio del mapa hidrogeológico de Cataluña (IGME).

7.1. Introducción al análisis de las aguas subterráneas

Los puntos de control de las aguas superficiales se encuentran a una distancia equidistante aproximada de 9 Km. Durante este trayecto, pueden alcanzar a las aguas los posibles retornos de las aguas contaminadas por los residuos agrarios y ganaderos de las zonas próximas.

La velocidad media del agua del río Segre es 1 m/s. El caudal y las corrientes propias del río pueden diluir, más o menos rápido, los posibles retornos difusos que le son aportados.

Por esta razón, al elaborar el capítulo sexto sobre las aguas superficiales, consideramos más adecuado realizar el comentario/discusión de cada uno de los puntos de control.

En cambio, en las aguas subterráneas, la distancia entre los puntos de control es menor; están a menos de 6 Km unos de otros. El movimiento de estas masas es muy inferior a la de los ríos.

Durante su lento recorrido, las aguas reciben los lixiviados de regadíos y secanos. Por esta razón, en lugar de realizar el comentario/discusión de cada punto de control, lo realizamos por áreas hidrogeológicas próximas, estimando que, posiblemente entre puntos de una misma masa de agua y cercanas entre

sí, sería improbable encontrar diferencias notables entre las aguas de uno y otro punto de control.

Basándonos en este criterio, y en la clasificación que de estas aguas hacen el IGME, la DGA[1] y la CHEbro, subdividimos todo el territorio en 5 áreas bien definidas[2], cercanas y próximas entre sí: Aluvial del Segre Norte y Sur, Aluvial del Urgell, Calizas de Tàrrega Norte y Calizas de Tàrrega Sur.

Al igual que hemos realizado con las aguas superficiales, presentamos la información relevante en forma gráfica, utilizando el mismo tipo de ficha empleada con los PCR de aguas superficiales. En cambio, el comentario /discusión lo realizamos conjuntamente para todos los PCR de una misma área.

Por parte del IGME y la CHEbro todo el Aluvial de Segre bajo, así como los tramos finales de los aluviales de sus afluentes por el margen derecho, se consideran como una sola masa de agua; no obstante, también se la considera como una sola masa de agua formada por diversos tramos del río. En un primer acercamiento a este aluvial, considerándolo como una sola zona, representamos en un diagrama de barras los iones en cada uno de los PCR.

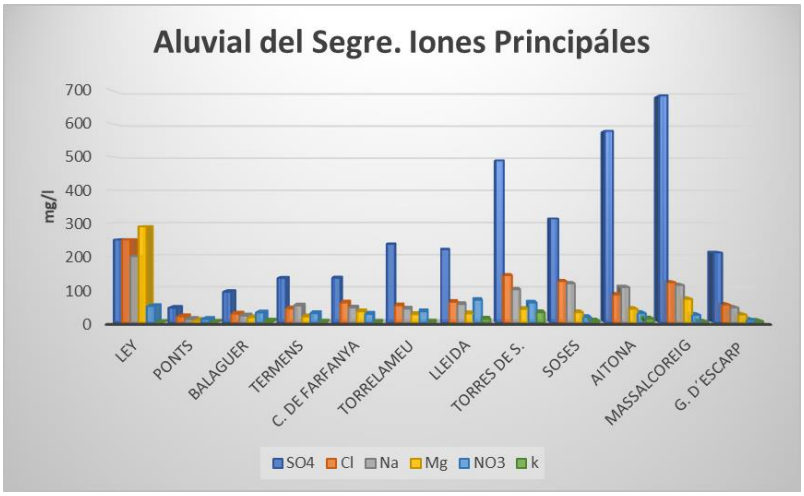


Imagen 2.7. Contenidos de iones en los PCR del Medio y Bajo Segre ordenados por la secuencia de localización. En la primera columna valores máx. tolerados en las aguas, RD140/2003 y RD 902/2018, y a continuación para comparar los del PCR en Ponts. (Elaboración propia a partir tabla procedente Bd/Acuif.)

Observando la imagen, creímos más real considerar dos zonas: Zona Norte, desde Balaguer a Torralameu, y Zona Sur, desde Lleida a la Granja d'Escarp.

Delimitación de las zonas a estudiar **(Características generales de las cinco áreas)**

Hemos marcado, sobre el mapa Hidrogeológico, las cinco zonas de estudio, basándonos en las explicaciones anteriores y en la localización de los PCR:

[1] Escrito de la Dirección general de aguas dirigido a la Secretaria de Estado del Medio Ambiente del Ministerio para la Transición Ecológica

[2] Masas de agua subterráneas =09.061 aluvial de Bajo Segre, 09062 Aluvial de Urgell, 09063 Calizas de Tàrrega.

Aluvial del Bajo Segre Norte (6 PCR, desde la salida del embalse de S. Llorenç hasta en norte de Lleida).
Aluvial del Bajo Segre Sur (6 PCR, desde Lleida hasta granja de Escarp)
Aluvial de Urgell (con 8 PCR).
Calizas de Tàrrega Norte (con 9 PCR).
Calizas de Tàrrega Sur (con 6 PCR).

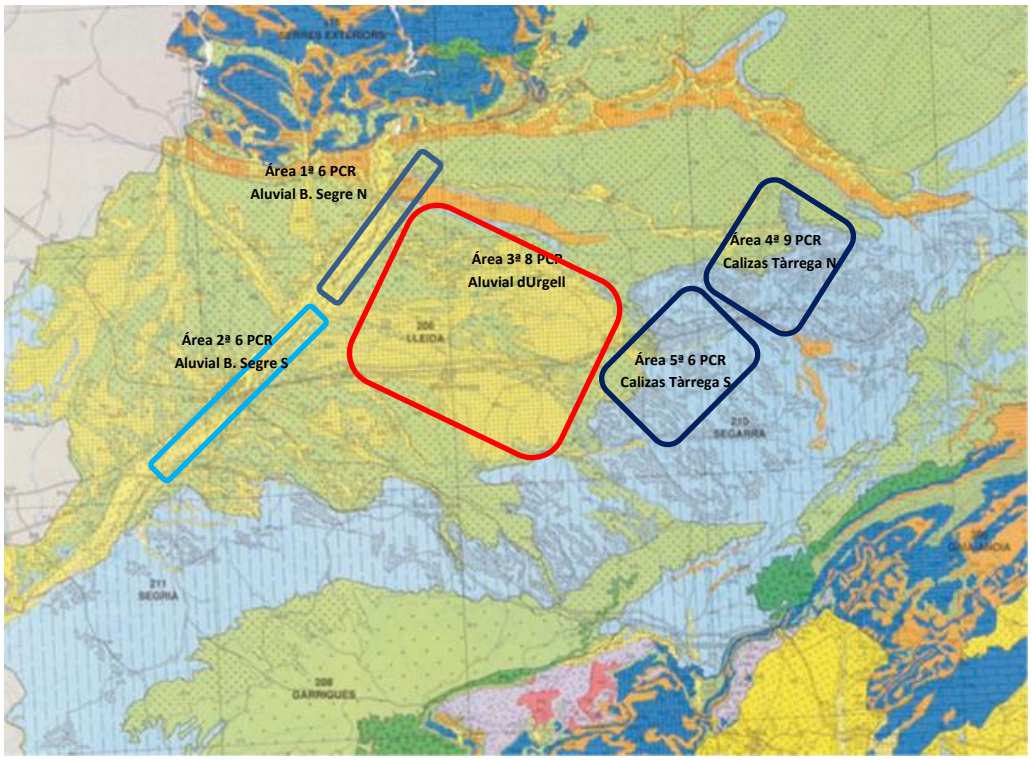


Imagen 3.7. División de la ZE en áreas de base hidrogeológicas (Ed. Propia)

7.2. Introducción a las áreas de estudio

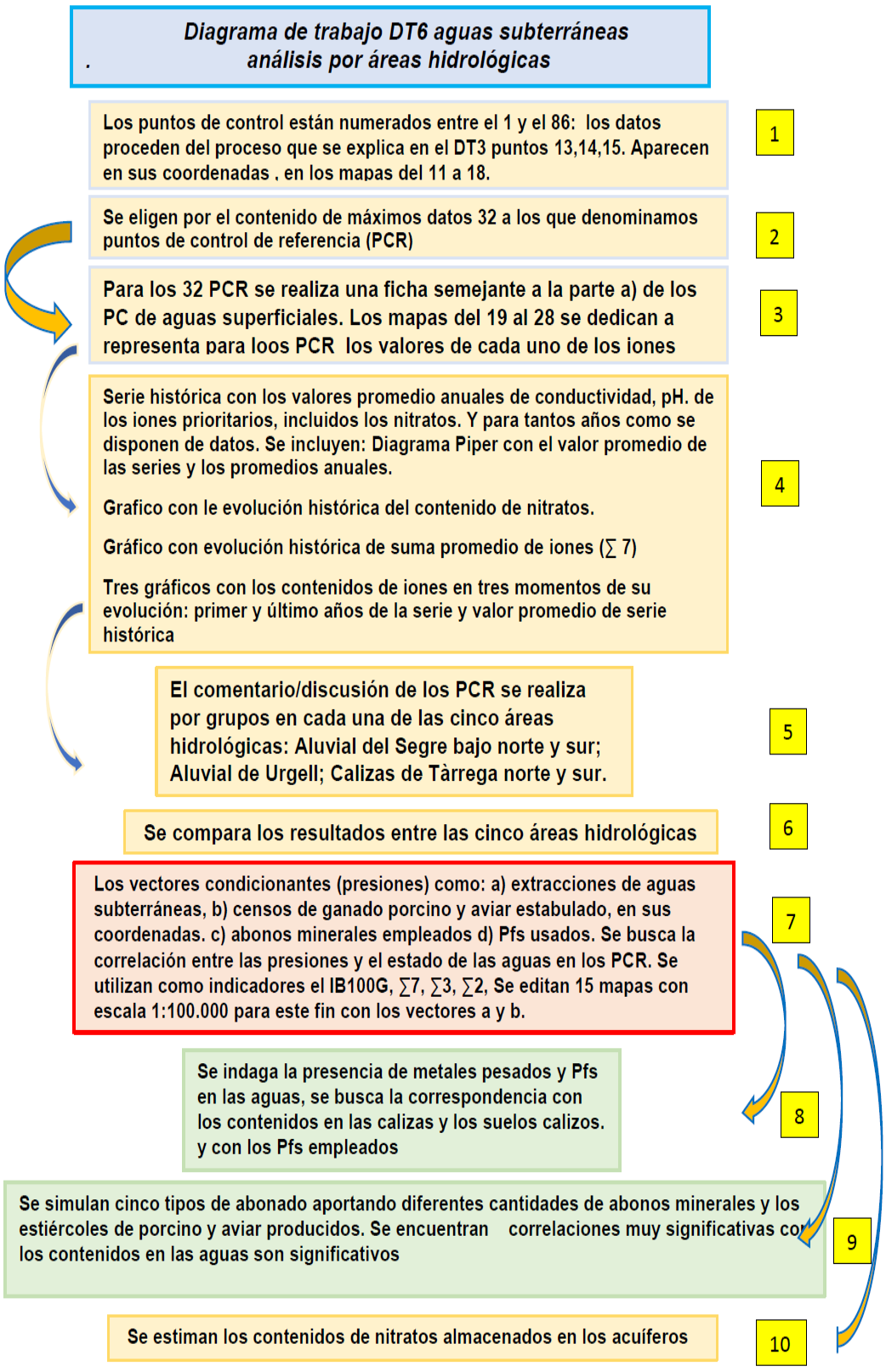


Imagen 2.7. Diagrama del proceso DT6

Área de estudio 1. Aluvial del Segre bajo norte; desde la salida del embalse de Sant Llorenç de Montgai, parten las aguas reguladas del rio Segre, también las aguas para el Canal Auxiliar de Urgell y las del Canal Hidroeléctrico de Balaguer.

A las aguas del Segre, antes de llegar a Balaguer, desembocan por su margen izquierdo el río Sió, y los sobrantes de la acequia primera de los Canales de Urgell. En esta área también confluyen, con el Segre, los tramos finales de las acequias segunda, tercera y cuarta, y los ríos Corb y Ondara, en Vilanova de la Barca. Por su margen derecho lo hacen los ríos Farfanya y Noguera Ribagorzana.

Área de estudio 2. Aluvial del Segre bajo sur; recoge los retornos de regadíos, por el margen izquierdo y los del Canal de Urgell. Por el margen opuesto los del Canal de Aragón y Cataluña. Retornos difusos subterráneos, y las aguas procedentes del Canal de Seros, después de accionar las dos centrales hidroeléctricas de Endesa, y en su tramo final acoge la desembocadura del Cinca, por el margen derecho.

Área de estudio 3. Aluvial de Urgell; zona por la circulan las aguas subterráneas que proceden de las zonas montañosas de la Segarra, y de los ríos Ondara y Corb, que actúan como ejes de drenaje, formando un amplio cono subterráneo, de carácter difuso, en su confluencia con el río Segre.

Área de estudio 4. Calizas de Tàrrega norte; incluye los cursos altos de los ríos Llobregós y Sió, y amplias zonas de cultivos de secano

Área de estudio 5. Calizas de Tàrrega sur; abarca los cursos altos de los ríos Ondara, Cercavins y Corb, donde predominan los rodales forestales y los cultivos de cereal de invierno.

a1) Masa de aguas subterránea: 090.061- Aluvial del Segre bajo. *El acuífero está formado por depósitos aluviales y terrazas de los ríos Segre y del Noguera Ribagorzana. La zona de mayor interés incluye la llanura de inundación y la terraza baja conectada con el río. Está formada por gravas limpias, poco consolidadas, con matriz de elementos finos. La terraza media está desconectada en muchos casos del nivel regional del río por afloramientos miocenos, y está constituida por cantos de calizas, areniscas, granitos pirenaicos. El yacente de baja permeabilidad está formado por un sustrato arcilloso. La superficie del Aluvial es 181,67 Km² (IGME Encomienda MAS 09.061 Doc. 2)[3].*

Zona hidrológica donde la relación entre las aguas del río y el acuífero están en continua relación. El río cede aguas al acuífero, y éste las devuelve al final de su curso, antes de desembocar el Segre al Ebro. El río y su acuífero mantienen una relación de río perdedor y acuífero ganador durante todo el curso del Bajo Segre. Al final de su curso, esta relación se invierte.[4]

[3] Trascripción literal de la Información sobre esta masa de agua del IGME, protocolo Encomienda para la CHEbro.
[4] No es transcripción literal, aunque la versión procede de las lecturas de diferentes trabajos realizados para la CHEbro

"La recarga natural: Principalmente se debe a retornos de riego. También se recarga por infiltración del agua de lluvia sobre las terrazas, infiltración de afluentes laterales e infiltración de los ríos (almacenamiento en riveras)."

El IGME y la DGA definieron el prototipo de informe que debía contestar cada una de las Demarcaciones Hidrográficas del Estado, en previsión de alcanzar los grados de calidad en las aguas subterráneas. En nuestro caso, en este capítulo, haremos referencia a la descripción de las diferentes masas del agua que se refleja en estos protocolos, llevados a cabo por la Confederación Hidrográfica del Ebro.[5]

Para cada masa de agua subterránea, se editaron diferentes protocolos. Los correspondientes a las tres masas, que están situados en la zona de estudio, a los que hemos tenido acceso. Constan de una Ficha general, Ficha de caracterización adicional y Actividad 4. En los títulos del segundo y tercer protocolo puede leerse:

"ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS ***Actividad 2:*** *Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales en 2015 Demarcación Hidrográfica del Ebro MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 090.061 Aluvial del Bajo Segre."*

"Actividad 4*: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico Demarcación Hidrográfica del EBRO MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 091.061 ALUVIAL DEL BAJO SEGRE."*

[6] Los informes Encomienda nos los ha facilitado, a mediados del 2019, la responsable de las aguas subterráneas de la CHEbro, respondiendo a nuestro interés, en poder acceder a esta información, manifestada al IGME y a la CHEbro.

7.3. Área 1ª Aluvial del Segre bajo.

Iniciamos el estudio de los PCR, en cada una de las cinco zonas hidrológicas.



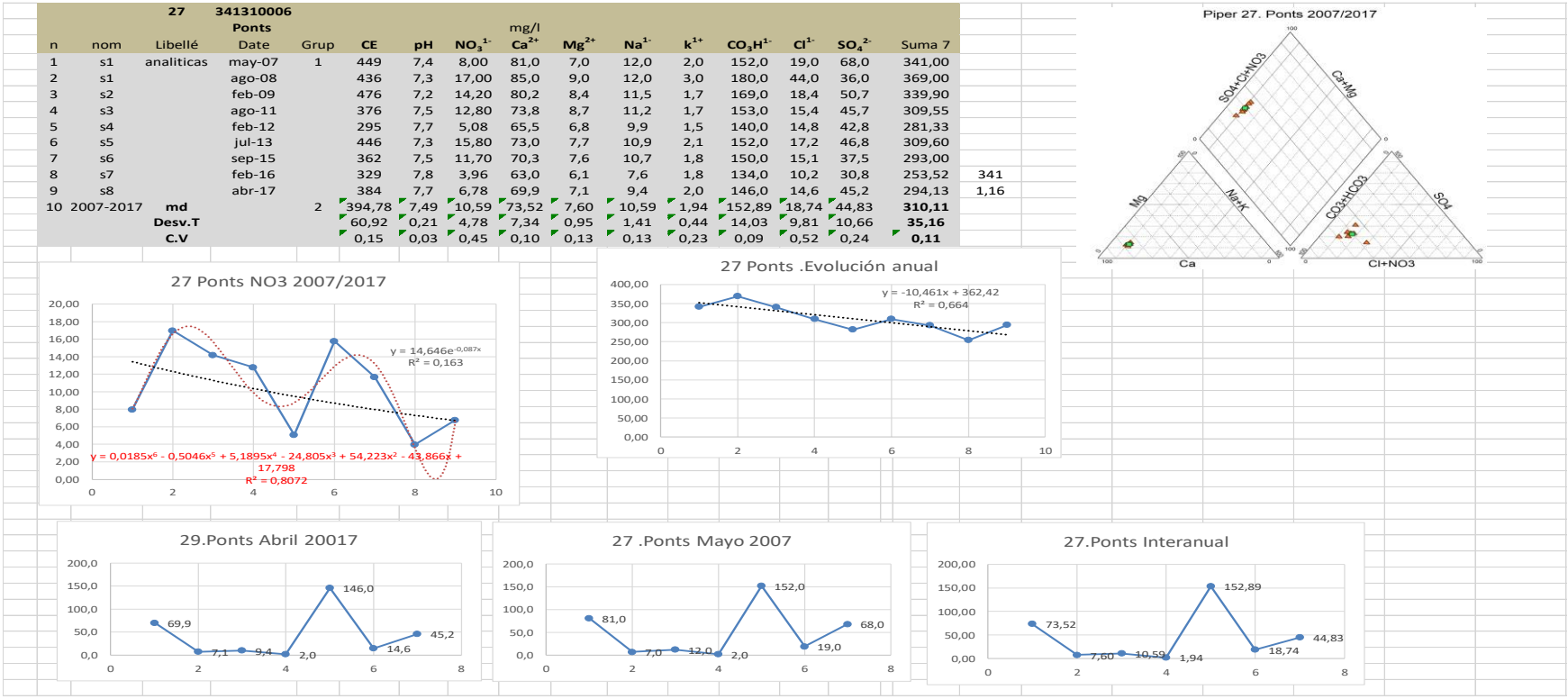
Área 1ª del estudio. Análisis detallado.

(PCR: 15, 16, 17, 18 y 19).

Se inicia el orden, a partir de la último PCR de las aguas superficiales (PCR 14)

7.3.1. Punto de control 27: Ponts (Aluvial Segre medio). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

		27	341310006					mg/l							
			Ponts												
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	
1	s1	analiticas	may-07	1	449	7,4	8,00	81,0	7,0	12,0	2,0	152,0	19,0	68,0	341,00	
2	s1		ago-08		436	7,3	17,00	85,0	9,0	12,0	3,0	180,0	44,0	36,0	369,00	
3	s2		feb-09		476	7,2	14,20	80,2	8,4	11,5	1,7	169,0	18,4	50,7	339,90	
4	s3		ago-11		376	7,5	12,80	73,8	8,7	11,2	1,7	153,0	15,4	45,7	309,55	
5	s4		feb-12		295	7,7	5,08	65,5	6,8	9,9	1,5	140,0	14,8	42,8	281,33	
6	s5		jul-13		446	7,3	15,80	73,0	7,7	10,9	2,1	152,0	17,2	46,8	309,60	
7	s6		sep-15		362	7,5	11,70	70,3	7,6	10,7	1,8	150,0	15,1	37,5	293,00	
8	s7		feb-16		329	7,8	3,96	63,0	6,1	7,6	1,8	134,0	10,2	30,8	253,52	341
9	s8		abr-17		384	7,7	6,78	69,9	7,1	9,4	2,0	146,0	14,6	45,2	294,13	1,16
10	2007-2017	md		2	394,78	7,49	10,59	73,52	7,60	10,59	1,94	152,89	18,74	44,83	**310,11**	
		Desv.T			60,92	0,21	4,78	7,34	0,95	1,41	0,44	14,03	9,81	10,66	**35,16**	
		C.V			0,15	0,03	0,45	0,10	0,13	0,13	0,23	0,09	0,52	0,24	**0,11**	

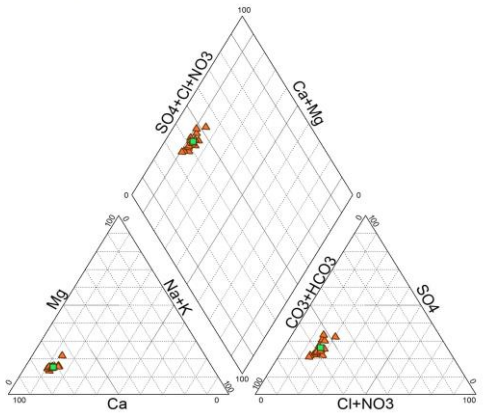


Con el fin de tener una referencia de la masa de agua subterránea del Segre Medio, seleccionamos la ficha de Ponts, que es el PC más cercano, de los que tenemos de referencia para el cálculo del PCR de Gualter. Durante el periodo de 10 años considerado las aguas no han variado de forma apreciable su naturaleza bicarbonatada. Los nitratos y iones tienden a disminuir a valores de 8 mg/l. y el resto de iones se mantienen sobre 200 mg/l.

7.3.2. Punto de control 62: Balaguer (Área 1ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

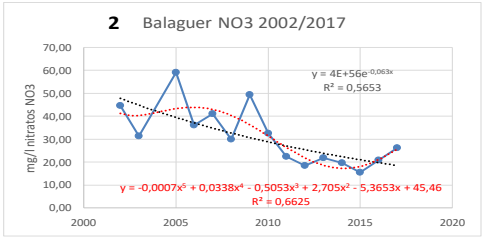
62	321440006	Balaguer		Ficha 6			mg/l									
n	Nom	Libelé	Date	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Pzm	Suma 7	Suma 8	IB100G
1	2002		1	863,00	7,13	44,66	162,40	22,40	37,00	6,80	386,00	36,10	170,10	3,86	820,80	865,46	
2	2003			764,00	7,35	31,35	138,00	16,25	20,20	4,25	299,50	35,00	103,30	3,63	616,50	647,85	
3	2005			863,00	7,20	59,00	156,00	22,00	33,00	8,00	277,00	35,00	148,00	3,50	679,00	738,00	
4	2006			888,00	7,10	36,00	168,00	18,00	27,00	7,00	289,00	31,00	128,00	3,11	668,00	704,00	
5	2007			745,00	6,80	41,00	150,00	20,00	27,00	8,00	305,00	35,00	110,00	4,08	655,00	696,00	
6	2008			727,00	6,60	30,00	147,00	17,00	21,00	6,00	282,00	28,00	142,00		643,00	673,00	
7	2009			748,00	6,90	49,30	144,00	18,40	22,50	5,60	321,00	34,10	94,90	2,74	640,50	689,80	
8	2010			728,00	7,20	32,50	125,00	15,60	19,90	6,40	279,62	21,53	78,50	4,15	546,55	579,05	
9	2011			650,00	6,90	22,40	75,30	15,30	15,10	5,44	232,34	21,20	65,60	4,02	430,28	452,68	
10	2012			657,50	7,30	18,40	105,00	13,20	16,10	4,74	278,00	24,65	74,90	3,21	516,59	534,99	
11	2013			797,00	7,15	21,75	121,05	16,40	27,50	3,65	278,00	31,00	103,25	3,50	580,85	602,60	
12	2014			567,00	7,25	19,70	104,15	13,10	15,60	3,09	235,50	18,00	59,55	3,85	448,99	468,69	
13	2015			666,00	7,60	15,55	101,10	12,45	17,30	4,08	212,50	22,60	63,55	4,22	433,58	449,13	
14	2016			650,60	7,50	20,80	107,50	14,35	18,60	4,00	228,00	23,25	70,20	4,04	465,90	486,70	
15	2017			690,00	7,30	26,20	107,00	13,60	19,80	4,34	235,00	25,80	76,90	4,09	482,44	508,64	
16	2002 2017	md	2	733,61	7,15	30,50	123,22	16,03	21,00	5,30	267,25	27,30	93,40	3,71	575,20	**584,00**	**237**
		Desv.T		91,25	0,26	12,66	27,10	3,14	6,51	1,57	44,17	6,11	34,40	0,45	112,91		
		C.v		0,12	0,04	0,42	0,22	0,20	0,31	0,30	0,17	0,22	0,37	0,12	0,20		
		C.Correlación		**0,8528**													

1 Piper 62 Balaguer 321440006 (2002/2017)

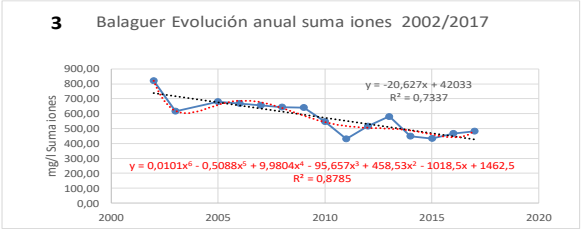


Piper: aguas Bicarbonatada Cálcica

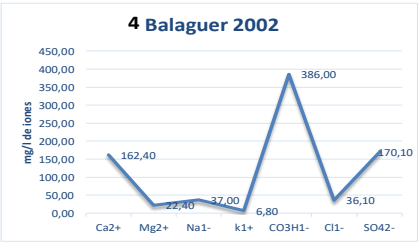
2 Balaguer NO3 2002/2017



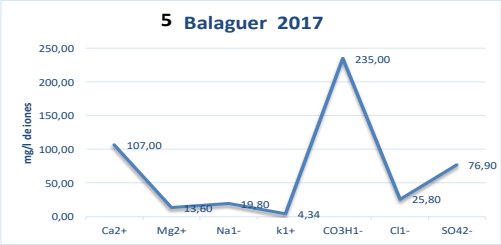
3 Balaguer Evolución anual suma iones 2002/2017



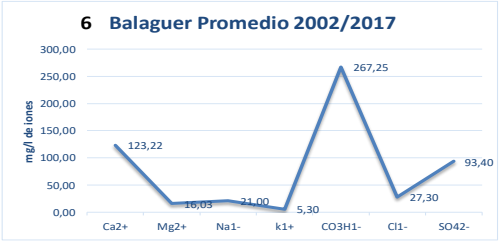
4 Balaguer 2002



5 Balaguer 2017



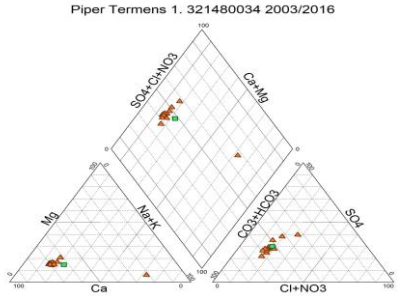
6 Balaguer Promedio 2002/2017



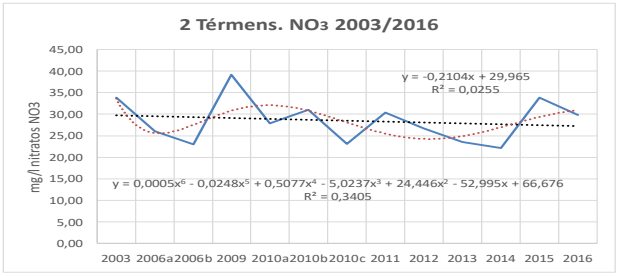
Las aguas mantienen, durante 15 años, su naturaleza bicarbonatada. El promedio se demuestra eficaz para representar los valores de la serie. El contenido de nitratos, y del resto de iones, tiende a disminuir. No obstante, hay valores superiores a 20mg/l, 2,5 veces superiores a los de Ponts.

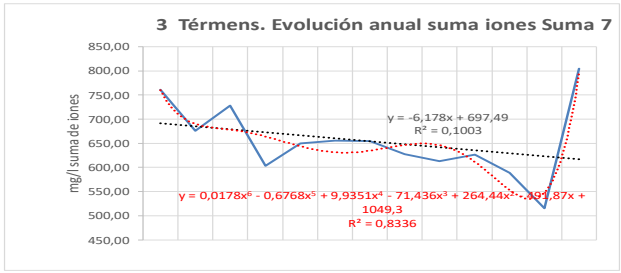
7.3.3. Punto de control 5: Térmens. (Área 1ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

		1	321480034	Térmens	Subterraneas en el aluvial del M.Segre								RD140/2003 Modificado RD902/2018					
					2500	6,5/9,5	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}						
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO3	Ca	k	CO3H	Cl	SO4	O2	Si	CO2	Suma 7	Suma 8	B100G
1	2003	ma	oct.-03	1	966	7,4	33,80	166,0	1,9	271,0	52,0	192,0	6,4	11,9	14,0	760,60	794,4	
2	2006a		abr.-06	1	901	7,1	26,00	154,0	2,0	289,0	50,0	122,0	7,9	9,6	12,0	676,00	702	
3	2006b		ago.-06	1	947	7,2	23,00	151,0	2,0	303,0	43,0	170,0	6,7	8,8	17,0	728,00	751	
4	2009		jul.-09	1	718	7,0	39,20	133,0	2,3	293,0	29,2	98,4	6,1	8.9	34,0	603,50	642,7	
5	2010a		abr.-10	1	803	7,1	27,90	137,0	1,6	295,0	35,4	124,0	6,6	9,0	24,0	649,30	677,2	
6	2010b		jul.-10	1	733	7,0	*31,00*	*141,0*	*1,9*	*305,0*	*35,1*	*120,0*	5,3	9,5	28,0	656,00	687	
7	2010c		sep.-10	1	635	7,0	*23,10*	*135,0*	*2,0*	*310,0*	*35,2*	*119,0*	5,8	10,0	19,0	654,80	677,9	
8	2011		ago.-11	1	837	6,9	*30,40*	*103,0*	*1,7*	*314,0*	*35,1*	*120,0*	6,9	12,2	25,0	627,70	658,1	
9	2012		jun.-12	1	704	7,2	26,70	134,0	1,9	291,0	32,8	107,0	6,2	9,9	18,0	613,05	639,75	
10	2013		jun.-13	1	896	7,1	*23,50*	*133,0*	*2,0*	*297,0*	*32,0*	*114,0*	8,5	11,0	26,0	626,92	650,42	
11	2014		jun.-14	1	820	7,2	*22,20*	*132,0*	*1,8*	*280,0*	*27,8*	*99,4*	7,6	9,7	25,0	589,30	611,5	
12	2015		jun.-15	1	599	7,7	33,80	87,6	**7,2**	285,0	23,9	78,9	8,5	10,9	8,0	515,10	548,9	
13	2016		jun.-16	1	1540	7,5	29,80	69,3	1,4	294,0	124,0	**278,0**	7,7	9,3	8,0	804,84	834,64	
14	**2003-2016**	**media**		2	853,77	7,18	28,49	128,9	2,3	294,4	42,7	134,1	6,94	10,15	19,85	654,24	**682,73**	**284**
		Desv T.			236,01	0,23	5,13	26,99	1,49	11,93	25,73	52,35	1,02	1,11	7,98	75,96	75,68	
		C.Varia			0,28	0,03	0,18	0,21	0,65	0,04	0,60	0,39	0,15	0,11	0,40	0,12	0,11	
		C.Correlación			**0,805**													

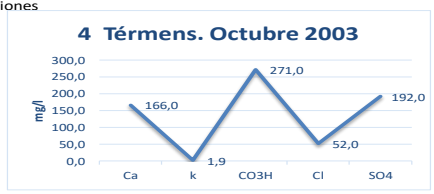


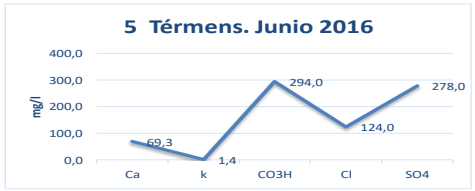
El pozo está en el aluvial Msegre, , en el circulo de 500 m tiene dos pozos y en el de 1000m tres más

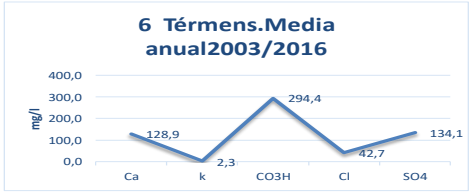




Presiones





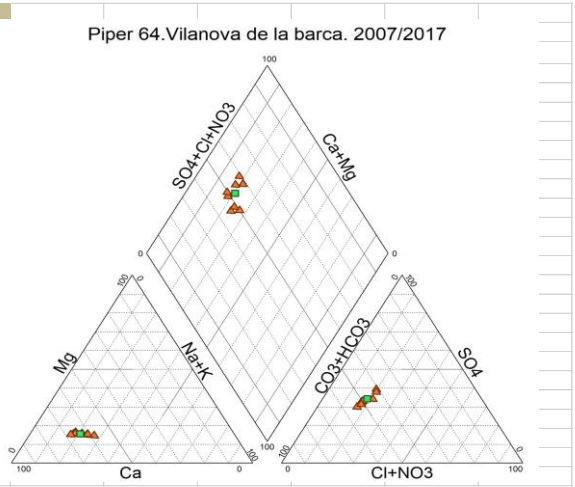


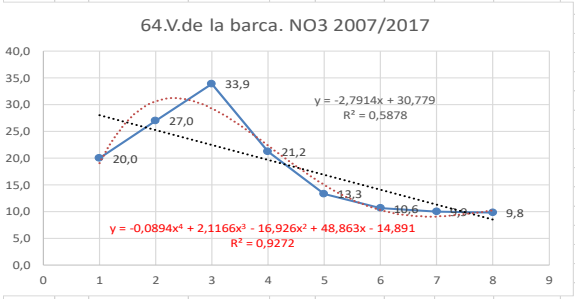
Las aguas, durante 13 años, se han mantenido con valores del mismo orden, predominando los iones sulfato que pueden hacer variar la naturaleza del agua. Las aguas tienden a ser sulfatadas, y la media se mantiene en el punto intermedio. Los nitratos, y el resto de iones, tienden a disminuir.

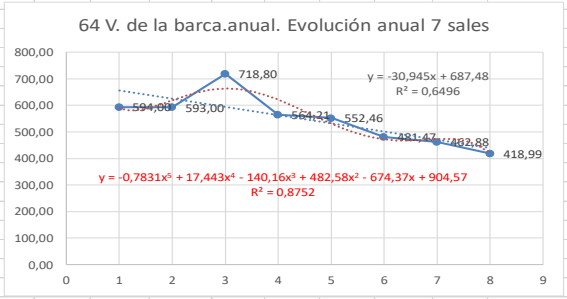
7.3.4. Punto de control 64: Vilanova de la Barca. (Área 1ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

64 321470008
Vilanova de la Barca

n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	O_2	SiO_2	CO_2	Suma 7
1	s1	**Analiticas**	ago-07	1	760,0	7,2	20,0	135,0	19,0	39,0	4,0	201,0	45,0	151,0	15,1	6,2	13,0	594,00
2	s2		oct-07		*776,0*	*7,1*	27,0	124,0	19,0	38,0	4,0	227,0	46,0	135,0	8,5	7,8	10,0	593,00
3	s3		jul-09		*828,0*	*7,1*	33,9	*139,0*	*21,4*	*52,3*	*4,1*	*261,0*	*55,0*	*186,0*	*6,9*		*23,0*	718,80
4	s4		ago-11		*639,0*	*7,0*	*21,2*	*119,0*	*17,4*	*36,9*	*3,4*	*237,0*	*33,5*	*117,0*	*8,1*	*10,7*	*37,0*	564,21
5	s5		oct-12		*765,0*	*7,2*	*13,3*	*115,0*	*15,7*	*31,8*	*2,6*	*232,0*	*37,4*	*118,0*	*5,8*	*10,1*	*20,0*	552,46
6	s6		abr-13		*708,0*	*7,2*	*10,6*	*87,6*	*13,3*	*44,9*	*3,4*	*197,0*	*33,3*	*102,0*	*9,2*	*7,6*	*7,0*	481,47
7	s7		mar-16		*675,0*	*7,7*	*9,9*	*87,5*	*13,0*	*36,3*	*4,4*	*203,0*	*30,4*	*88,3*	*8,9*	*7,5*	*8,0*	462,88
8	s8		abr-17		*574,0*	*7,4*	*9,8*	*78,3*	*12,0*	*33,4*	*3,8*	*177,0*	*29,2*	*85,3*	*8,4*	*7,1*	*12,0*	418,99
9	s9	**md**	2007-2017		715,63	7,24	18,22	110,68	16,35	39,08	3,70	216,88	38,73	122,83	8,86	8,14	16,25	**548,23**
		Desv.T			83,08	0,22	8,92	23,23	3,39	6,63	0,57	27,03	9,07	33,86	2,76	1,64	10,08	**94,04**
		C.V			0,12	0,03	0,49	0,21	0,21	0,17	0,15	0,12	0,23	0,28	0,31	0,20	0,62	**0,22**

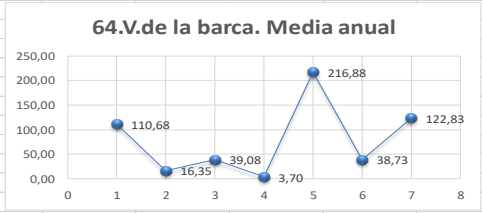








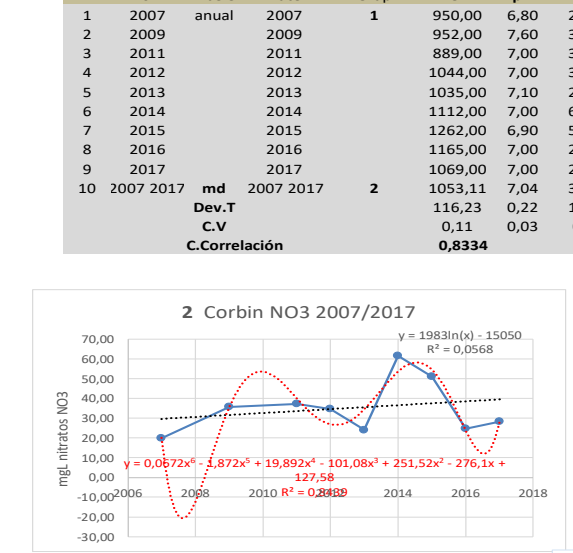


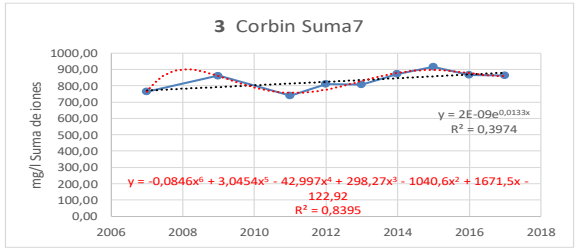


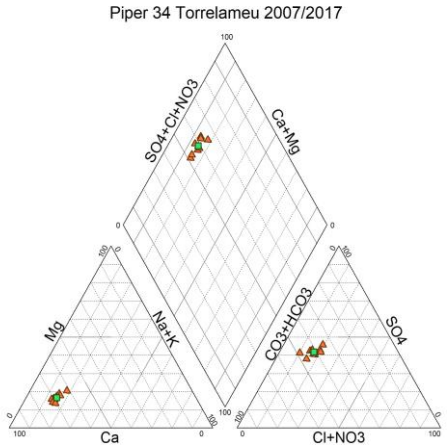
Estamos en un punto cercano a la influencia de las masas de agua que provienen de la subcuenca del Noguera Ribagorzana, y en las cercanías de la desembocadura de los ríos Corb y Ondara. Durante 10 años no ha habido gran variación del tipo del agua, pero su promedio es claramente sulfatado. Los nitratos tienden a estabilizarse en 10 mg/l, y el resto de iones tienden a estabilizarse.

7.3.5. Punto de control 34: Torralameu. (Área 1ª Noguera Ribagorçana). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

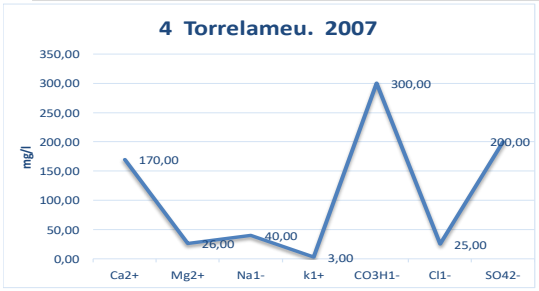
			34	321470030 Torrelameu Noguera R														
n	Nom	Libelé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma7	Suma 8	IB100G	Pz
1	2007	anual	2007	1	950,00	6,80	20,00	170,00	26,00	40,00	3,00	300,00	25,00	200,00	764,00	784,00		2,80
2	2009		2009		952,00	7,60	35,80	190,00	27,00	41,90	1,90	283,00	63,90	254,00	861,70	897,50		2,70
3	2011		2011		889,00	7,00	37,30	147,00	25,40	37,40	2,11	273,06	46,70	209,00	740,67	777,97		2,05
4	2012		2012		1044,00	7,00	34,80	179,00	24,10	36,20	1,98	296,02	49,70	223,00	810,00	844,80		3,50
5	2013		2013		1035,00	7,10	24,10	174,00	23,60	40,10	1,88	319,00	46,10	203,00	807,68	831,78		2,35
6	2014		2014		1112,00	7,00	61,60	193,00	23,10	43,40	1,85	297,00	56,00	257,00	871,35	932,95		1,28
7	2015		2015		1262,00	6,90	51,20	156,00	31,60	51,20	2,50	300,00	66,60	308,00	915,90	967,10		2,10
8	2016		2016		1165,00	7,00	24,70	187,00	22,00	46,70	2,09	316,00	48,60	245,00	867,39	892,09		2,15
9	2017		2017		1069,00	7,00	28,30	171,00	28,10	47,00	2,17	311,00	51,00	253,00	863,27	891,57		2,14
10	2007 2017	md	2007 2017	2	1053,11	7,04	35,31	174,11	25,66	42,66	2,16	299,45	50,40	239,11	833,55	868,86	352,194	2,34
		Dev.T			116,23	0,22	13,55	15,37	2,95	4,90	0,37	14,90	12,03	34,49	56,70	64,28		0,62
		C.V			0,11	0,03	0,38	0,09	0,12	0,11	0,17	0,05	0,24	0,14	0,07	0,07		0,26
		C.Correlación			0,8334													

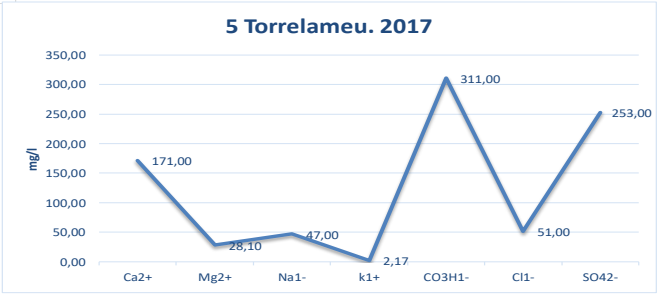


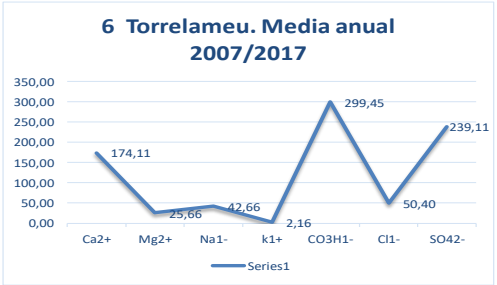




Piper: AguaSulfatada Cálcica







El valor de los sulfatos es un 70% superior a los valores del aluvial Segre; sus aguas son claramente sulfatadas. En 10 años los nitratos han aumentado, al igual que el resto de iones.

7.4. Comentario/discusión del área 1ª. (Aluvial del Segre norte).

En la página siguiente, en la Tabla 1.7. se recogen los promedios de las series históricas de cada PCR que forman el área y a las que se han añadido los iones de fosfato, amonio y nitritos. La suma de ellos forma el valor Suma 3, y si se añade los valores del ion nitrato, se forma el valor denominado Suma cuatro.

Con los valores de la tabla 1.7. se obtienen los gráficos que representan esta área, además del contenido del diagrama y de los gráficos de cada una de las fichas de los cinco PCR situados en el área.

De los diagramas triangulares Piper se puede deducir que las aguas subterráneas de Balaguer y Térmens son de naturaleza bicarbonatada cálcica, y que en Vilanova de la Barca pasan a ser mixtas; sulfatadas/bicarbonatadas cálcicas. En cambio, las que proceden del Noguera Ribagorçana son sulfatadas cálcicas.

7.4.1. Sobre las sustancias en el agua

a) Nitratos. En los PRC de Balaguer, Térmens y Vilanova de la Barca, tienden a disminuir, aunque sus valores absolutos se van incrementando conforme los PCR se alejan de Balaguer.

Esta tendencia a disminuir se sustenta en el hecho de que, en el año 2000, en Balaguer, su valor estaba 44,6 mg/l, y ahora es de 26,2mg/l, lo que nos indica una disminución, en 15 años de 1,23 mg/l/año

En Térmens, su valor estaba comprendido entre 33,8mg/l y en la actualidad es de 29mg/l. que representa una disminución anual de 0,4 mg/l/año.

A pesar de estas disminuciones, los valores absolutos de Balaguer, 26mg/l, y los 30 mg/l, en Térmens, diferencias del 15%, entre estos dos puntos.

El valor en Vilanova de la Barca es anormalmente bajo y estable durante los últimos cuatro años (2013 a 2017). Exponemos el dato sin formular ninguna hipótesis que justifique este valor. La realidad es que, en este PCR, la disminución en 7 años es importante, de 20mg/l a 10mg/l, que representa una disminución de 1,42 mg/l/año.

En el tramo del aluvial del N. Ribagorçana, en Torralameu, la tendencia es la de aumentar, en 8 años ha pasado de 20mg/l, a 28 mg/l, que representa un aumento de 1 mg/l/año.

La conclusión respeto a los nitratos, en esta área, su valor medio disminuye desde los valores que alcanzaron hace 10,25 años. de 24,615 a 22,77mg/l en la etapa final Esta disminución representa 0,23 mg/l anual, excepto en las aportaciones del aluvial del N Ribagorçana, que se incrementan en un 1 mg/l anualmente.

En valores absolutos se ve una tendencia oscilante conforme los PCR se van situando hacia el suroeste: Balaguer 26 mg/l, Térmens 30 mg/l, Torrelameu 28mg/L

Tabla 1.7. Evolución de los nitratos NO_3 fuentes fichas 7.3.1 a 7.3.5

PCR	Municipio	Piper	Valor medio[6] mg/l	Valor inicial[7] mg/l	Valor final[8] mg/l	Δ [9]total	t	Δ anual
27	Ponts	B Ca[10]	10,59	8	6,78	-1,22	9	-0,135
62	Balaguer	BCa	30,5	44,66	26,2	-18,46	15	-1,23
5	Térmens	B/S Ca[11]	28,49	33,8	29,8	-4	10	-0,4
34	Torrelameu	SCa	35,31	20	28,3	8,3	9	0,92
64	Vilanova de la Barca	B/SCa	18,22	20	9,8	-10,2	7	-1,45
	Promedio		28,13	29,615	23,525	-6,09	10,25	-0,49

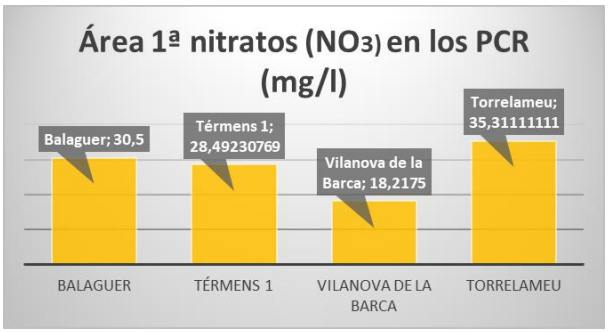
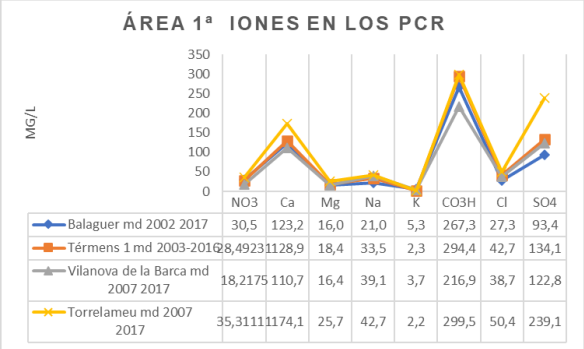


Imagen 4.7. Valor de los nitratos en cada punto de control

b) Iones principales.

Siguen la tendencia a aumentar en Balaguer, Térmens y el valor medio de la serie Torrelameu, en cambio en Vilanova de la Barca disminuyen.

[6] Valor medio de la serie
[7] Valor inicial de la serie
[8] Valor final de la serie
[9] Δ incremento o decremento
[10] Bicarbonatada cálcica
[11] Agua mixta Bicarbonatada sulfatada cálcica



	NO3	Ca	Mg	Na	K	CO3H	Cl	SO4
Balaguer md 2002 2017	30,5	123,2	16,0	21,0	5,3	267,3	27,3	93,4
Térmens 1 md 2003-2016	28,49231	128,9	18,4	33,5	2,3	294,4	42,7	134,1
Vilanova de la Barca md 2007 2017	18,2175	110,7	16,4	39,1	3,7	216,9	38,7	122,8
Torrelameu md 2007 2017	35,31111	174,1	25,7	42,7	2,2	299,5	50,4	239,1

Imagen 5.7. Contribución de los iones principales a la naturaleza de las aguas y su composición. (Elaboración propia).

Solo se aprecia el aumento de iones en la última columna (Sulfatos SO_4). Parece ser que el mayor incremento de norte a sur lo están creando estos iones, lo que pone de manifiesto el mayor aporte general que realiza el aluvial final del N. Ribagorçana.

Tabla 2.7. PCR de las aguas subterráneas situadas en el Aluvial del Segre N. (Elaboración propia a partir de: Bd/Acuif).

Municipio	PC	CE	pH	NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	Pz	PO4	NH4	NO2	Suma 3	Suma 4
BALAGUER	62	731	7,21	30,47	123,22	16,03	21,00	5,30	267,25	27,30	93,40	553,50	583,97	237	3,7	0,0400	0,0400	0,0200	0,1000	30,5700
TERMENS	1	852	7,18	28,49	128,92	18,39	51,82	2,29	294,38	42,73	134,05	672,59	701,08	284	2,7	0,0200	0,0500	0,0100	0,0800	28,5723
VILANOVA	9	716	7,40	18,22	110,68	16,35	39,08	3,70	216.88	38,73	122,83	548,23	566.44	230	2,6	0.03	0,0500	0,0200	0,1000	18,3200
TORRELAMEU	34	1043	7,03	35,31	174,10	25,49	42,29	2,25	299,56	52,26	236,70	832,65	867,96	352	2,3	0,0440	0,0450	0,0190	0,1080	35,4180
md		835	7,21	28,12	134,23	19,07	38,55	3,38	287,07	40,26	146,75	659,24	679,86	276	2,8	0,0347	0,0463	0,0173	0,098	28,48

Aunque ya se ha indicado en el capítulo 6, la cantidad Suma 7 (∑7), representa la suma de los contenidos de los iones mayoritarios en el agua, sin incluir los nitratos NO_3. La cantidad Suma ocho (∑8), es igual al valor de Suma 7, incrementada con el valor de los nitratos.

Suma 3 (∑3) representa la suma de: Fosfatos (PO_4), Amonio (NH_4) y Nitritos (NO_2). A Suma 3 (∑3) también los denominados iones agronómicos. Respecto a la cantidad denominada Suma cuatro (∑ 4), es la que resulta de añadir el valor de los nitratos (NO_3) a Suma 3 (∑3). La Suma 4 (∑4) es, por tanto, el valor de los contenidos de iones fosfatos + amonio + nitritos + nitratos.

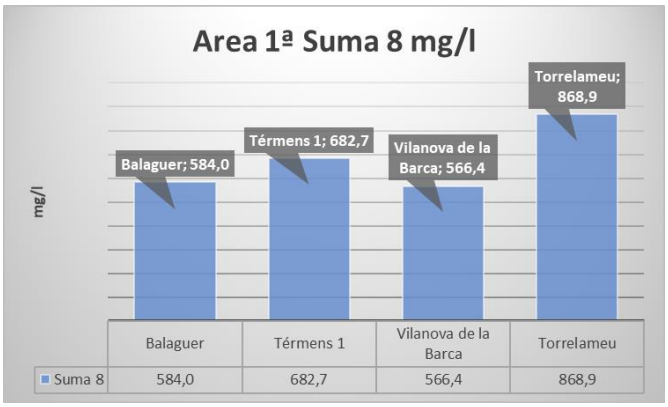


Imagen 6.7. Suma 8. Iones principales incluidos los nitratos. (Elaboración propia tabla 2.7).

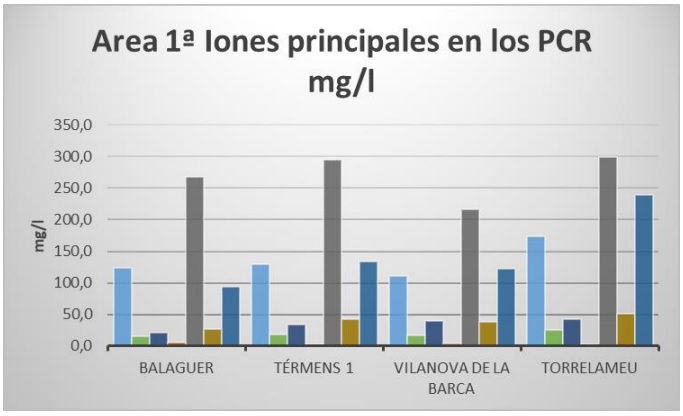


Imagen 7.7. Detalle de los contenidos de iones principales (∑ 7) en los PCR. (Elaboración propia).

c) Iones menores

En la imagen 7.7 se observa la evolución que siguen los tres primeros PCR, pertenecientes al aluvial del propio Segre Bajo, comparándolos con los del tramo final del aluvial del Noguera Ribagorçana. Cabe destacar que las aguas subterráneas que aporta a la masa general el Noguera Ribagorçana contienen un 27,4% más de iones principales que las que contienen el aluvial de Segre bajo en Térmens[12]. Y, si en ambos casos añadimos los nitratos (Suma 8), el porcentaje anterior se convertiría en un 27,26%.

[12] De la tabla 6.7 columna Suma 8,

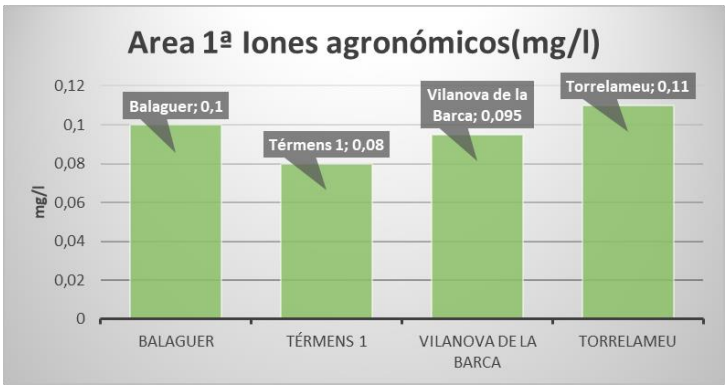
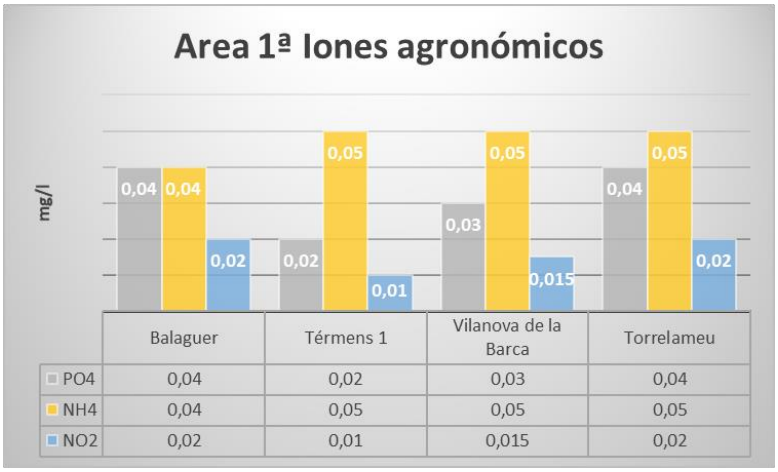


Imagen 8.7. Contenidos de iones (∑3), en los PCR. (Elaboración propia tabla 2.7).

En la imagen 8.7, se pueden observar los contenidos de Suma 3[13], a los que hemos denominado iones agronómicos, provenientes de los abonados fosforados, amónicos y derivados que pueden formarse con la aparición de los nitritos.

En los cuatro PRC, los valores son sensiblemente semejantes. Excepto la disminución en Térmens y Vilanova de la Barca, son unas diferencias muy pequeñas, pero tienen su importancia. En cambio, las de Torrelameu superan, por centésimas, a las de Balaguer. Cuando estudiemos el Área 2 del Segre bajo, podremos ver si estos valores se modifican de forma significativa.

En la Imagen 9.7, podemos observar la contribución por cada ion de (∑3),



	Balaguer	Térmens 1	Vilanova de la Barca	Torrelameu
PO4	0,04	0,02	0,03	0,04
NH4	0,04	0,05	0,05	0,05
NO2	0,02	0,01	0,015	0,02

Imagen 9.7. Contenidos de iones Suma 3 desglosados por iones agronómicos (Elaboración propia).

De la imagen 9.7, el ion que más destaca es el amonio (NH_4). Este ion depende mayoritariamente de las adiciones de nitrógeno orgánico provenientes de los estiércoles.

Los fosfatos (PO_4) pueden provenir de los abonados, tanto minerales como orgánicos, que al ser menos solubles que los nitratos, suelen quedar

[13] Suma de iones: fosfatos + amonio +nitritos

estratificados en los suelos. Aparecen las mismas cantidades en Balaguer y en Torrelameu. La disminución en Térmens y Vilanova se pueden deber a las extracciones de aguas subterráneas, y que éstas afecten a la reducción de iones en el agua, al aumentar la recarga del aluvial, con agua menos concentrada del rio.

Los iones en los cuatro PCR dependen de los iones fósforo y amonio. Los valores de los nitritos en Balaguer y Torrelameu son el doble que en Térmens y Vilanova de la Barca. Volvemos a insistir en una causa común como la indicada en el párrafo anterior.

En la Imagen 10.7, (∑4) se representan todos los iones de origen agronómico y ganadero, añadiendo a los valores de Suma 3 el valor de los nitratos. El resultado se presta a un razonamiento semejante al realizado sobre los resultados de la imagen 4.7: en ambas predominan las aportaciones de nitratos y es razonable que las imágenes sean muy semejantes en la forma de generar unos comentarios casi iguales, por el hecho de que las aportaciones de los agronómicos menores Suma 3 son ostensiblemente menores que las de los nitratos NO_3.

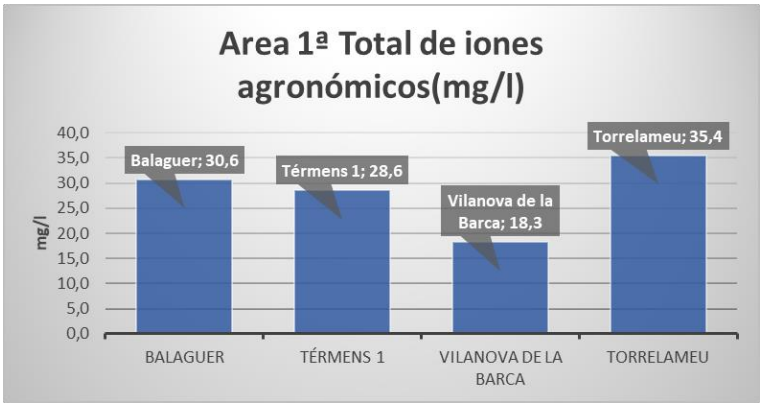


Imagen 10.7. Contenidos de iones (∑4) (Elaboración propia)

7.4.2. Correlaciones entre presiones y las sustancias en el agua.

Vamos a considerar tres de las presiones que pueden relacionarse con la calidad de las aguas: las extracciones de aguas subterráneas, las explotaciones de ganado porcino y las explotaciones de ganado aviar, y radicadas en las cercanías de los PCR. Con este fin se han editado mapas específicos a escala 1:100.000 y en formato A3, que, para insertar en este documento se han ajustado a las medidas en formato A4 en que se edita el documento.

En estos mapas se han trazado tres círculos coloreados de radios 0.5,1,5 y 2,5 Km tomando como centro las coordenada de cada PCR. En los mapa solo se identifican los dos círculos de radios menores, el tercero solo se trazó en la edición en papel utilizada para el trabajo de gabinete. Se intenta descubrir si existe una relación entre diversos índices (entre ellos el IB100G de los PCR) y las cantidades de: 1º) pozos, 2º) cabezas de ganado porcino, 3º) cabezas de

ganado aviar, ubicadas dentro del primer círculo y de los sectores circulares creados entre los otros dos círculos.[14]. Tal como se indica en materiales y métodos se ha calculado el coeficiente de correlación.

La justificación realizada era la siguiente: a mayor extracción menor cantidad de iones y menor IB100G. Al extraer volúmenes considerables cabía la posibilidad de que aumentara la reposición del nivel piezométrico por el movimiento de las aguas cercanas, lo cual presuponía agua de reposición, y que al ser más distante contuviera menos iones y el IB100G fuera menor. Buscamos la correlación entre el número de pozos cercanos y el valor del IB100G. y debía ser una correlación inversa: a más pozos menor índice.

Respecto a la ganadería, con los censos ganaderos se trabajó bajo el supuesto a mayor censo ganadero, mayor producción de estiércol, mayores posibilidades de aplicación en los campos cercanos como abono o/y como medio de deshacerse del mismo, mayor afección a la capa no saturada del suelo y posteriormente a la saturada de aguas subterráneas y mayor posibilidad de aguas contaminadas que hacen elevar el IB100G. Debía ser una correlación directa: a mayor censo, mayor índice .

a) Correlación con la presión de las extracciones de aguas subterráneas.

En este epígrafe intentamos ver la posible relación entre las cantidades de aguas extraídas y las concentraciones de iones.

Los pozos de extracción de aguas subterráneas están representados en los mapas por los puntos de color negro. En la tabla 2.7 aparece el resultado del recuento de los pozos que se encuentran en el interior de la cada área circular concéntrica con cada PCR.

En las tres primeras columnas tenemos los valores IB100G y la identificación del PCR. En las siguientes, los puntos de extracción de aguas en cada sector circular que rodea a la localización del PRC. Calculamos, en la práctica, el coeficiente de correlación Pearson entre cada una de las series de pozos (las que corresponden a cada columna) y la del IB100G.

[14] Se ha incluido el PCR de Castelló de Farfanya y no se incluye el de Vilanova

Tabla 3.7. Correlación entre nº de pozos y el IB100G (Elaboración propia).

IB100G	PCR	PRC	Pozos en 0,5 km	Pozos en 1,5 km	Pozos en 2,5 Km	Total
237	Balaguer	62	4	6	15	25
246	Castelló de Farfanya	25	3	3	7	13
284	Térmens	1	1	4	20	25
352	Torralameu	34	1	1	3	5
Coeficiente de correlación			**-0,83**	**-0,82**	**-0,48**	**-0,68**

En la última fila, para cada columna, se indican los valores de los coeficientes de correlación. Los valores negativos indican correlación inversa.

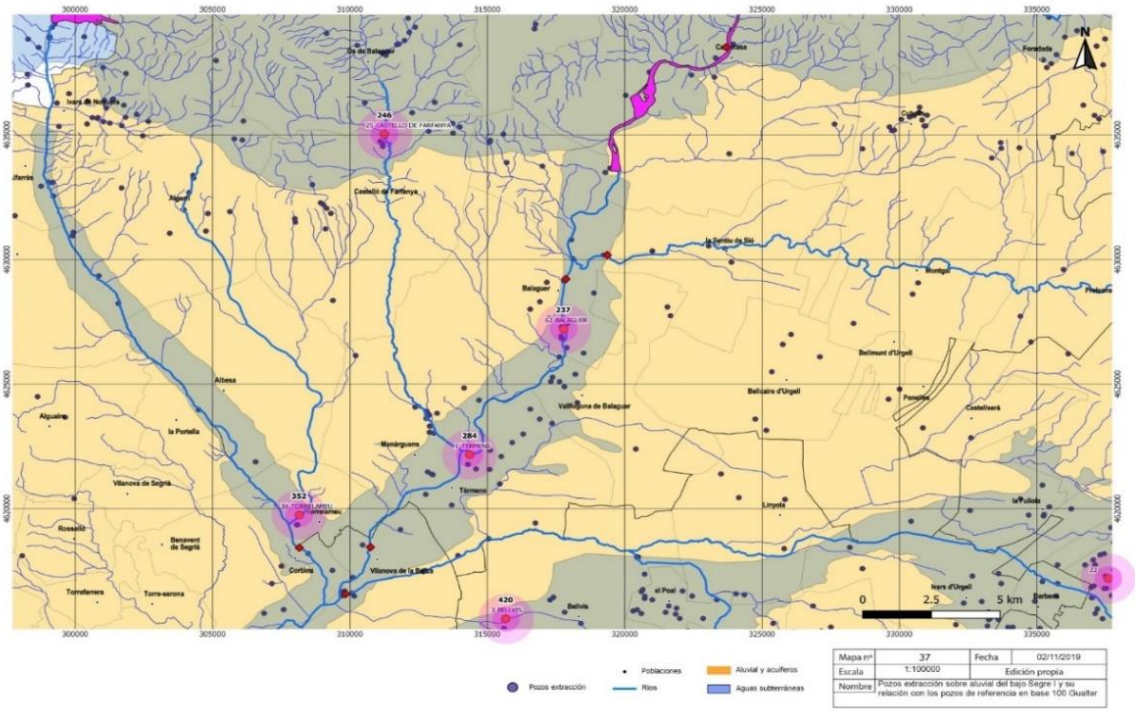


Imagen 10.7. Pozos extracción aguas subterráneas en aluvial del Segre Norte. (Elaboración propia).

Cuanto mayor sea el valor de la correlación (entre +1 y -1) y prescindiendo del signo que les antecede, mayor es la correlación. En la última fila, el C.C.[15] negativo, indica una correlación inversa, que coincide con el planteamiento realizado: a mayor cantidad de pozos cercanos, mayor posibilidad de extracción de agua y más posibilidades de que disminuya la concentración de iones en el agua, lo que haría disminuir el valor del IB100G También es lógico que, conforme

[15] C.C. coeficiente de correlación

aumenta la distancia entre el PCR y la localización de las extracciones, disminuya el coeficiente de correlación. En conclusión, se puede asegurar que la cantidad de iones en las aguas subterráneas de esta zona del aluvial está influenciada por las extracciones que se realizan: a mayor extracción menor cantidad de iones.

b) Correlación con la presión de los censos ganaderos.

En las imágenes 11.7 y 12.7, se representan las localizaciones de las explotaciones de ganadería porcinas y aviar, existentes en la zona según el DARP (capítulo quinto). La metodología es semejante a la utilizada con los puntos de extracción de aguas subterráneas. Los puntos coloreados indican la localización de los PCR. Las explotaciones se representan por un punto negro junto a un letrero blanco, indicando el censo.

En la tabla 4.7, se presentan los resultados de los censos acumulativos en las explotaciones que se sitúan en el interior de las superficie de los sectores circulares que rodean a cada PCR.

En la primera columna se indica el IB100G de los PCR considerados. En las siguientes se van alternando las explotaciones de ganado porcino y aviar que se localizan dentro de cada uno de los sectores circulares.

A partir de la columna 9ª se indica la suma de los totales de los censos encontrados en cada sector. Para porcino, una columna y para el aviar otra. A continuación, los valores totales de cada especie, expresados en unidades de ganado mayor (UGM: 0,12 UGM/ cerdo. 0,007UGM/ pollo para carne)

Los coeficientes de correlación de Pearson, calculados entre la serie de IB100G y la de cada una de las columnas, aparecen en la última fila de cada columna.

Si el coeficiente es positivo, nos indica una correlación positiva entre los censos de cada columna y el IB100G de las aguas subterráneas. Cabe señalar que, a mayor censo, mayor posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas y mayor IB100G.

El valor del coeficiente de correlación calculado no guarda relación con los censos porcinos en las áreas consideradas.

El C.C. encontrado con el censo de ganado aviar, situado en el sector circular de 2,5 Km, tiene un valor de 0,67, valor significativo.

El hallado para el total del ganado aviar es de 0,85, que es muy significativo.

El encontrado para la suma total de ambas ganaderías expresado en UGM, es 0,65, que también es un dato significativo.

Se puede concluir que en esta área se encuentra correlación adecuada entre los censos ganaderos y los IB100G. Dicho de otra forma, la existencia de explotaciones de ganaderas hace pensar que los residuos ganaderos, en forma de estiércol, se esté utilizando como fertilizantes y que este uso está afectando a las aguas subterráneas de los acuíferos.

Tabla 4.7. Correlación entre explotaciones ganaderas y el IB100G. (Elaboración propia a partir de los recuentos sobre los mapas).

IB100G	PCR	Porcino 0,5 Km	Aves 0,5 Km	Porcino 1,5 km	Aves 1,5 km	Porcino 2,5 km	Aves 2,5 Km	Total, Porcino	Total, Aviar	UGM Porcino	UGM Aviar	UGM Total
246	25 Farfanya	*999*	0	*1.999*	0	*20.366*	0	***24.364***	**0**	2.924	0	**2.924**
237	62 Balaguer	*0*	0	*2.131*	0	*14.438*	98.062	***16.569***	**98.062**	1.988	686	**2.675**
284	1 Térmens	*1.250*	0	*4.000*	0	*30.489*	39.996	***35.739***	**39.996**	4.289	279,97	**4.569**
352	34 Torrelameu	*0*	121.500	*800*	121.500	*8.879*	151.500	***9.679***	**394.500**	1.158	2.761,5	**3.919**
		0,16		***0,16***		***-0,37***	**0,67**	***-0,39***	**0,85**	**-0,39**	**0,85**	**0,65**

Con los resultado de los C.C. de resumidos en la tabla 4/7 y en especial con el ganado porcino, buscamos empleando los índices de los valores agronómicos

Tabla 5.7 Correlaciones entre los índices ∑3 y ∑4 (Elaboración propia a partir de los recuentos sobre los mapas).

∑3	**∑4**	**PCR**	**Porcino 0,5 Km**	**Aves 0,5 Km**	**Porcino 1,5 km**	**Aves 1,5km**	**Porcino 2,5km**	**Aves 2,5Km**	**Total Porcino**	**Total Aviar**	**UGM Porcino.**	**UGM Aviar**	**UGM Total.**
0,1	26,56	25 C.Farfanya	*999*	0	*1.999*	0	*20.366*	0	***24.364***	**0**	2.924	0	**2.924**
0,1	32,57	62 Balaguer	*0*	0	*2.131*	0	*14.438*	98.062	***16.569***	**98.062**	1.988	686	**2.675**
0,12	28,62	1 Térmens	*1.250*	0	*4.000*	0	*30.489*	39.996	***35.739***	**39.996**	4.289	279,97	**4.569**
0,11	33,99	34 Torrelameu	*0*	121.500	*800*	121.500	*8.879*	151.500	***9.679***	**394.500**	1.158	2.761,50	**3.919**
	C.C. IB100G		***0,16***		***0,16***		-0,37	**0,67**	-0,39	**0,85**	-0,39	**0,85**	0,65
	C,C con ∑4		-0,905		-0,558		-0,753	**0,986**	-0,776	**0,834**	-0,776	**0,834**	0,002
	C.C con ∑3		**0,431**		**0,554**		**0,536**	0,075	**0,511**	0,146	**0,510**	0,146	**0,985**

Se ponen de manifiesto, en la tabla unas correlaciones con bases diferentes para cada especie ganadera:

La ganadería aviar correlaciona bien con la suma de todos los iones agronómicos considerados (∑4). alcanza una correlación de valor 0,986, con el total de aves en el tercer sector circular, (trazado con 2,5 km de radio). Podemos decir lo mismo del valor 0,834 con respecto a la suma de los tres sectores circulares..

En cambio, para la ganadería porcina no correlaciona bien con (∑4). Sí lo hace con (∑3), con valores en los sectores circulares y en su totalidad superiores al 0,5. También, para la suma de las dos ganaderías en UGM 0,98.

Consideramos de especial importancia esta nueva aportación a la investigación.

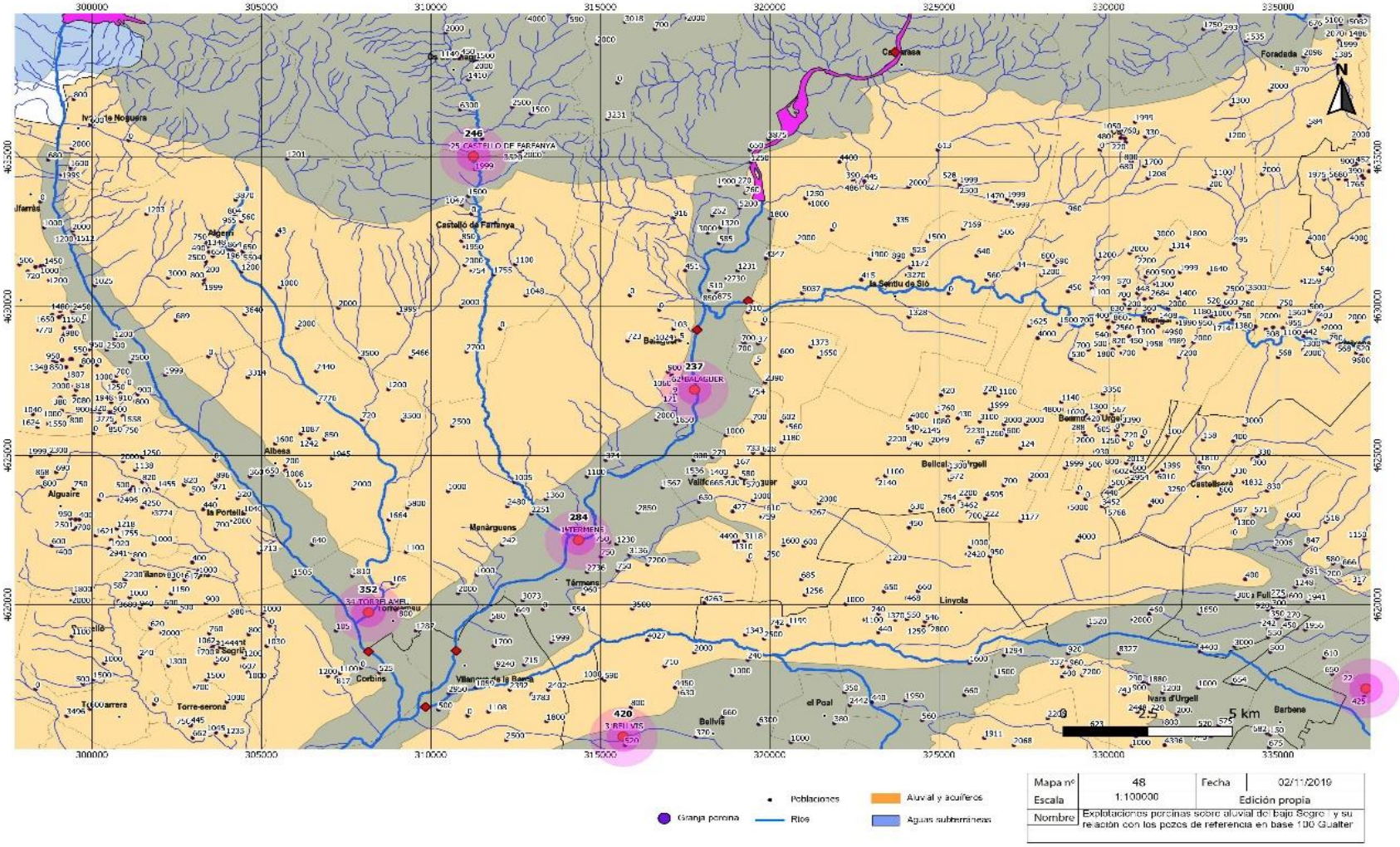


Imagen 11.7. Explotaciones porcinas en el Aluvial del Segre Norte. (Elaboración propia censos y coordenadas DARP).

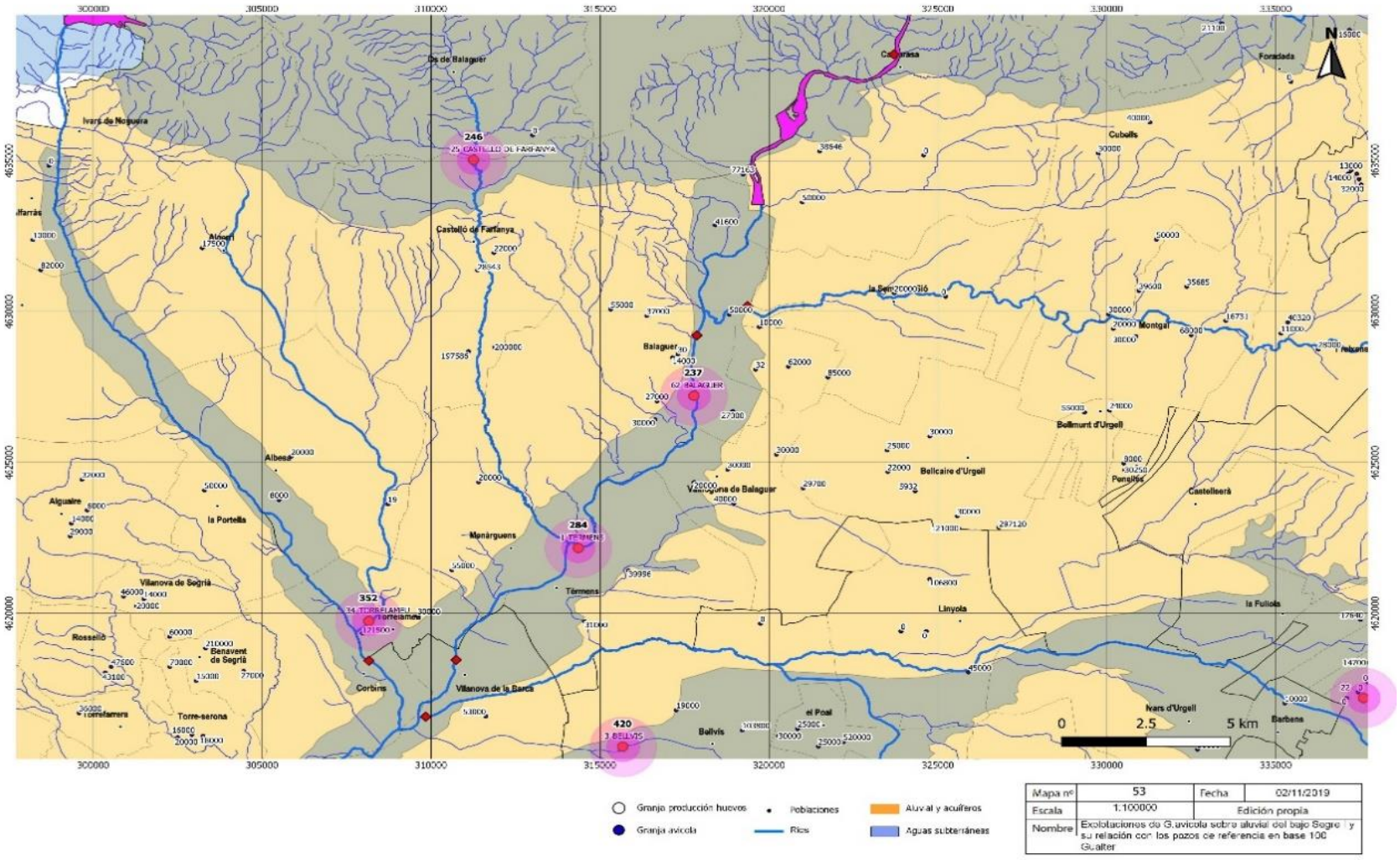


Imagen 12.7. Explotaciones avícolas en el Aluvial del Segre Norte. (Elaboración propia censo y coordenadas DARP).

7.5. Área 2ª. Aluvial del Segre bajo sur

Introducción del Aluvial en su inicio norte

El IGME y la CHEbro solo consideran una sola masa de agua subterránea para el Bajo Segre., se ha indicado en el 7.1. Basándonos en los contenidos de iones en cada PCR de esta masa (Imagen 2/7) estamos considerando la masa 09.061 en dos áreas, la Norte y la Sur. Como introducción área 2ª, añadimos una mínima descripción de general de la masa general

"Masa de aguas subterránea: 090.061- Aluvial del Bajo Segre. *El acuífero está formado por depósitos aluviales y terrazas de los ríos Segre y del Noguera Ribagorzana. La zona de mayor interés incluye la llanura de inundación y la terraza baja conectada con el río. Está formada por gravas limpias, poco consolidadas con matriz de elementos finos. La terraza media está desconectada en muchos casos del nivel regional del río por afloramientos miocenos, y está constituida por cantos de calizas, areniscas, granitos pirenaicos. El yacente de baja permeabilidad está formado por un sustrato arcilloso. La superficie del Aluvial es 181,67 Km^2 (IGME Encomienda MAS 09.061 Doc. 2)*[16]*".*

En esta área hidrológica, las aguas del río y del acuífero están en constante relación. El río cede aguas al acuífero, y las devuelve al final de su curso antes de desembocar el Segre en el Ebro. El río y su acuífero mantienen una relación de río perdedor y acuífero ganador, durante todo el curso del Bajo Segre. Al final de su curso, esta relación se invierte.[17]

La recarga natural se debe principalmente a retornos de riego. También se produce la recarga por la infiltración del agua de lluvia sobre las terrazas, así como por la infiltración de afluentes laterales y la de los ríos (almacenamiento en riveras).

Se continúa con la información procedente de (Bd/Acuif) y de la elaboración propia formada por la ficha de recopilación con las series históricas de parámetros e iones del agua, el diagrama triangular de Piper y cinco gráficos sobre la evolución de los parámetros principales. El comentario y discusión se realiza de forma conjunta para toda el Área 2. La información elaborada de cada uno de los puntos de control, se puede ver a continuación.

[16] Trascripción literal de la Información sobre esta masa de agua del IGME, protocolo Encomienda para la CHEbro.
[17] No es transcripción literal, aunque la versión procede de las lecturas de diferentes trabajos realizados para la CHEbro



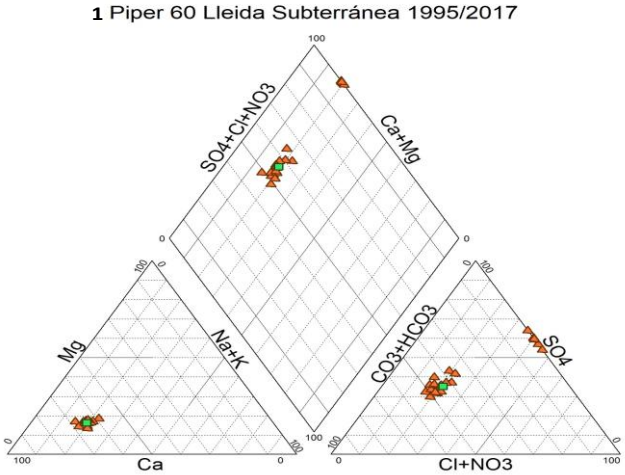
Área 2ª. Análisis detallado

(PCR: 20, 21, 22, 23 y 24)

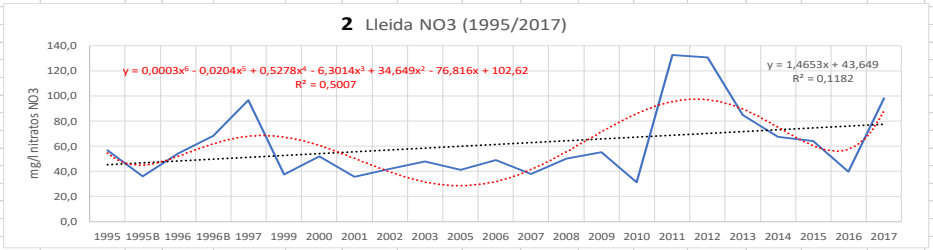
La numeración es consecutiva, a la última ficha del área 1ª

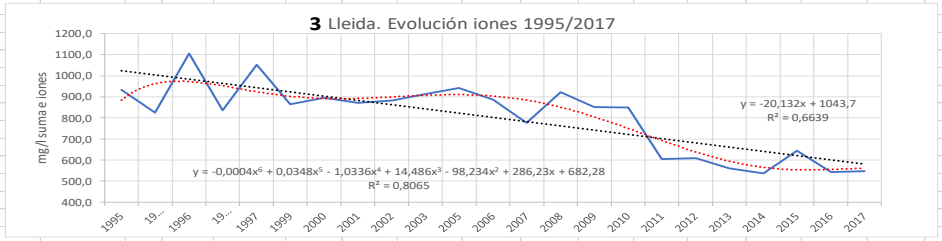
7.5.1. Punto de control 6: Lleida (Área 2ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

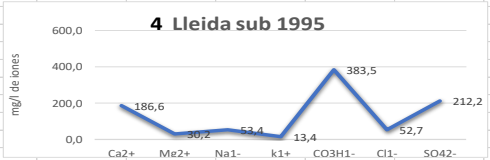
		60	321520001		Lleida												
n	nom	Libellé	Grup	Date	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	IB100G
1	anual	anual	1	1995	1113,0	7,1	56,7	186,6	30,2	53,4	13,4	383,5	52,7	212,2	932,0	988,7	
2	anual	anual	1	1995B	905,0	6,9	36,1	167,0	24,9	13,4	48,9	351,0	46,1	174,0	825,3	861,4	
3	anual	anual	1	1996	1295,0	6,8	54,1	203,0	38,5	83,9	7,4	365,0	78,0	330,0	1105,8	1159,9	
4	anual	anual	1	1996B	858,0	6,9	68,1	166,0	26,9	49,1	14,7	348,0	50,0	181,0	835,7	903,8	
5	anual	anual	1	1997	1359,0	6,9	96,7	205,0	32,7	64,7	15,0	380,0	74,3	281,0	1052,7	1149,4	
6	anual	anual	1	1999	1039,5	7,1	37,3	171,3	26,0	51,5	12,5	356,3	54,4	193,5	865,4	902,7	
7	anual	anual	1	2000	1060,0	7,2	52,0	184,5	27,5	54,3	12,4	342,0	60,7	213,5	894,9	946,9	
8	anual	anual	1	2001	1054,0	7,2	35,7	174,8	25,4	48,1	12,2	353,8	49,3	208,5	871,9	907,6	
9	anual	anual	1	2002	1007,0	7,2	41,8	177,0	27,6	48,5	11,7	334,0	45,9	237,0	881,7	923,5	
10	anual	anual	1	2003	1051,0	7,2	47,7	189,0	27,3	52,2	12,4	331,0	70,6	230,0	912,5	960,2	
11	anual	anual	1	2005	1150,0	7,4	41,0	190,0	26,0	58,0	16,0	354,0	55,0	219,0	941,0	959,0	
12	anual	anual	1	2006	1169,0	7,0	49,0	176,0	24,0	47,0	15,0	343,0	63,0	218,0	886,0	935,0	
13	anual	anual	1	2007	921,0	7,1	38,0	143,0	24,0	48,0	14,0	339,0	54,0	155,0	777,0	815,0	
14	anual	anual	1	2008	1270,0	7,2	50,0	197,0	25,0	53,0	9,0	295,0	76,0	267,0	922,0	972,0	
15	anual	anual	1	2009	1011,0	7,2	55,3	175,0	26,6	54,3	10,7	337,0	61,0	187,0	851,6	906,9	
16	anual	anual	1	2010	1069,5	7,2	31,3	175,0	21,6	59,9	8,4	340,6	64,9	178,5	848,9	880,2	
17	anual	anual	1	2011	1364,0	7,1	132,5	194,4	29,9	62,4	9,7		72,9	235,9	605,2	737,7	
18	anual	anual	1	2012	1374,2	7,1	130,6	196,9	30,0	63,9	10,4		69,6	256,4	608,9	757,8	
19	anual	anual	1	2013	1275,3	7,1	84,9	186,8	28,0	55,8	10,7		59,9	220,0	561,1	646,0	
20	anual	anual	1	2014	1213,8	7,2	67,5	184,8	27,7	53,7	11,9		61,7	197,5	537,1	604,5	
21	anual	anual	1	2015	1341,0	7,0	64,3	194,5	31,9	63,1	12,9		89,1	251,8	643,2	707,5	
22	anual	anual	1	2016	1149,8	7,0	39,6	172,3	27,5	57,9	12,2		64,2	209,0	542,9	582,5	
23	anual	anual	1	2017	1223,0	7,1	98,3	180,0	30,5	55,4	12,0	340,0	69,7	199,0	546,5	984,7	
24	media	md	2	95-17	1182,00	7,10	68,80	184,0	27,8	56,0	11,0	349,0	62,9	220,1	726,8	979,6	397
		Desv.T			150,42	0,13	28,90	13,71	3,47	11,72	7,81	19,35	10,90	38,27	163,89		
		C.V			0,13	0,02	0,42	0,07	0,12	0,21	0,71	0,06	0,17	0,17	0,23		
		C.Correlación			-0,24452												



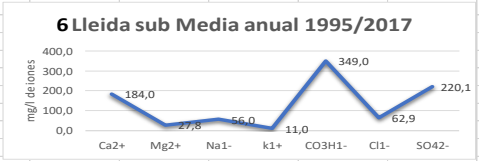
Piper: aguas Sulfatadas-Bicarbonatadas cálcica







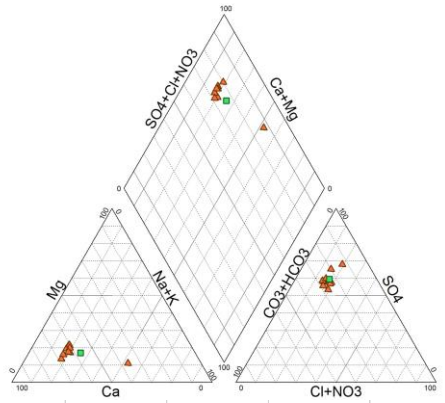




7.5.2. Punto de control 59: Torres de Segre (Área 2ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

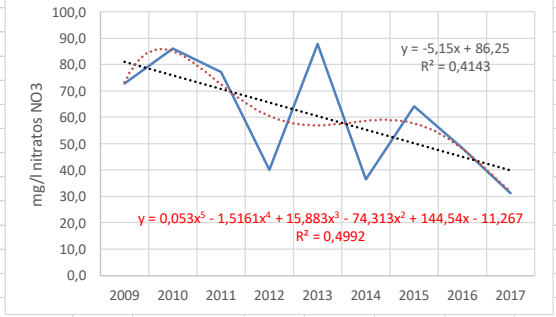
		59	321550036	Torres de Segre														
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	
1	s1	nalitica:	2009	1	1264	7,4	72,8	229,0	48,3	61,3	25,6	281,0	75,4	437,0	1157,6	1230,4		3,55
2	s2		2010	1	1205	7,1	86,2	252,0	46,6	61,3	32,8	270,0	74,9	517,0	1254,6	1340,8		3,40
3	s3		2011	1	1395	7,1	77,2	248,0	53,4	67,0	31,8	273,0	76,0	496,0	1245,2	1322,4		3,13
4	s4		2012	1	1296	6,6	40,1	189,0	31,9	51,9	33,6	259,0	60,7	434,0	1060,1	1100,2		3,10
5	s5		2013	1	3510	7,7	87,8	287,0	52,9	449,0	40,5	143,0	748,0	596,0	2316,4	2404,2		3,30
6	s6		2014	1	1195	7,0	36,5	203,0	24,6	45,7	25,3	248,0	53,7	418,0	1018,3	1054,8		3,54
7	s7		2015	1	1608	6,9	64,2	238,0	47,2	61,4	39,9	250,0	72,7	647,0	1356,2	1420,4		3,18
8	s8		2016	1	1564	6,9	48,4	238,0	35,3	55,6	28,8	266,0	65,7	498,0	1187,4	1235,8		3,15
9	s9		2017	1	1187	7,1	31,3	178,0	29,9	49,0	23,3	235,0	57,5	358,0	930,7	962		2,80
10	s10	**md**	***2009 2017***	2	1580	7,1	60,5	229,1	41,1	100,2	31,3	247,2	142,7	489,0	1280,72	**1341,22**	**542,785**	3,24
		Dist. T			740,268	0,3	21,91	34,1	10,8	131,0	6,2	41,6	227,1	90,317	409,907	424,835		
		C.V			0,4684	0,0443	0,3622	0,1488	0,2616	1,3064	0,1974	0,1682	1,5913	0,1847	0,3201	0,3168		

1 Piper 59. Torres de Segre 2009/2017

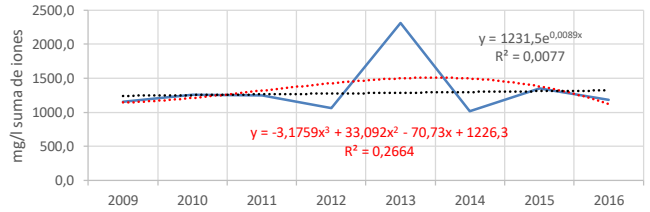


Piper: aguas sulfatadas calcicas

2 Torres de Segre. NO3 2009 /2017

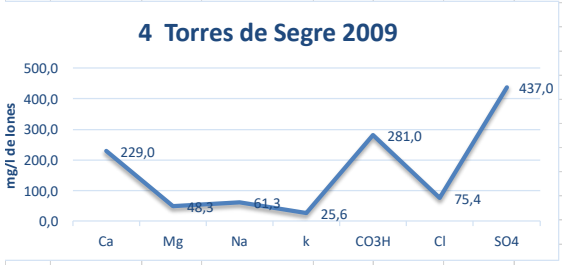


3 Torres de Segre. Evolución anual suma iones

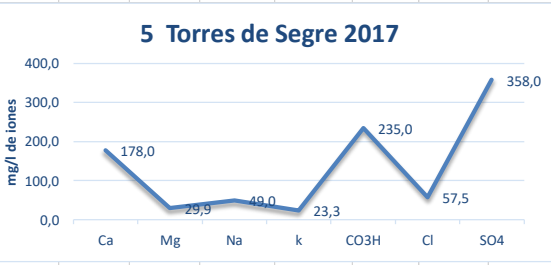


Piper: aguas sulfatadas calcicas

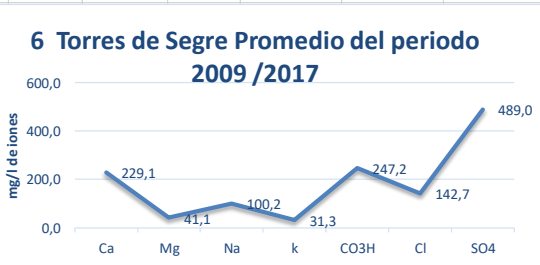
4 Torres de Segre 2009



5 Torres de Segre 2017



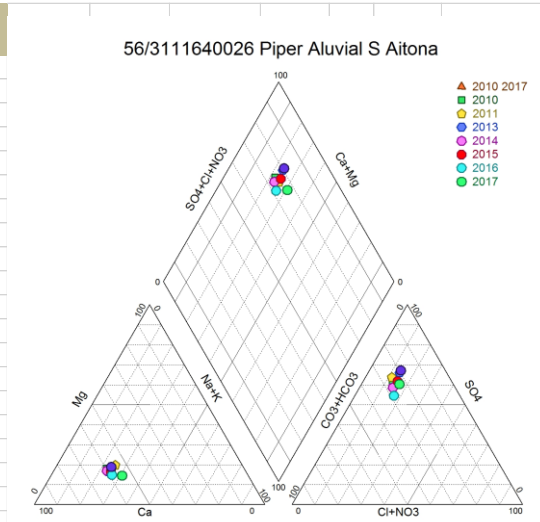
6 Torres de Segre Promedio del periodo 2009 /2017

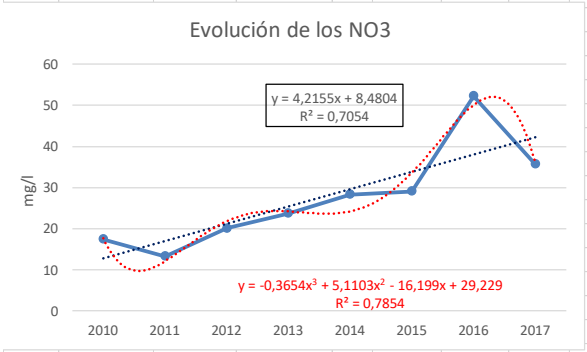


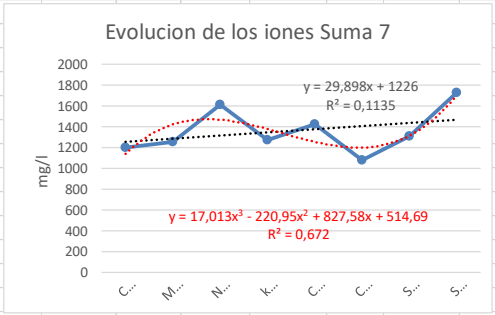
7.5.3. Punto de control 53: Aitona (Área 2ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

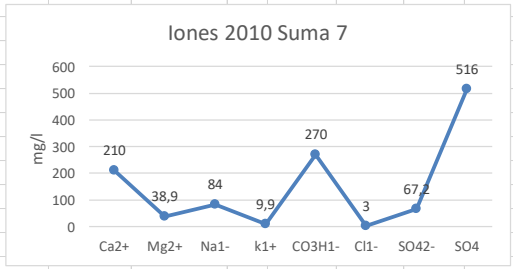
Excel Aluvial Bajo Segre3 Pozo 56 311640026 Aitona hoja 2

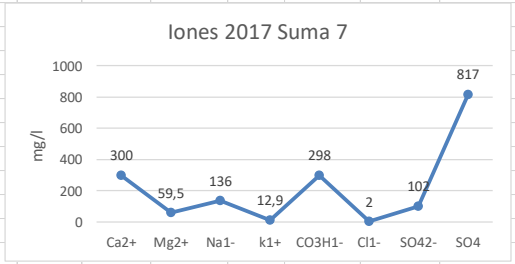
n	Nom	libelé	Date	grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	SO4	Suma 7
1	2010 2017	media	2010 2017		1666	7	27	239	42	111	12	282	3	83	588	1361
2	2010	anual	2010		1443	7,2	17,4	210	38,9	84	9,9	270	3	67,2	516	1199
3	2011		2011		1394	7	13,3	193	41,8	95	10,6	280	3	67,1	564	1254,5
4	2012		2012		1890	7,15	20,05	292,5	49,25	127,5	12,4	287,39	2	102,75	741,5	1615,29
5	2013		2013		1613	7,15	23,6	232	39,9	95,5	11,64	301	2	79,7	514	1275,74
6	2014		2014		1787	7,2	28,3	252,5	43	117,5	11,4	293,5	3	92,8	611,5	1425,2
7	2015		2015		1527	7,3	29,05	199,5	30,7	93,5	13,5	264	2	75,15	399,5	1077,85
8	2016		2016		1615	7,45	52,3	231,5	36,9	142,2	12,7	264,5	3	78,8	540	1309,6
9	2017		2017		2061	7,2	35,6	300	59,5	136	12,9	298	2	102	817	1727,4
			md			7,2	27,5	238,9	42,5	111,4	11,9	282,3	2,5	83,2	587,9	
			Dt			0,121	11,5	37,72909	8,10572	20,746	1,1432	13,9456	0,5	13,4137	125,313	
			CV			0,0168	0,419	0,157945	0,19075	0,1862	0,0962	0,0494	0,2	0,16125	0,21314	

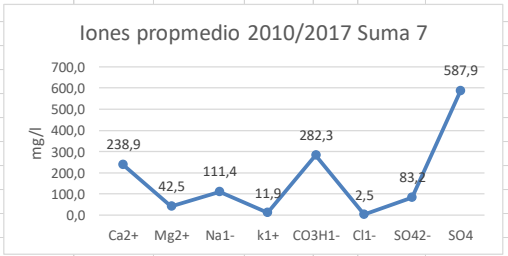






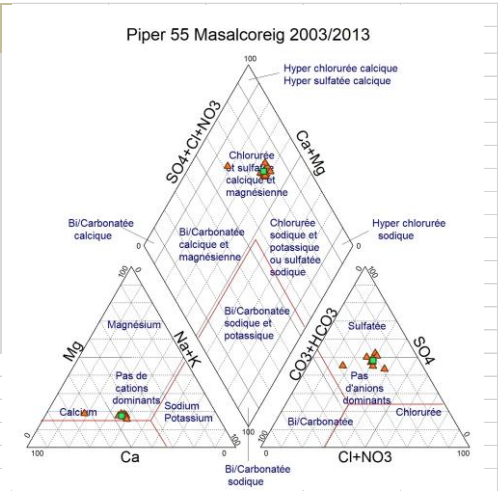


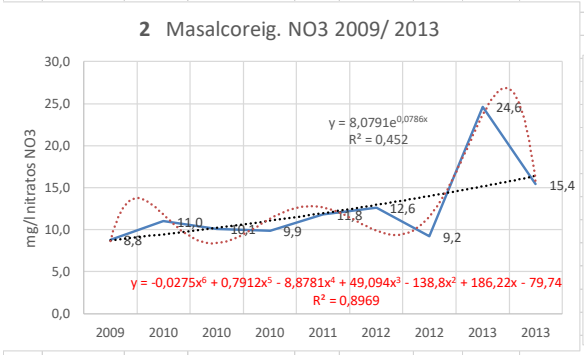


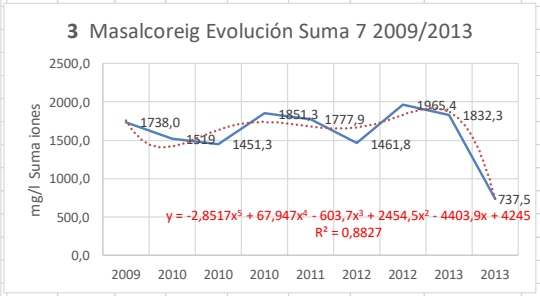


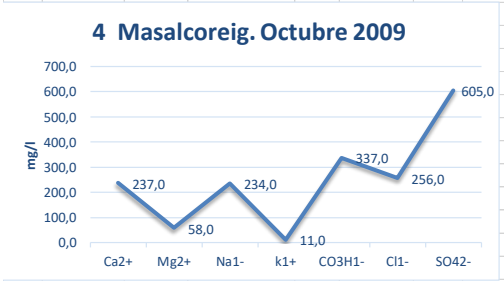
7.5.4. Punto de control 55: Massalcoreig (Área 2ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

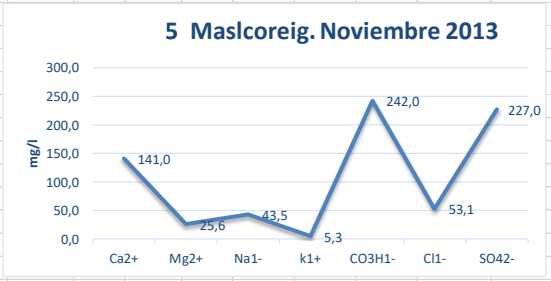
		55	311630026	Masalcoreig												
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Suma 8	
1	2009	Medias	oct-09	1	2088,0	6,9	8,8	237,0	58,0	234,0	11,0	337,0	256,0	605,0	1738,0	1746,80	
2	2010		feb-10	1	1881,0	6,9	11,0	211,0	50,2	189,0	9,8	324,0	227,0	508,0	1519	1530	
3	2010		jun-10	1	1791,0	6,9	10,1	200,0	46,2	191,0	9,1	310,0	231,0	464,0	1451,3	1461,4	
4	2010		sep-10	1	2124,0	6,6	9,9	250,0	63,2	235,0	11,1	320,0	278,0	694,0	1851,3	1861,2	
5	2011		sep-11	1	2200,0	6,9	11,8	258,0	63,7	225,0	11,2	378,0	227,0	615,0	1777,9	1789,7	
6	2012		may-12	1	1773,0	7,1	12,6	204,0	46,9	197,0	11,9	296,0	219,0	487,0	1461,8	1474,4	
7	2012		nov-12	1	2511,0	6,7	9,2	286,0	64,2	233,0	16,2	343,0	310,0	713,0	1965,4	1974,63	
8	2013		may-13	1	2403,0	7,0	24,6	257,0	55,8	260,0	11,5	319,0	354,0	575,0	1832,3	1856,9	
9	2013		nov-13	1	2480,0	7,0	15,4	141,0	25,6	43,5	5,3	242,0	53,1	227,0	737,5	752,9	
10	2009-2013		**md**	2	2139,00	6,89	12,60	255,00	72,00	113,00	10,79	281,00	121,00	684,00	**1592,7**	1544,00	625,86
			Desv.T		285,60	0,15	4,93	43,13	12,34	63,63	2,86	36,99	83,21	146,72	**369,55**		
			CV		0,13	0,02	0,39	0,17	0,17	0,56	0,26	0,13	0,69	0,21	**0,23**		
			C.Correlación		**0,0313**												

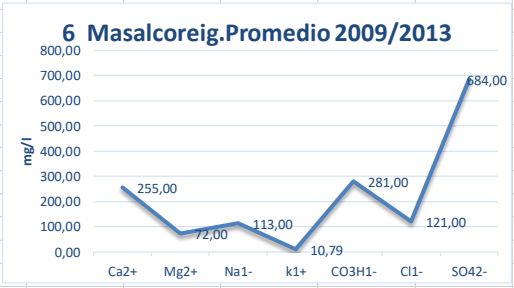






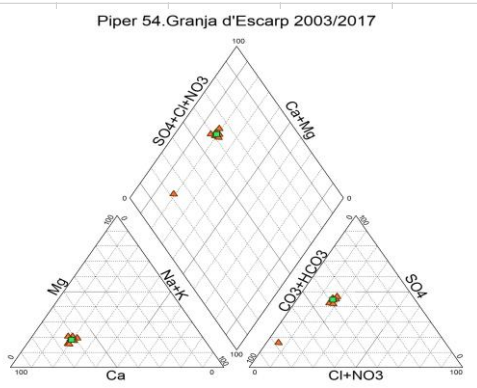


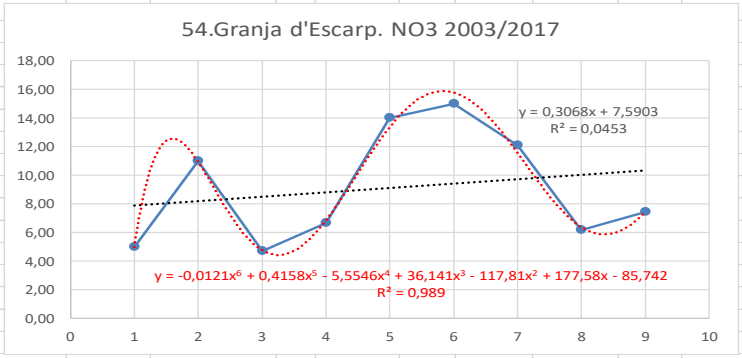


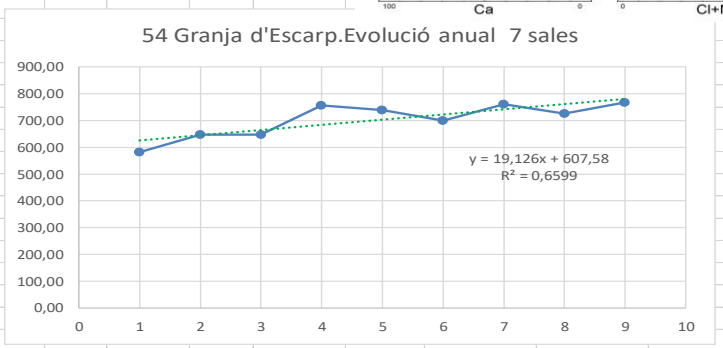


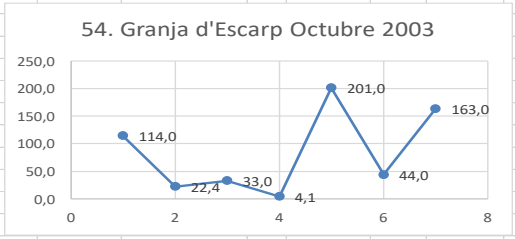
7.5.5. Punto de control 54: La Granja d'Escarp (Área 2ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

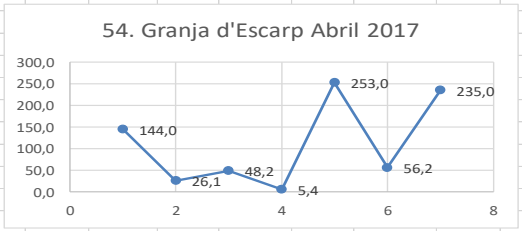
		54	311630026													
			Granja d'Escarp													
n	nom	libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Piezm	Suma 7
1	2003	media	oct-03	1	705	7,3	5,00	114,0	22,4	33,0	4,1	201,0	44,0	163,0		581,50
2	6		may-06	2	909	6,9	11,00	121,0	23,0	41,0	6,0	220,0	53,0	184,0	3,1	648,00
3	11		ago-11	3	725	7,1	4,72	123,0	24,3	49,2	4,1	207,0	50,4	190,0	3,1	647,97
4	12		oct-12	4	1028	7,1	6,67	142,0	24,8	53,6	4,0	240,0	63,7	229,0		757,11
5	13		oct-13	5	1019	6,7	14,00	141,0	25,6	45,8	5,3	242,0	53,1	227,0	3,5	739,80
6	14		ago-14	6	947	7,3	15,00	136,0	19,6	43,1	4,3	231,0	48,6	217,0	3,3	699,61
7	15		sep-15	7	913	7,0	12,11	147,0	30,0	49,7	5,5	230,0	60,5	239,0	3,3	761,70
8	16		mar-16	8	1004	7,2	6,18	141,0	20,4	46,8	5,3	237,0	57,9	217,0	3,0	725,39
9	2017		abr-17	9	943	7,2	7,44	144,0	26,1	48,2	5,4	253,0	56,2	235,0	7,2	767,86
10	2003-201	**md**		10	910,33	7,09	9,12	134,33	24,02	45,60	4,89	229,00	54,16	211,22	3,78	703,22
		Desv.T			119,04	0,20	3,95	11,85	3,15	6,00	0,75	16,90	6,12	26,19	1,52	64,48
		C.V			0,13	0,03	0,43	0,09	0,13	0,13	0,15	0,07	0,11	0,12	0,40	**0,09**

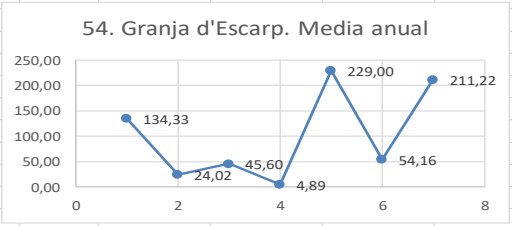












7.6. Comentario/Discusión del área 2ª

El criterio del IGME y de la CHEbro, es el de considerar como una masa única el aluvial del Segre bajo, que incluye los tramos finales de sus afluentes por el margen derecho. Masa 09.061,

No obstante, tal como indicamos al inicio del estudio, debido al diferente contenido de iones (masa 09.061), lo analizamos diferenciando dos áreas;

Área 1ª norte, (masa 09.061) ya realizada.

Área 2ª sur, donde se localizan, cinco PCR, siendo el primero el de Lleida y el último en la Granja de Escarp.

7.6.1. Sobre las sustancias en el agua

a) Nitratos. En esta área la naturaleza del agua, según Piper, es sulfatada cálcica, excepto en Aitona y Massalcoreig, en el aluvial del Cinca, donde las aguas son sulfatadas cálcico-sódicas y sulfatadas, cloruradas-sódicas-cálcicas.

En la tabla 6/7 se puede observar el resumen con los valores medio, iniciales y finales de cada serie, la duración en años y el valor del aumento o disminución anual

Analizando los gráficos de nitratos (NO_3) que figuran en las fichas anteriores de cada uno de los PCR:
En Lleida, el valor inicial de la serie es 68.8 mg/l. El valor final 98,3 mg/l. En 21 años el promedio de la serie es de un aumento medio anual de 1,98 mg/l.

En Torres de Segre la serie se inicia con un valor de 72,8 mg/l y finaliza 31,3 mg/l En los años que dura la serie, la disminución media tiene un valor de 4,61 mg/l. No se comprende bien, a no ser la influencia que pueda tener el desagüe del Canal de Seròs es aguas abajo, pero de un gran caudal.

En Aitona el valor inicial de la serie de 8 años es de 17,9 %. Durante este periodo su valor medio ha sido de 27,5 mg/l.

En el tramo final del aluvial del Cinca, en Massalcoreig, la serie parte de 8,8 mg/l. En cinco años su valor medio ha sido de 12,8 mg/l, con una tendencia media anual al aumento de 1,32 mg/l.

En la Granja d'Escarp el primer valor de la serie es 5 mg/l. Durante los 9 años de su serie ha tenido un aumento medio anual de 1,32 mg/l.

Parece lógico este valor, ya que son aguas que provienen de Aitona donde los nitratos tenían un valor de 35,6 mg/l y los del Cinca de 15,4 mg/l. Además, se produce una disminución en la concentración de nitratos debido a que, desde Seròs, el canal hidroeléctrico del mismo nombre devuelve al Segre un caudal máximo de 66 m^3 de agua, del que se alimentó desde la presa situada al norte de la cuidad de Lleida (Les comportes), que regula el caudal derivado al canal y al río Segre

La conclusión respecto a los nitratos, es que existe una tendencia de incremento anual en todos los PCR, excepto en Torres de Segre, con valores comprendidos entre 3,45% y el 9,15 % anual. Estos porcentajes aumentan conforme progresa el aluvial hacia el suroeste, excepto en Torres de Segre que disminuye un 1,87%. Las cifras no deben confundirse con los valores medios de las series, que en lugar de aumentar disminuyen, como se observa en la imagen 13/7. Tal descenso puede estar relacionado con el aumento de las extracciones de aguas subterráneas, la disminución de la pluviometría y el aumento medio de las temperaturas.

Tabla 6.7. Resumen sobre los contenidos de nitratos (NO_3) en los PCR

PCR	Municipio	Piper	Valor medio mg/l	Valor inicial mg/l	Valor final mg/l	Δ mg/l	Años	Δ/año mg/l
6	Lleida	S/CaMg	68,8	56,7	98,3	41,6	21	1,98
59	Torres de Segre	S/CaMg	60,5	72,8	31,3	-41,5	9	-4,61
53	Aitona	S/CaNa	27,5	17,4	35,6	18,2	8	2,275
55	Massalcoreig	S/ClNa[18]	12,6	8,8	15,4	6,6	5	1,32
54	La Granja d'Escarp	S/Ca	9,12	5	7,44	2,44	9	0,271
	Promedio		35.7	32,14	37,6	5,468	11,6	0,471

Respecto a los iones disueltos (∑7), en el PCR de Lleida (726,8 mg/l), en Aitona (1.360,62 mg/l), y en la Granja d'Escarp (703,22 mg/l), todos presentan unas tendencias anuales crecientes. El PCR de Torres de Segre, con un valor del

[18] Sulfatada, Clorurada, Sódica

orden de los 1.200 mg/l, se mantiene sin variación en los últimos 8 años de la serie histórica disponible. En el caso del PCR de Massalcoreig, con una tendencia de crecimiento entre los 1.700 y los 1 900 mg/l, durante un periodo de 8 años, en el último año ha sufrido un brusco descenso hasta un nivel de 700 mg/l.

La posible justificación de este descenso de la concentración de (∑7) en la Granja d'Escarp debe estar relacionado con el fenómeno de la relación río-acuífero. En este último tramo de río, en la fase final del aluvial, es el aluvial el que cede sus aguas al río. Es posible que, durante un espacio de tiempo, esta cesión forme algún tipo de retroalimentación río-acuífero. Es decir, que el acuífero ceda agua al río y que el río vuelva a cederla al acuífero, hasta que este círculo llega un momento en que se estabiliza.

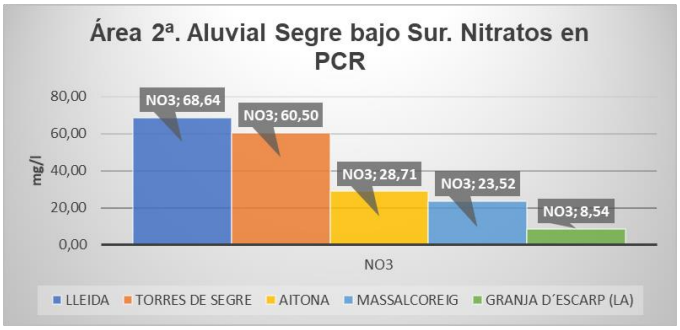


Imagen 13.7. Valores promedio de la serie histórica considerada (Elaboración propia)

b) Iones principales. A partir de las series de la tabla 7.7

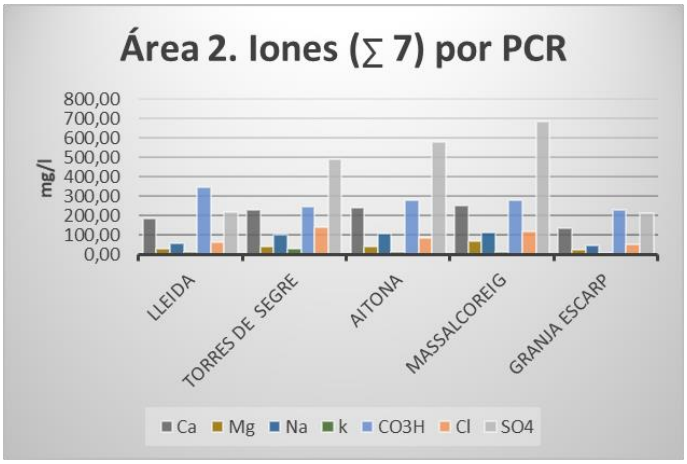


Imagen 14.7. Contenidos de iones principales en los PCR del Aluvial del Segre Sur. (Elaboración propia).

En la imagen 14.7, se observa el aumento de los iones conforme avanza el recorrido de las aguas hacia el suroeste. Destacan los sulfatos (SO_4), seguidos de los bicarbonatos (CO_3H) y del calcio (Ca).

c) Iones menores

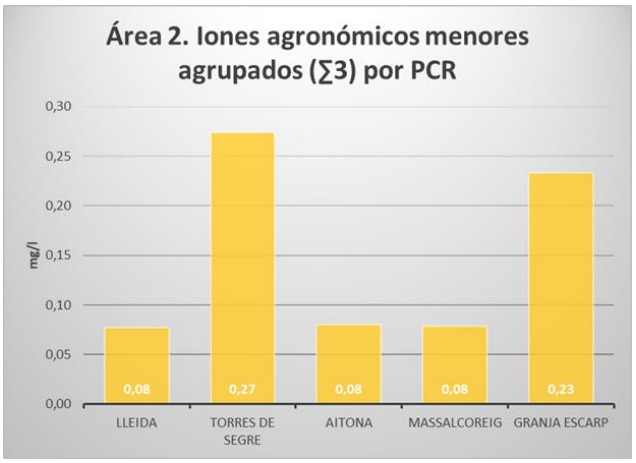


Imagen 15.7. Contenidos de iones Suma 3 Aluvial Segre Sur. (Elaboración propia).

Igualmente es interesante comprobar que, entre los iones secundarios que hemos denominado agronómicos, los valores más altos se encuentran en el PCR de Torres de Segre y en La granja d'Escarp. En el primero, seguramente por su cercanía al punto de mayor de retorno de los regadíos, en especial el de los Canales d'Urgell. En el segundo, por su posición estratégica respecto al final del aluvial y su cercanía al interfluvio de aluviales entre el Segre y el Cinca.

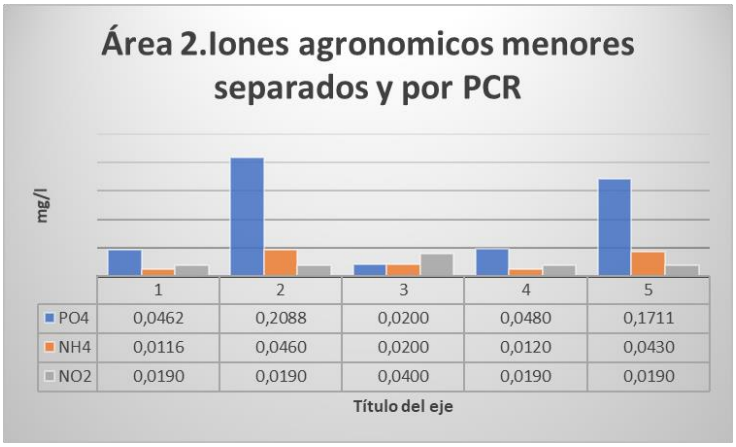


Imagen 16.7. Contenidos de iones Suma 3 del Aluvial Segre Sur. (Elaboración propia).

Con la ayuda de la imagen 16.7, se ve con claridad que los iones secundarios que hacen aumentar la ∑3 son los fosfatos (PO_4) y el amonio (NH_4).

Tabla 7.7. PCR de las aguas subterráneas situadas en el Aluvial del Segre Sur. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

Municipio	PC	CE	pH	NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	Pz	PO4	NH4	NO2	Suma 3	Suma 4
LLEIDA	60	1182	7,1	68,80	184,02	27,86	55,94	11,33	348,85	62,65	220,46	911,11	979,91	397	3,0	0,0462	0,0116	0,0190	0,0768	68,8768
TORRES DE SEGRE	59	1580	7,1	60,50	229,11	41,12	100,24	31,29	247,22	142,73	489,00	1280,72	1341,22	544	3,2	0,2088	0,0460	0,0190	0,2738	60,7738
AITONA	56	1674	7,2	27,50	239,92	41,51	107,00	12,05	282,72	84,21	577,69	1345,10	1372,60	556	2,5	0,0200	0,0200	0,0400	0,0800	27,5800
MASSALCOREIG	55	1853	7,1	12,60	254,50	71,59	113,35	2,22	280,50	121,25	684,36	1527,77	1540,37	624	0,9	0,0480	0,0120	0,0190	0,0790	12,6790
GRANJA D´ESCARP (LA)	54	910	7,1	9,12	134,33	24,02	45,60	4,89	229,00	54,16	211,22	703,22	712,34	289	3,8	0,1711	0,0430	0,0190	0,2331	9,3531
md		1440	7,11	35,70	208,38	41,22	84,43	12,36	277,66	93,00	436,55	1153,58	1189,29	482	2,7	0,0988	0,0265	0,0232	0,1525	35,8525

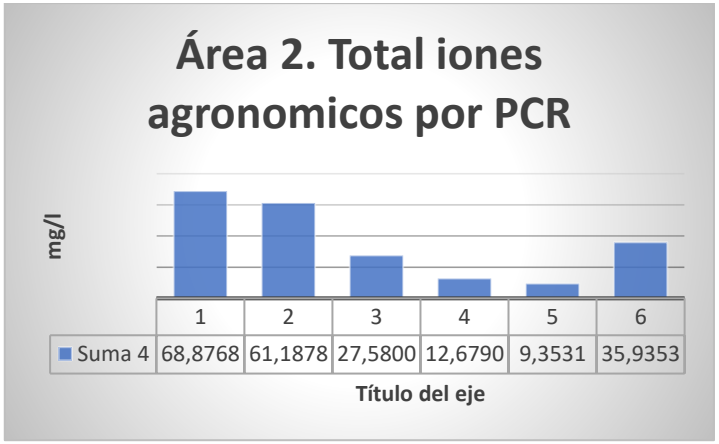


Imagen 17.7. Contenidos de iones (∑4) (Iones agronómicos + Nitratos). (Elaboración propia).

Si a los iones agronómicos (∑3) se incluye el ion nitrato (NO_3) obtenemos una imagen semejante en forma y escalado a la imagen 13/7, en la que se representa el valor de los nitratos en los PCR.

El canal de Seròs[19] vierte al Segre un máximo de 66 m^3/s de agua, después de accionar las centrales hidroeléctricas de Aitona, antes del PCR de Seròs, cuestión fundamental para comprender la posible razón de que las aguas de la Granja d'Escarp estén muy diluidas. Además de detectar la poca distancia del vertido de las aguas del Segre al Ebro, debemos tener en cuenta la relación río-acuífero, ya que, en esta zona, el acuífero tiende a dar sus aguas al río, por lo que, lógicamente las concentraciones de iones en este tramo deben ser de idénticos valores.



Imagen 18/7 Perfil trapezoidal del Canal de Seròs, dimensionado para la conducción de un caudal de agua dos veces mayor que el transportado por Canal Principal de Urgell.

7.6.2. Correlaciones entre presiones y las sustancias en el agua.

a) Con la presión de las extracciones aguas subterráneas en Aluvial del Segre Sur. Continuamos con la misma metodología para determinar las posibles relaciones entre las presiones y las cantidades de iones en las aguas, utilizando el IB100G. Los puntos de extracción se identifican con puntos de color negro, y los PCR con los círculos concéntricos coloreados.

[19] En Canal de Seròs se dimensionó para el transporte de un caudal dos veces mayor que el Canal Principal de Urgell

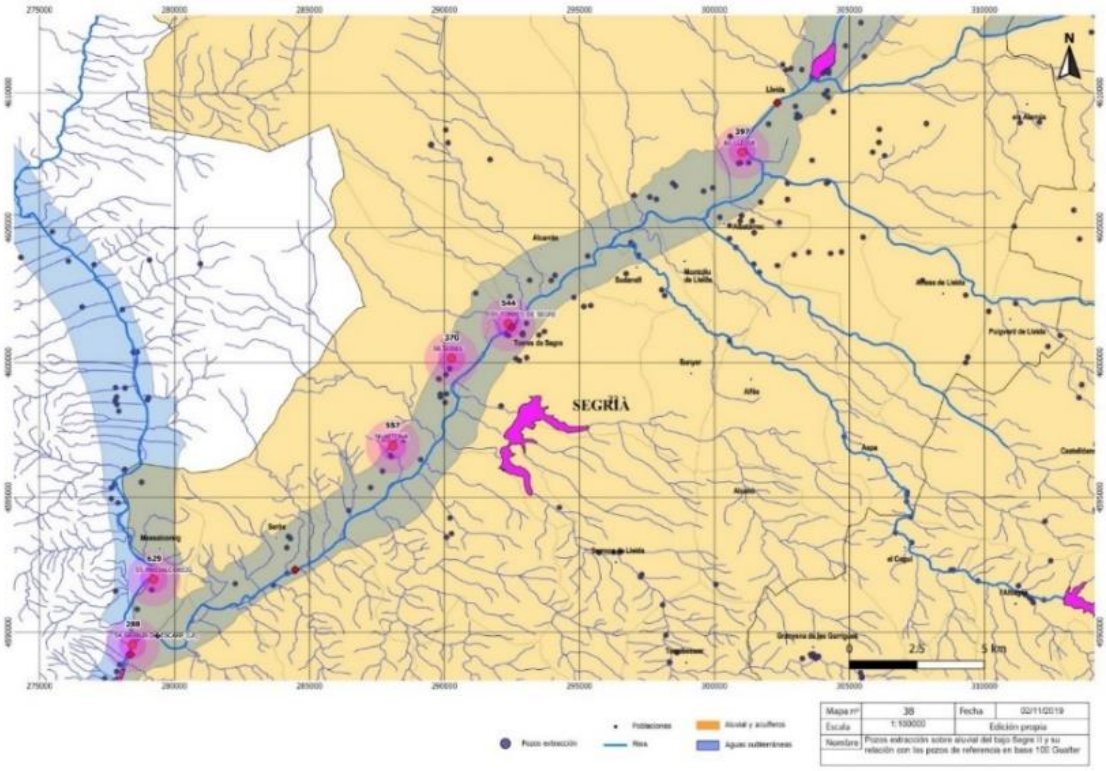


Imagen 18.7. Extracciones de agua en el aluvial del Segre Sur. (Elaboración propia coordenadas CHEbro).

En la tabla 8.7, se recogen los pozos contabilizados en las cercanías de los PCR de esta Área

Tabla 8.7. Correlaciones entre pozos de extracción y el IB100G. (Elaboración propia).

IB100G	PCR	PRC	Pozos en 0,5 Km	Pozos en 1,5 Km	Pozos en 2,5 km	Total
397	Lleida	60	3	4	18	25
544	Torres de Segre	59	2	8	16	26
370	Soses	58	1	3	11	15
557	Aitona	56	3	3	6	12
629	Massalcoreig	55	1	1	3	5
289	Granja d'Escarp	54	0	1	0	1
	C. Correlación		**0,38**	**0,21**	**-0,25**	**-0,05**

En el tramo final del río, la relación río-acuífero es la de río ganador, lo que comporta que las aguas del acuífero aluvial alimentan al río, lo que supone una menor influencia en la disminución de iones por efecto de la extracción de agua.

A pesar de esto, en el área de los 2,5 km se obtiene una correlación del 25 % entre las dos series. A nivel global el coeficiente de correlación es pequeño, llegando al equivalente de solo el 5%, con esta presión.

b) Correlación con la presión de los censos ganaderos porcino y aviar

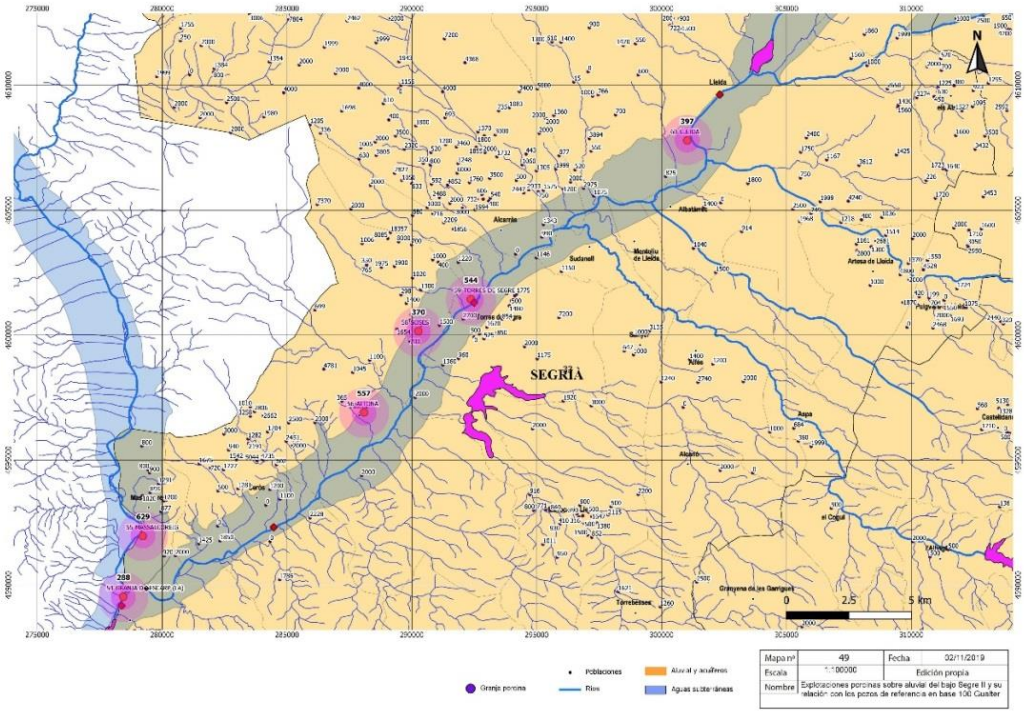


Imagen 19.7. Explotaciones porcinas en el Aluvial del Segre parte Sur. (Elaboración propia, censo y coordenadas DARP).

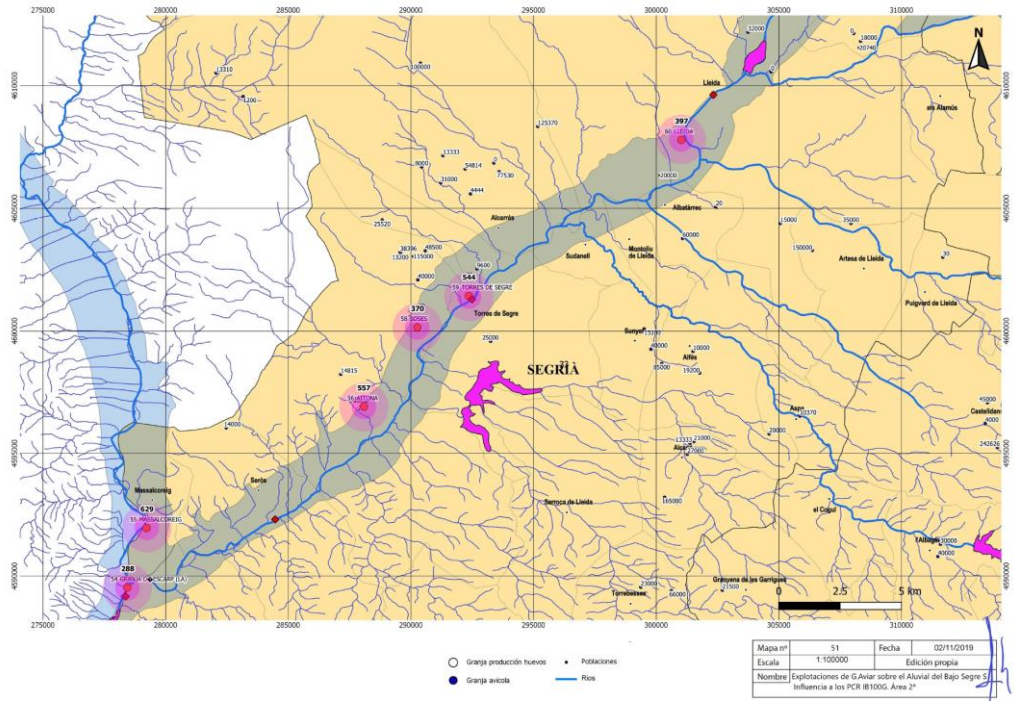


Imagen 20.7. Explotaciones avícolas en el Aluvial del Segre parte Sur.(Elaboración propia, censo y coordenadas DARP).

Imagen 20.7. Explotaciones avícolas en el Aluvial del Segre parte Sur. (Elaboración propia).

IB100G	PCR	PCR	Porcino 0,5 km	Aviar 0,5Km	Porcino 1,5 km	Aviar 1,5 Km	Porcino 2,5 km	Aviar 2,5km	Total porcino	Total Aviar	UGM Porcino	UGM Aviar	UGM Tot.
397	Lleida	60	0	0	0	0	825	20.000	825	20.000	299	140	239
544	Torres de Segre	59	0	0	2.700	0	16.914	103.100	19.614	103.100	.2.354	722	3.075
370	Soses	58	375	0	3.854	0	11.010	20.000	15.239	20.000	1.829	140	1.969
557	Aitona	56		0	365	0	11.741	14.815	12.106	14.815	1.453	104	1.556
629	Massalcoreig	55	0	0	0	0	10.068	0	10.068	0	1.208	0	1.208
289	Granja d'Escarp	54	0	0	0	0	460	0	.460	0	55	0	55
	C. C				-0,10		**0.68**	0,67	**0.55**	0.25	0.55	0,25	0,51

Como hemos indicado en el área norte, los coeficientes de correlación positivos indican que a mayor número de explotaciones ganaderas y más cercanas a los PCR, es mayor la relación con el aumento de la cantidad de iones en las aguas subterráneas, como nos indica el IB100G.

Las explotaciones porcinas contribuyen más que las avícolas de esta zona al aumento del coeficiente de correlación. El total de la porcina tiene un valor de 0,55, mientras que el total de las avícolas alcanza un C.c.[20] del 0,25. Para el conjunto de ambas ganaderías, expresadas en UGM[21], el valor es positivo y alcanza 0,51.

Tabla 9.7. Correlación entre las explotaciones ganaderas con ∑3 y ∑ 4. (Elaboración propia).

∑3	∑4	IB100G	PCR	PCR	Por. 0,5	Av. 0,5	Por. 1,5	Av. 1,5	Por. 2,5	Av. 2,5	Tot. porcino	Tot. Aviar	UGM Porcino	UGM Aviar	UGM Tot.
0,08	68,72	397	Lleida	60	0	0	0	0	825	20.000	825	20.000	299	140	239
0,27	60,77	544	Torres de Segre	59	0	0	2.700	0	16.914	103.100	19.614	103.100	.2.354	722	3.075
0,57	17,02	370	Soses	58	375	0	3.854	0	11.010	20.000	15.239	20.000	1.829	140	1.969
0,08	28,79	557	Aitona	56		0	365	0	11.741	14.815	12.106	14.815	1.453	104	1.556
0,08	23,6	629	Massalcoreig	55	0	0	0	0	10.068	0	10.068	0	1.208	0	1.208
0,23	8.77	289	Granja d'Escarp	54	0	0	0	0	460	0	.460	0	55	0	55
			C. C				-0,1		0.68	0,67	0.55	0.25	0.55	0,25	0,51
			C.C con (∑4)		-0,65		-0,21		-0,30	**0,56**	-0,32	**0,56**	-0,95	**0,56**	-0,10
			C.C con(∑3)		**0,90**		**0,89**		**0,26**	0,20	**0,55**	0,20	**0,44**	0,20	**0,40**

c) Conclusiones sobre las correlaciones.

Hay una correlación positiva entre la extracción de agua y el IB100G. En los pozos es menor que en la ganadería. Ambas presiones tienen influencia sobre el contenido de iones en las aguas subterráneas.

[20] C. c., Coeficiente de correlación.
[21] UGM, unidades de ganado mayor.

Para ambas zonas podemos concluir que los principales supuestos se cumplen en todo el tramo del Bajo Segre.

Las extracciones de aguas disminuyen el contenido de iones en las aguas subterráneas.

Las correlaciones utilizando el IB100G son menores que si utilizamos las sumas de los iones menores Suma 3 y Suma 4.

Hay que destacar la alta correlación de la ganadería aviar de 0,56 respecto a la Suma 4.

En cambio la ganadería porcina obtiene su adecuada correlación con Suma 3, con valores tanto más altos cuanto más cerca se encuentra del PCR, llegando al 0,90 y 0,89 con los censos ganaderos en los sectores circulares trazados con radio de 0,5 km y 1,5 km respectivamente.

7.7. Área 3ª - Aluvial de Urgell.

El Área 3ª del estudio coincide en superficie con el acuífero 09.063 Aluvial de Urgell. Las características breves y su localización y límites se corresponde con la llanura de Urgell, ubicada en el margen izquierda del Segre. Geológicamente está definida por los depósitos aluviales de los ríos Corb y Ondara, que yace sobre una capa de arcillas y arenas del Oligoceno.

Gran parte de su superficie está ocupada por cultivos de regadío, regados con aguas procedentes del Canal de Urgell. Tiene una superficie de 266 km2. Sus límites se definen según la extensión lateral de los depósitos aluviales de los ríos Corb y Cervera, en la llanura de Urgell, y se ubica entre los aluviales del Segre al oeste y el Canal Principal de Urgell al este.

Acuífero[22]. En esta masa de agua se reconoce un solo acuífero formado por las llanuras de inundación y terrazas bajas de los ríos Corb y Ondara.

"Litológicamente se compone de capas alternas de gravas, arenas, limos y capas arcillosas, con un grosor total que oscila entre los 15 m en la zona oeste, de 10 m en la zona central y 5 m en la zona este. La litología más abundante son las gravas, con una matriz arenoso-limosa.

La distribución espacial de las diferentes granulometrías es la típica de los abanicos aluviales. Estos depósitos se emplazan sobre materiales de grano fino de las Areniscas de Urgell, y bajo esta, las Calizas de Tàrrega. Ambas de edad Oligoceno y con una disposición estructural caracterizada por un ligero buzamiento hacia el noroeste.

El acuífero definido es de carácter libre, permeable por porosidad intergranular.

[22] Información procedente del IGME y CHEbro, Protocolo Encomienda 09.063, recogida de textos y cuadros diversos.

En la zona este de los abanicos, ambos aluviales aparecen separados para, en la zona oeste, unirse y constituir un solo acuífero.

Las extensiones laterales de los depósitos aluviales de naturaleza litológica, tanto del este como del oeste se consideran cerradas (flujo nulo).

Las extensiones laterales de los depósitos aluviales de naturaleza litológica, los ríos Ondara al norte y las del rio Corb al sur, se consideran cerradas (flujo nulo)".[23]

Se estima que la recarga del acuífero es por infiltraciones de lluvia del orden de 11 Hm^3/año y de 77 Hm^3/año por retornos de los regadíos. Ambas son estimaciones realizadas por la CHEbro durante el periodo 1/1/1970 a 31/12/2002.

Se desestiman las aportaciones laterales de otras masas. Tasa de recarga, con un valor medio interanual de 88 Hm^3.

Los estudios piezométricos realizados en el área muestran una dirección de flujo general de noreste a suroeste. Algo mayores en las zonas cercanas a los abanicos fluviales.

El espesor de la zona saturada para las zonas de regadío oscila entre 2 y 6 m en la época estival y de 10 m en la invernal.

La descarga natural del acuífero Aluvial de Urgell se realiza hacia los ríos Corb y Ondara, y de forma difusa por las extracciones de las aguas subterráneas.

Extracciones de aguas subterráneas autorizadas por la CHEbro[24]

Derechos inscritos en la CHEbro en el 2012:

Abastecimiento de poblaciones: 29 pozos, extracción; 0,58970 Hm^3 /año.
Agricultura y ganadería: 583 pozos, extracción; 21,808 Hm^3/año.
Industria: 34 pozos, extracción; 3 Hm^3/año.
Otros 4 pozos, extracción; 0,009 Hm^3 /año.

Total 650 pozos para extraer 25,756 Hm^3/año, lo que representa una tasa de extracción del 29,26%.

Sobre esta masa de agua radica el 35% de la superficie regada por los canales de Urgell.

.

[23] Características perimétricas del acuífero(IGME. Encomienda 09.063. 2012)
[24] Fuente CHEbro, textos diversos

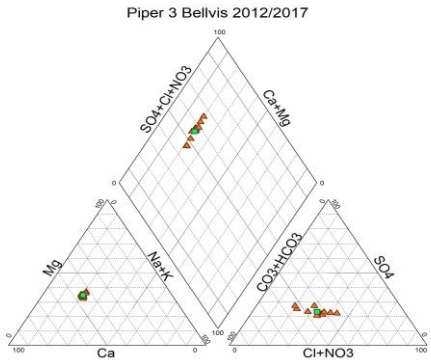


Área 3ª. Análisis detallado.
(PCR: 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 y 32).

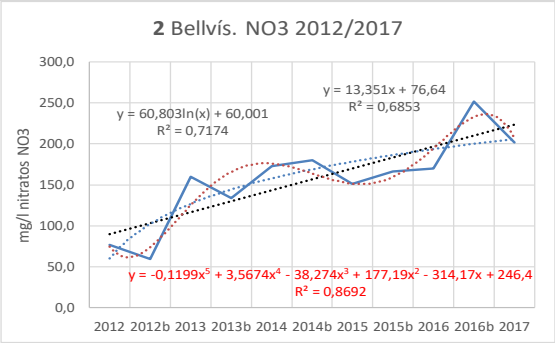
Se continúa con la numeración desde la última ficha del área 2ª

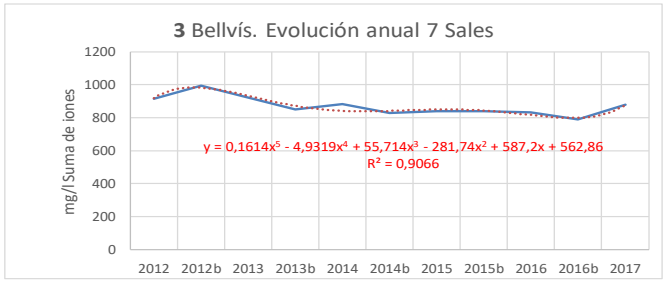
7.7.1. Punto de control 3: Bellvís (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif).

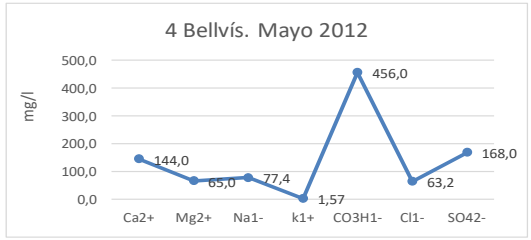
3 321480012 Bellvis 1								mg/l							
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2012	nalitica	may-12	1	1191	7,0	76,6	144,0	65,0	77,4	1,57	456,0	63,2	168,0		975,2
2	2012b		nov-12	1	1348	7,1	59,6	133,0	56,3	70,1	2,27	425,0	58,2	171,0		915,87
3	2013		may-13	1	1484	7,3	160,0	144,0	75,6	80,9	1,64	415,0	72,9	205,0		995,04
4	2013b		oct-13	1	1365	7,0	134,0	136,0	69,2	75,0	1,85	421,0	63,9	157,0		923,95
5	2014		jun-14	1	1281	7,2	173,0	135,0	62,3	67,8	2,55	365,0	71,6	145,0		849,25
6	2014b		oct-14	1	1259	7,1	180,0	144,0	66,5	70,5	2,27	371,0	78,4	150,0		882,67
7	2015		may-15	1	1296	7,8	151,0	135,0	62,6	64,2	2,37	363,0	71,8	129,0		827,97
8	2015b		dic-15	1	1462	7,9	166,0	139,0	60,3	68,1	3,13	351,0	80,2	138,0		839,73
9	2016		jun-16	1	1366	7,4	170,0	139,0	62,4	73,0	2,44	337,0	79,1	148,0		840,94
10	2016b		dic-16	1	1421	7,3	252,0	141,0	64,3	70,1	2,27	312,0	83,9	158,0		831,57
11	2017		jun-17	1	1307	7,2	202,0	128,0	60,6	65,1	2,90	312,0	75,5	146,0		790,1
12	2012-2017	md		2	1343,64	7,30	156,75	138,00	64,10	71,11	2,30	375,27	72,61	155,91	1036,04	**879,30**
		Desv.T			88,70	0,30	53,49	5,16	5,11	5,10	0,48	47,95	8,02	20,37		**65,38**
		C.V			0,07	0,04	0,34	0,04	0,08	0,07	0,21	0,13	0,11	0,13		**0,07**
		C.Correlación			**0,014**											

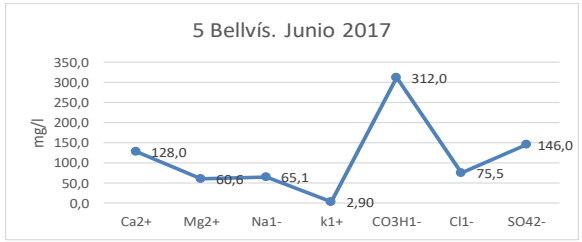


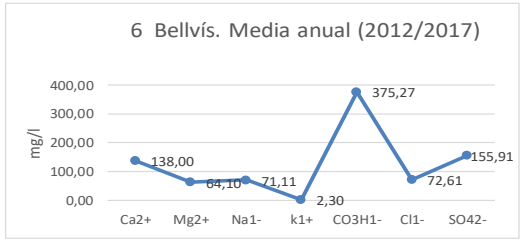
Piper: aguasSulfatadas-Bicarbonatadas mixtas







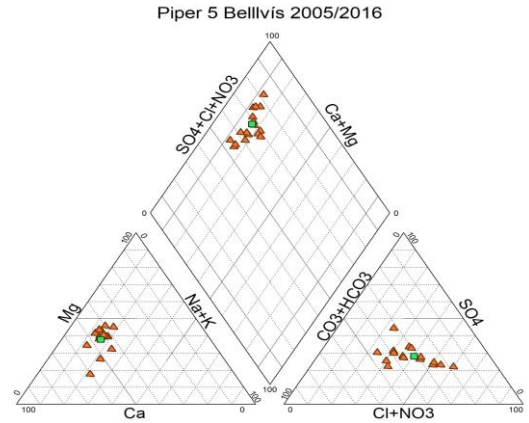




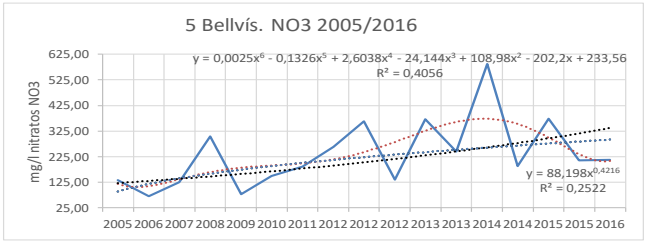
El valor de los nitratos crece de forma continuada. Lo contrario ocurre con el resto de iones disueltos.

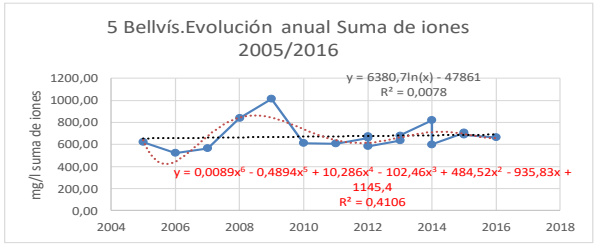
7.7.2. Punto de control 5: Bellvís (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

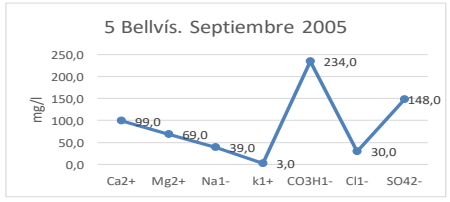
		5	331510045 Bellvis (partda Gaten)					mg/l							
n	nom	Libellé	date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2005		sep.-05	*1*	978	7,0	132,00	99,0	69,0	39,0	3,0	234,0	30,0	148,0		622,00
2	2006		jul-06		738	7,4	70,00	81,0	40,0	30,0	2,0	223,0	28,0	116,0		520,00
3	2007		ago-07		731	7,3	124,00	113,0	44,0	28,0	3,0	247,0	32,0	95,0		562,00
5	2008		ago-08		1440	7,0	303,00	198,0	35,0	81,0	3,8	274,0	59,0	188,0		838,80
6	2009		jul-09		1182	7,1	78,40	168,0	52,4	80,6	2,3	298,0	83,0	326,0		1010,30
7	2010		ago-10		950	7,4	150,00	94,6	49,2	35,4	2,6	280,0	24,4	126,0		612,20
8	2011		ago-11		950	7,2	186,00	81,0	60,2	44,1	2,3	240,0	30,6	146,0		604,17
9	2012		may-12		1094	7,4	263,00	121,0	65,2	43,8	3,8	220,0	40,2	163,0		656,95
17	2012		jun-12		1424	7,4	363,00	146,0	79,3	42,0	3,3	217,0	35,0	150,0		672,55
10	2012		nov-12		791	7,3	134,00	87,4	49,8	42,9	2,4	231,0	30,2	139,0		582,70
11	2013		may-13		1348	7,1	372,00	121,0	71,4	47,1	2,4	193,0	49,1	152,0		636,02
12	2013		oct-13		1177	7,1	244,00	113,0	49,8	68,7	2,3	241,0	40,7	164,0		679,50
13	2014		jun-14		1777	7,2	588,00	175,0	106,0	57,9	2,7	210,0	65,6	200,0		817,19
14	2014		oct-14		977	7,6	187,00	100,0	54,2	42,8	2,5	233,0	29,4	137,0		598,85
15	2015		may-15		1473	7,5	374,00	141,0	85,1	46,9	2,7	219,0	41,5	168,0		704,16
16	2015		dic-15		1248	7,5	210,00	111,0	62,7	51,9	2,6	229,0	32,5	195,0		684,70
18	2016		dic-16		1127	7,4	212,00	109,0	61,6	45,9	2,6	220,0	35,0	188,0		662,08
19	2005-2016	**md**		2	1141	7,29	234,73	121,12	60,88	48,71	2,71	235,82	40,36	164,76	909,09	**674,36**
		Desv.T			287,59	0,18	132,88	33,91	17,77	15,36	0,50	26,61	15,62	50,28		**118,67**
		C.V			0,25	0,03	0,57	0,28	0,29	0,32	0,19	0,11	0,39	0,31		**0,18**
		C.Correlación			**0,630**											

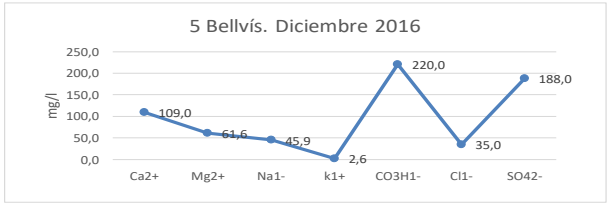


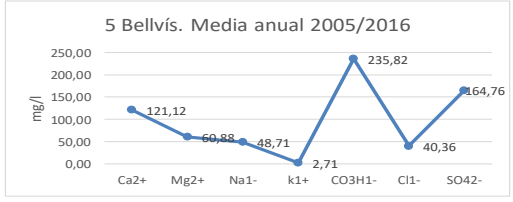
Piper: aguas sulfatadas Cálcica-Magnesica







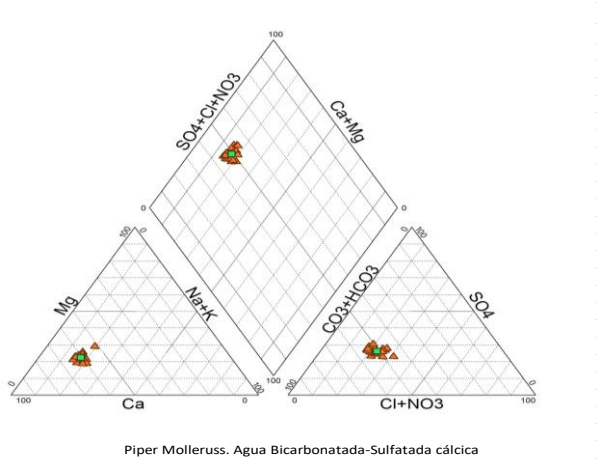




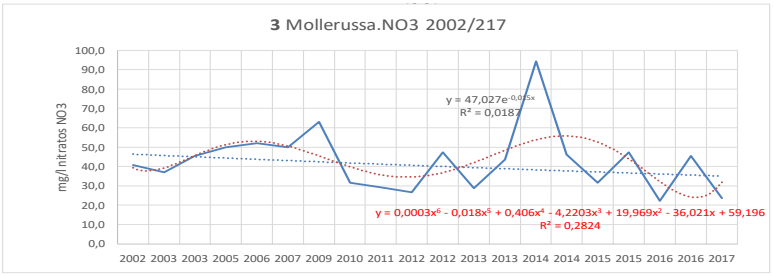
El contenido de nitratos tiene una tendencia a crecer. Su valor es más elevado que el del crecimiento del resto de iones en sus aguas.

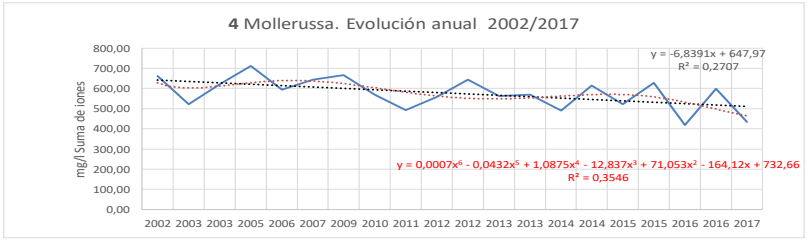
7.7.3. Punto de control 7: Mollerussa (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

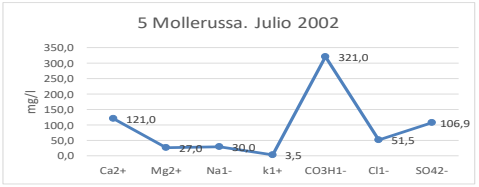
		7	331510057 Mollerussa					mg/l							
n	nom	libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2002	***analiticas***	jul-02	***1,00***	802	7,3	40,8	121,0	27,0	30,0	3,5	321,0	51,5	106,9		660,90
2	2003		jul-03		658	7,2	37,1	101,0	23,7	27,3	3,6	232,0	36,5	97,6		521,70
3	2003		nov-03		860	7,7	45,4	123,0	28,0	33,0	4,1	260,0	56,0	116,0		620,10
4	2005		nov-05		986	7,3	50,0	134,0	36,0	40,0	5,0	315,0	44,0	138,0		712,00
5	2006		jul-06		869	6,9	52,0	128,0	26,0	36,0	5,0	258,0	50,0	92,0		595,00
6	2007		ago-07		733	7,0	50,0	127,0	30,0	34,0	5,0	278,0	53,0	116,0		643,00
7	2009		jul-09		822	6,8	63,1	127,0	32,0	39,0	4,0	278,0	55,0	132,0		667,00
8	2010		ago-10		732	7,3	31,5	103,0	24,0	29,2	4,1	270,0	34,5	105,0		569,80
9	2011		ago-11		690	7,3	29,2	72,1	24,5	28,9	3,7	236,0	34,4	94,2		493,76
10	2012		may-12		702	7,4	26,7	111,0	23,6	28,1	2,9	249,3	35,2	108,0		558,03
11	2012		nov-12		801	7,1	47,4	118,0	27,6	39,0	3,5	276,0	54,4	124,0		642,47
12	2013		may-13		792	7,1	28,7	106,0	23,3	32,8	2,8	243,0	38,0	116,0		561,88
13	2013		oct-13		840	7,5	43,5	107,0	23,6	38,5	4,8	244,0	48,6	102,0		568,53
14	2014		jun-14		633	7,3	94,4	94,9	20,1	28,5	3,0	223,0	33,6	87,7		490,81
15	2014		oct-14		817	7,2	46,1	117,0	22,5	45,1	4,3	273,0	43,9	109,0		614,78
16	2015		may-15		720	7,4	31,6	105,0	19,1	30,5	3,2	241,0	34,7	89,5		523,00
17	2015		dic-15		974	7,3	47,3	120,0	26,5	39,8	3,6	288,0	45,3	105,0		628,19
18	2016		jun-16		634	7,7	22,2	86,6	17,2	21,1	2,5	192,0	26,3	73,4		419,13
19	2016		dic-16		868	7,4	45,5	115,0	21,1	39,8	3,5	272,0	43,0	104,0		598,43
20	2017		jun-17		636	7,4	23,7	85,8	18,7	21,7	2,8	199,0	26,3	80,3		434,61
	2002- 2017	**md**		2,00	778	7,3	42,81	110,12	24,73	33,12	3,74	257,41	42,21	104,83	618,97	**576,16**
		Desv.T			105,31	0,2	16,31	16,20	4,63	6,46	0,78	33,10	9,40	16,33		**77,77**
		C.V			0,14	0,03		0,15	0,19	0,20	0,21	0,13	0,22	0,16		**0,13**
		C.Correlación			**0,802**											

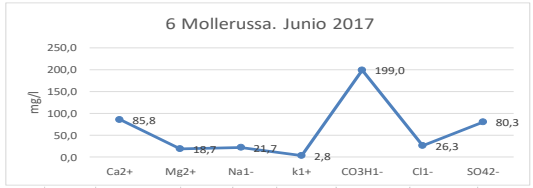


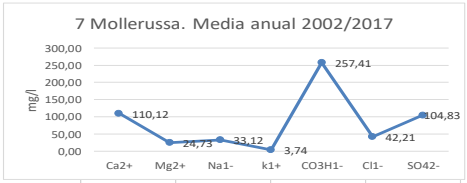
Piper Molleruss. Agua Bicarbonatada-Sulfatada cálcica







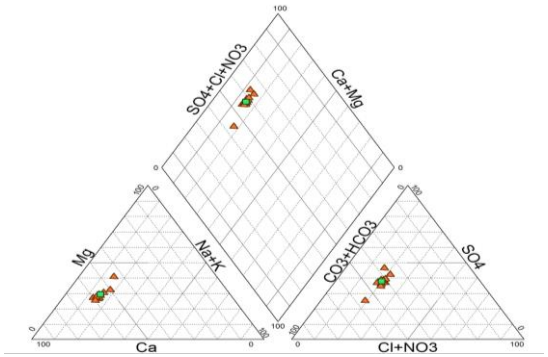




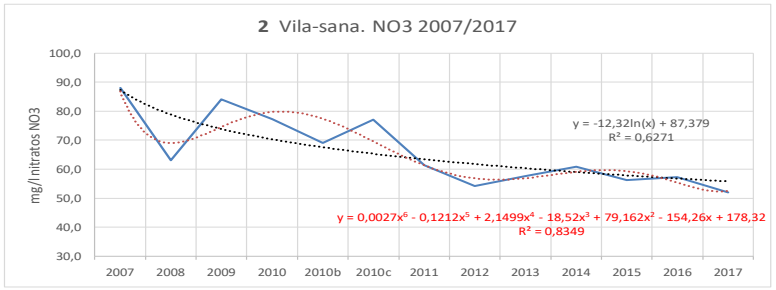
La tendencia de los iones disueltos es la de disminuir. Las puntas de crecimiento de los nitratos se justifican por su origen: son aportaciones derivadas de fertilizantes minerales y orgánicos.

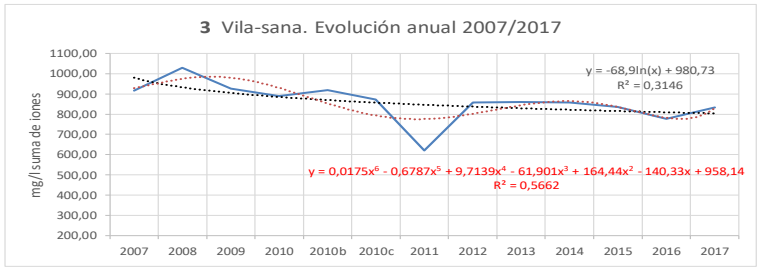
7.7.4. Punto de control 8: Vila-sana (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

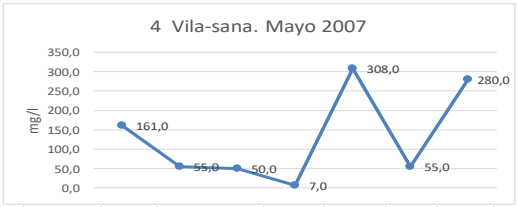
		8	331520116 Vila-sana Merles					mg/l							
n	nom	Libellé	date	grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2007	analitica:	may-07	1	1073	7,2	88,0	161,0	55,0	50,0	7,0	308,0	55,0	280,0		916,00
2	2008		ago-08		1045	6,8	63,0	190,0	52,0	44,0	6,0	342,0	55,0	340,0		1029,00
3	2009		sep-09		1063	7,1	84,0	172,0	54,1	47,8	4,8	345,0	58,2	244,0		925,90
4	2010		abr-10		1112	7,0	77,3	161,0	50,6	44,8	5,0	339,0	54,9	234,0		889,30
5	2010b		jul-10		1068	7,0	69,1	165,0	51,2	48,5	5,2	339,0	57,4	252,0		918,30
6	2010c		sep-10		860	7,0	77,1	156,0	48,9	44,2	4,9	320,0	52,6	247,0		873,60
7	2011		ago-11		859	7,1	61,4	90,1	35,2	30,9	9,8	314,9	27,7	112,0		620,58
8	2012		jun-12		966	7,2	54,2	158,0	44,4	42,6	4,8	333,7	51,3	223,0		857,88
9	2013		jun-13		1212	7,2	57,6	156,0	43,2	44,9	4,8	324,0	52,6	235,0		860,47
10	2014		jun-14		1199	7,2	60,9	157,0	44,8	46,0	5,1	332,0	53,0	221,0		858,87
11	2015		jun-15		1164	7,2	56,3	156,0	45,0	40,7	4,7	330,0	47,0	213,0		836,40
12	2016		jun-16		1130	7,4	57,3	150,0	38,5	39,8	4,7	299,0	49,2	195,0		776,23
13	2017		oct-17		1021	7,3	52,0	130,0	73,0	47,0	7,0	320,0	59,0	197,0		833,00
	2007 2017	md		2	1059	7,1	66,02	154,0	48,9	43,9	5,7	326,7	51,8	230,2	927,21	**861,19**
		Desv.T			112,57	0,15	11,90	23,37	9,32	4,89	1,48	13,89	8,00	51,85		**90,34**
		C.V			0,11	0,02	0,18	0,15	0,19	0,11	0,26	0,04	0,15	0,23		**0,10**
		C.Correlación			**0,304**											

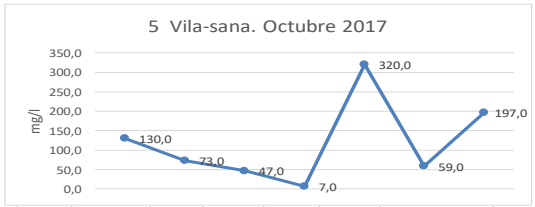


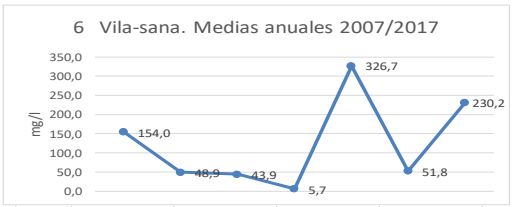
Piper de Vila-sana: aguas Sulfatada Cálcica







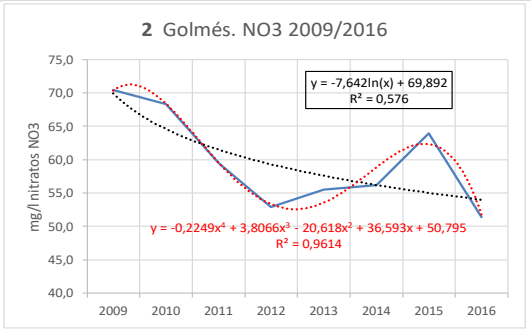


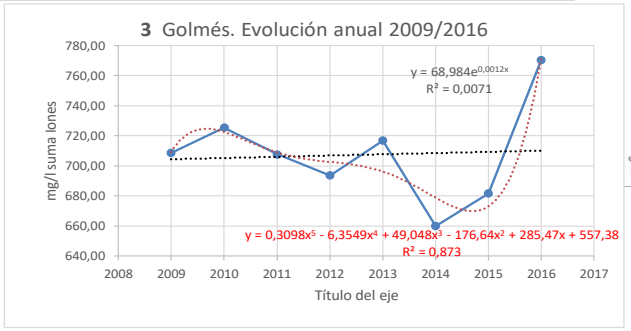


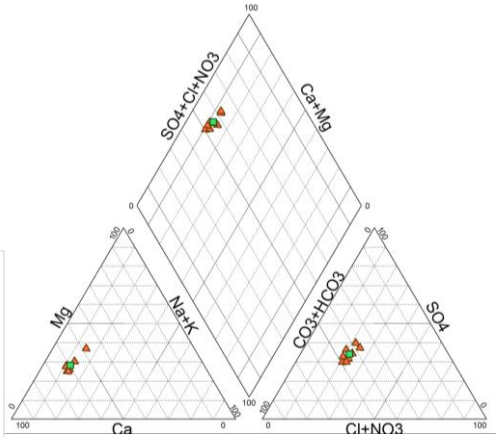
Los nitratos y el resto de iones tienen una tendencia a disminuir, aunque su evolución, continua en toda el área, forma una línea quebrada, indicación de que no sigue ninguna ley natural y que se debe, posiblemente, a las aportaciones de fertilizantes minerales u orgánicos. La disminución también puede estar ocasionada por el aumento del agua extraída.

7.7.5. Punto de control 9: Golmés (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

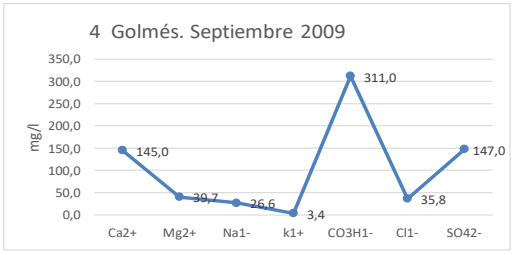
	9	331520141 Golmés						mg/l								
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2009	analiticas	sep-09	1	852	7,0	70,4	145,0	39,7	26,6	3,4	311,0	35,8	147,0		708,50
2	2010		sep-10		*742*	*7,0*	68,3	145,0	40,0	27,3	2,8	300,0	47,0	163,0		725,10
3	2011		ago-11		*957*	*6,9*	59,5	*95,0*	*44,0*	*31,6*	*3,4*	*293,0*	*56,5*	*184,0*		707,50
4	2012		jun-12		*856*	*7,2*	*52,9*	*120,0*	*38,8*	*30,0*	*3,3*	*248,0*	*51,4*	*202,0*		693,45
5	2013		jun-13		1020	7,2	55,5	138,0	35,7	30,9	3,0	285,0	39,9	184,0		716,53
6	2014		jun-14		957	7,2	56,2	135,0	32,5	28,8	2,7	276,0	34,8	150,0		659,80
7	2015		jun-15		1003	7,2	63,9	138,0	37,2	25,7	2,6	290,0	43,1	145,0		681,60
8	2016		jun-16		1154	7,3	51,4	156,0	38,5	35,4	2,9	262,0	71,3	204,0		770,05
9	2009 2016	md		2	942,63	7,1	59,8	134,0	38,3	29,5	3,0	283,1	47,5	172,4	767,6	**707,82**
		Desv .T			125,75	0,14	7,08	18,81	3,36	3,15	0,32	20,50	12,18	24,29		**32,62**
		C.V			0,13	0,02	0,12	0,14	0,09	0,11	0,10	0,07	0,26	0,14		**0,05**
		C.Correlación			**0,3227**											

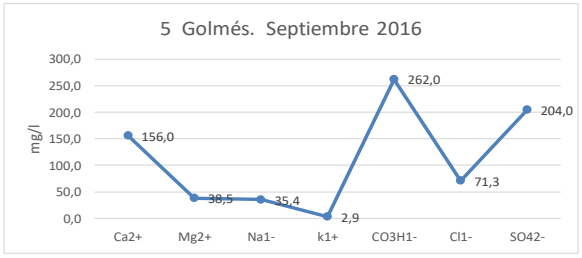


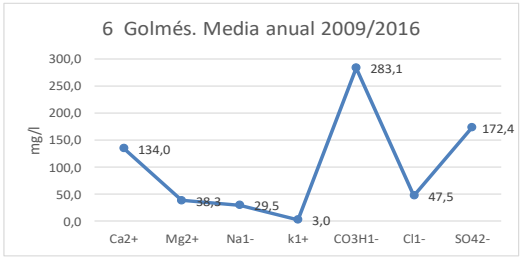




Piper de Golmés: aguas Sulfatadas-Bicarbonatadas cálcica



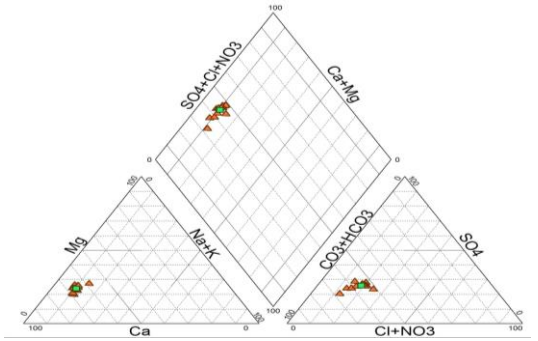




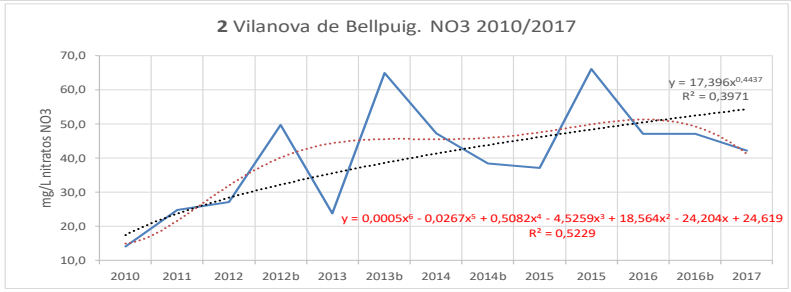
Los valores máximos de los iones deben estar relacionados con las aportaciones de fertilizantes nitrogenados y con el tiempo de permanencia de las aguas en el subsuelo. Es decir, relacionadas con el nivel de las extracciones.

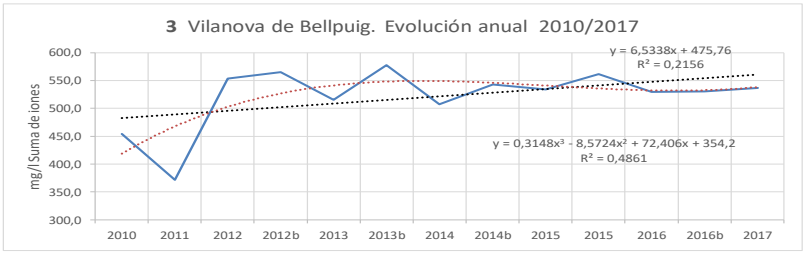
7.7.6. Punto de control 10: Vilanova de Bellpuig (Área3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif).

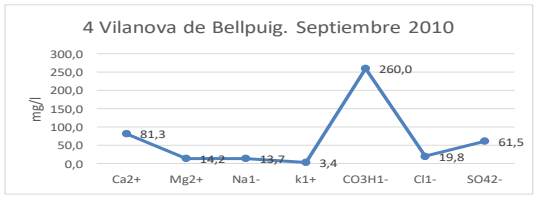
		10	331520036 Vilanova de Bellpuig					mg/l								
n	Nom	Libellé	Dates	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2010	analitica:	sep-10	1	518	7,4	14,1	81,3	14,2	13,7	3,4	260,0	19,8	61,5		453,9
2	2011		ago-11		562	7,2	24,7	60,4	16,9	15,6	2,3	183,0	21,9	71,2		371,32
3	2012		may-12		690	7,3	27,0	110,0	26,9	16,3	0,8	269,0	24,7	106,0		553,72
5	2012b		nov-12		869	6,5	49,6	115,0	26,4	21,8	0,9	262,0	28,5	110,0		564,62
6	2013		may-13		730	7,3	23,8	106,0	23,0	15,5	1,0	269,0	19,9	80,6		515,04
7	2013b		oct-13		833	6,7	64,8	120,0	29,2	21,4	1,0	275,0	26,3	105,0		577,87
8	2014		jun-14		730	7,3	47,2	107,0	23,4	16,7	0,9	248,0	22,0	89,7		507,72
9	2014b		oct-14		660	7,2	38,3	119,0	21,1	20,1	1,7	276,0	19,0	86,1		543,02
10	2015		may-15		790	7,4	37,0	116,0	21,6	19,5	1,4	262,0	22,9	90,4		533,81
11	2015		dic-15		889	7,4	66,0	123,0	25,3	24,0	1,2	260,0	35,6	92,7		561,78
12	2016		jun-16		797	7,4	47,0	115,0	23,9	19,9	0,9	250,0	27,9	92,2		529,82
13	2016b		dic-16		771	7,4	47,0	108,0	23,1	19,9	1,4	253,0	27,3	97,9		530,58
14	2017		jun-17		777	7,3	42,2	110,0	26,8	19,9	1,4	253,0	27,3	97,9		536,28
15	2010- 2017	md		2	758	7,20	42,88	109,12	23,97	19,22	1,25	255,00	25,28	93,31	570,02	**521,5**
		Desv.T			110,17	0,29	15,49	17,39	4,14	2,98	0,73	23,53	4,63	13,78		**54,80**
		C.V			0,15	0,04	0,36	0,16	0,17	0,15	0,58	0,09	0,18	0,15		**0,11**
		C.Correlación			**0,791**											

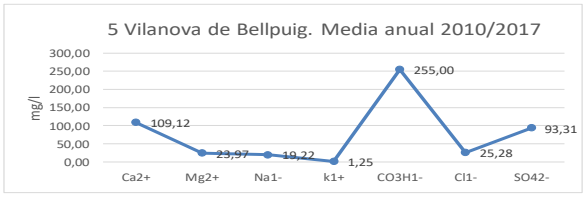


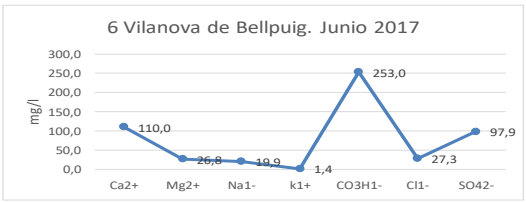
Piper: Vilanova de Bellpuig: aguas Bicarbonatada-sulfatada cálcica







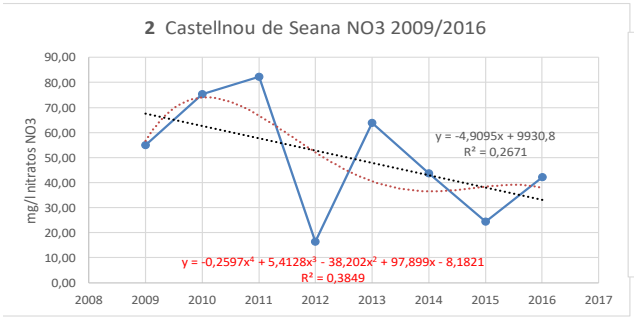


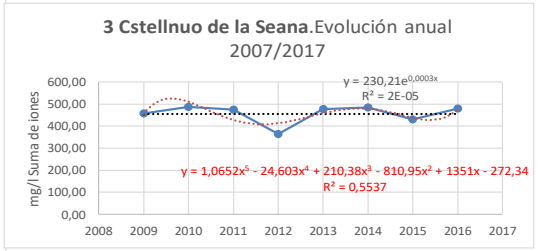


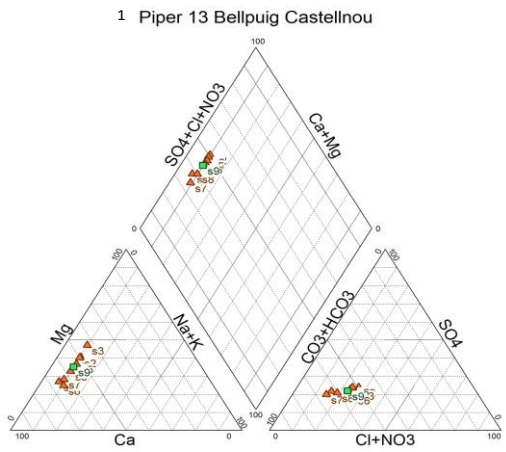
Los nitratos mantienen una evolución de línea quebrada con tendencia creciente. Los valores máximos pueden proceder del exceso de fertilizantes nitrogenados, y también del nivel de extracción de las aguas subterráneas. Al aumentar las extracciones disminuye la concentración, y al disminuir ésta, ocurre lo contrario: las concentraciones tienden a aumentar.

7.7.7. Punto de control 13: Castellnou de Seana (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif) .

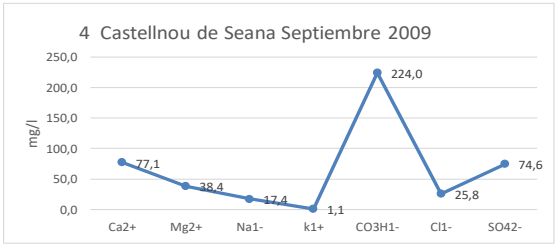
	13	331530009 Castellnou de la Seana						mg/L								
n	nom	libellé	Date	grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2009	analiticas	sep-09	1	604	7,6	54,90	77,1	38,4	17,4	1,1	224,0	25,8	74,6		458,40
2	2010		sep-10		640	7,2	75,30	82,5	40,2	18,0	1,3	230,0	28,9	87,1		488,00
3	2011		ago-11		706	7,1	82,30	66,8	43,9	16,5	1,2	237,8	26,9	81,7		474,75
4	2012		jun-12		448	7,6	16,30	72,5	18,1	8,7	1,5	192,0	19,2	52,6		364,59
5	2013		jun-13		760	7,5	63,80	83,0	34,8	17,6	1,2	232,0	25,4	83,4		477,39
6	2014		jun-14		679	7,4	43,70	100,0	23,2	18,0	1,7	233,0	41,4	66,9		484,24
7	2015		jun-15		615	7,4	24,40	85,4	23,3	13,5	1,3	235,0	16,3	55,9		430,70
8	2016		jun-16		734	7,6	42,10	90,0	31,1	16,7	1,1	251,0	22,0	68,2		480,12
9	s9	md	2009-2016	2	648	7,4	50,35	82,2	31,6	15,8	1,3	229,4	25,7	71,3	507,62	**457,27**
		Desv.T			98,09	0,19	23,27	10,32	9,29	3,22	0,22	16,97	7,58	12,71	**205,77**	**41,75**
		C.V			0,15	0,03	0,46	0,13	0,29	0,20	0,17	0,07	0,29	0,18		**0,09**
		C.Correlación			**0,879**											

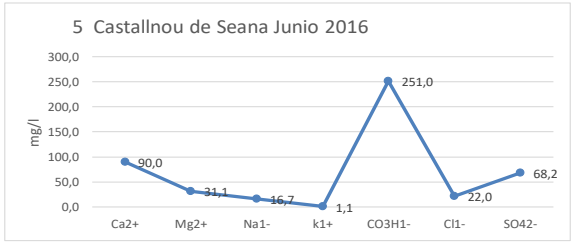


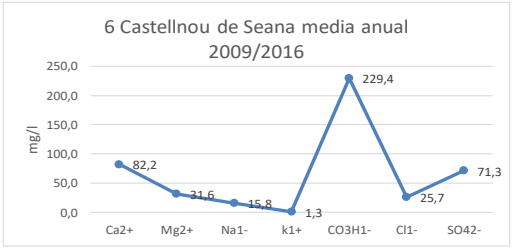




Piper: aguas Bicarbonatadas-Sulfatadas cálcicasy magnésicas



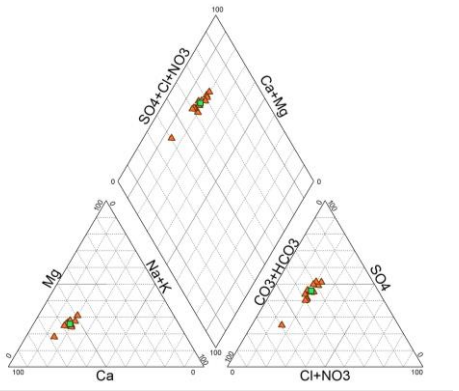




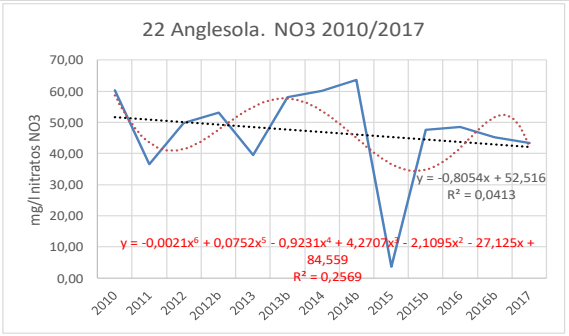
Existe una tendencia en la disminución de los nitratos, pero con su típica curva de línea quebrada con máximos importantes, y una ligera tendencia al aumento del resto de iones. Las extracciones de aguas subterráneas deben influir en ambos casos, ya que se incrementan con los abonados nitrogenados masivos que podrían tener su origen en los purines.

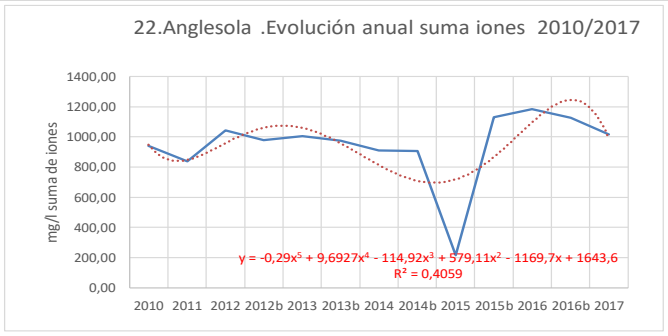
7.7.8. Punto de control 22: Anglesola (Área 3ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

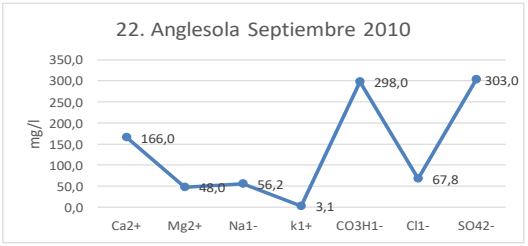
		22	331470064 Anglesola L'Ametllarar				mg/l								
n	nom	Libellé	date	Grup	Condu	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2010	qnalitica	sep-10	*1*	1243	7,1	60,30	166,0	48,0	56,2	3,1	298,0	67,8	303,0		942,10
2	2011		ago-11		1088	7,0	36,56	121,0	46,2	54,8	3,1	294,0	67,9	250,0		837,01
3	2012		may-12		1252	7,1	49,80	191,0	53,3	70,6	3,4	305,9	88,3	331,0		1043,49
4	2012b		nov-12		1114	7,0	53,10	167,0	47,1	62,7	3,9	313,0	66,4	317,0		977,08
5	2013		may-13		1360	7,1	39,50	173,0	48,0	63,9	3,4	321,0	71,2	325,0		1005,54
6	2013b		oct-13		1286	6,8	58,10	164,0	51,0	59,0	3,6	336,0	58,6	301,0		973,20
7	2014		jun-14		1223	7,0	60,10	162,0	44,3	52,6	3,3	322,0	62,5	265,0		911,73
8	2014b		oct-14		1161	7,1	63,70	170,0	43,3	51,4	4,0	325,0	57,0	255,0		905,74
9	2015		may-15		365	8,1	3,66	45,5	7,4	10,0	1,9	102,0	13,2	33,7		213,64
10	2015b		dic-15		1595	7,1	47,60	197,0	51,9	74,3	5,1	298,0	106,0	400,0		1132,33
11	2016		jun-16		1614	7,3	48,50	210,0	58,2	83,5	5,1	282,0	113,0	432,0		1183,77
12	2016b		dic-16		1427	7,1	45,20	192,0	50,2	77,7	5,1	298,0	91,6	414,0		1128,61
13	2017		jun-17		1399	7,2	43,30	158,0	50,6	68,1	4,5	291,0	79,3	364,0		1015,47
14	2010-2017		**md**	**2**	1241	7,15	46,88	162,81	46,11	60,37	3,81	291,22	72,52	306,98	990,70	**943,82**
			Desv.T		310,10	0,31	15,43	41,59	12,29	18,12	0,95	58,95	25,09	101,01		**240,69**
			C.V		0,25	0,04	0,33	0,26	0,27	0,30	0,25	0,20	0,35	0,33		**0,26**
			C.Correlación		**0,968**											

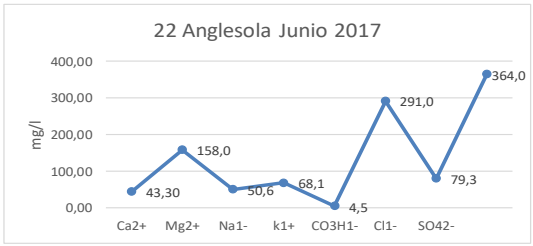


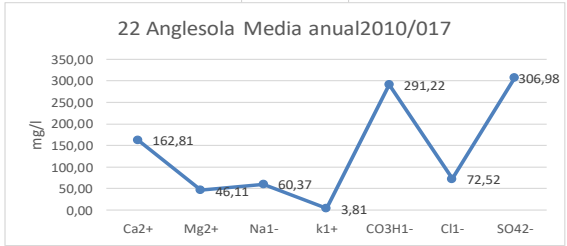
Piper Anglesola: Aguas Sulfatadas cálcicas











7.8. Comentario/Discusión del área 3ª

7.8.1 Sustancia encontradas en las aguas

a) Nitratos. Se ha analizado los gráficos de nitratos (NO_3) y los valores promedio de (∑7) que figuran en las fichas vistas anteriormente por cada PCR.

a.1) PCR con una tendencia creciente al aumento de nitratos (NO_3).

Bellvís 3 es el PCR más cercano al Segre, y próximo a la zona que se supone sigue el flujo de las aguas subterráneas. Su quimismo es mixto S/B[25] Ca. El valor inicial de la serie es de 76,6 mg/l y su valor final 202: hay, por tanto, un aumento medio anual de 20,9 mg/l.

Al este del anterior, Bellvis 5; son aguas S Ca-Mg[26]. La serie se inicia con un valor de 132 mg/l, y finaliza 212 mg/l, que representa un aumento medio anual de 6,66 mg/l.

Mollerussa PCR situado entre Bellvís 5 y Vilanova de Bellpuig, en el centro del aluvial, con aguas B/S Ca. El valor inicial de la serie es de 40,8 mg/l, y el final 23,7 . Con esto valores se obtiene una disminución media anual de 1.79 mg/l.

El PCR de Vilanova de Bellpuig, situado en el extremo sureste del aluvial, con aguas B/S[27] Ca. La serie se inicia con un valor de14, 1 mg/l. y finaliza ocho años después con un valor de 42,2 mg/l. Este aumento equivale a 3,51 mg/l anual.

En la tabla 8.7 se resumen las evoluciones de los ocho PCR de esta área que se ha elaborado con las series históricas de cada uno de ello.

De forma general se puede decir, que los incrementos se localizan en dirección sureste a noroeste, coincidiendo con las proximidades del curso de la acequia tercera del Canal de Urgell y en el margen inferior del cono aluvial del río Corb. Las disminuciones se localizan al noreste de las anteriores y dentro de los conos aluviales del Corb y Ondara. Y también se localizan al noreste de la anteriores y dentro de los conos aluviales de los ríos Corb y Ondara.

[25] S/B; en el límite entre los dos tipos de aguas con predominio de sulfatadas cálcicas.
[26] Ca-Mg; aguas compuestas de iones secundarios Calcio y Magnesio.
[27] B/S; en el límite entre las dos tipologías, con predominio de la bicarbonatadas.

Tabla 8.7. Resumen de los nitratos del Área 3ª

PCR	Municipio	Piper	Valor medio. mg/l	Valor inicial. mg/l	Valor final Mg/l	Incremento %	años	Incremento anual %
3	Belvís 3	S/BMgCa	156.7	76,6	202	125,4	6	20,9
5	Bellvís 5	S/BMgCa	234,7	132	212	80	12	6,6
7	Mollerussa	B/SCa	42.8	40,8	23,7	17,1	13	-1,79
8	Vila-sana	SCa	66.02	88,1	52	-36	11	-3,2
9	Golmés	B/SCa	59,8	70,4	51,4	-19	8	-2,375
10	Vilanova de Bellpuig	B/SClCa	42,88	14,1	42,2	28,1	8	3,51
13	Castellnou	B/ClCa	50,35	54,9	42,1	-12,8	8	-1,6
22	Anglesola	SCa	46,88	60,3	43,3	-16,7	8	-2,08
	Promedio		87,52	67,15	83,58	+16,32	9,25	+1,77

a.2) Para el 37 % de los PCR, los nitratos aumentan un promedio anual comprendido entre 3,5 y 20 mg/l.

Para el resto de PCR los nitratos disminuyen entre un rango anual de 1,6 a 3,1 mg/l

b.1) Variación del contenido de iones en el agua.

Utilizando el ratio suma (∑7), que se puede ver en la tabla 9/7 . en los PCR que disminuyen los nitratos, contienen un 19% más de iones que en los PRC que aumentan los nitratos.

En cuanto a la Suma 8, los dos grupos contienen el mismo valor promedio de iones; en los PCR que disminuyen los nitratos, el valor de ∑8 es 779,5 mg/l, y en los que aumentan los nitratos, ∑8 es 781mg/l.

Los valores de los iones menores o agronómicos, son del mismo orden de magnitud, podremos valorar con más facilidad empleando las imágenes que representa los valores en gráfico.

Respecto al aumento y disminución de nitratos con los datos que disponemos no se encuentra ninguna explicación que nos permita opinar sobre las causas que origina el aumento y disminución de los nitratos, independientemente de que sea una razón casual o por la simple razón de que en las zonas donde aumentan se estén utilice mayores dosis de abonos nitrogenados y en las que disminuyen aplique dosis menores o estén más sensibilizados por el problema que ocasionan o por la presión administrativa que regula su uso.

b.2) Datos de los PCR situados en el Área Aluvial de Urgell

Tabla 9.7. Datos de las aguas subterráneas situadas en el Aluvial de Urgell. (Elaboración propia con datos procedente Bd/Acuif).

Municipio	PC	CE	pH	NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	Pz	PO4	NH4	NO2	Suma 3	Suma 4
BELLVIS	3	1344	7,3	156,7	138	64	71	2	375	73	156	879	1036	420	1,7	0,0480	0,0480	0,0102	0,1062	156,8517
BELLVIS	5	1141	7,3	234,7	121	61	49	3	236	40	165	675	910	369	1,6	0,0450	0,0470	0,0187	0,1107	234,8401
MOLLERUSSA	7	778	7,3	42,8	110	25	33	4	257	54	105	588	631	256	3,6	0,0540	0,0057	0,0480	0,1077	42,9177
VILA-SANA	8	1059	7,1	66,0	154	49	44	6	327	52	230	861	927	376	2,7	0,0500	0,0800	0,0199	0,1499	66,1652
GOLMES	9	943	7,1	59,8	134	38	30	3	283	47	172	708	768	311		0,0490	0,0750	0,01985	0,1439	59,9064
VILANOVA DE BELLPUIG	10	740	7,2	42,8	107	23	19	1	255	25	91	521	564	229	3,6	0,0470	0,0545	0,0314	0,1329	42,9329
CASTELLNOU DE SEANA	13	648	7,4	50,4	157	32	16	1	229	26	71	532	583	236	5,6	0,0460	0,0750	0,0190	0,1400	50,4900
ANGLESOLA	22	1241	7,2	46,9	163	46	60	4	291	73	307	944	991	402	1,0	0,0530	0,0526	0,0068	0,1124	46,9909
md		986,8	7,2	87,5	135,5	42,2	40,2	3,1	281,8	48,7	162,2	713,6	801,1	325	2,83	0,0490	0,0547	0,0217	0,1254	87,62

A partir de los datos de la tabla 9.7, el uso del programa LHA nos permite la interpretación de grandes cantidades de datos, referidos a los análisis de aguas, y simplificarlos a través de representaciones gráficas que ya hemos utilizado anteriormente.

Se realiza un diagrama Piper para cada uno de los dos grupos a los que nos venimos refiriendo: los que tienden a aumentar o a disminuir los nitratos. (Imagen 21/7). Los que tienden al aumento son más proclives a aguas bicarbonatadas cálcicas y se sitúan hacia el oeste del aluvial. En cambio los que tienden a disminuir el contenido de nitratos, contiene mayores cantidades de sulfatos y lógicamente son aguas proclives a sulfatadas cálcicas.

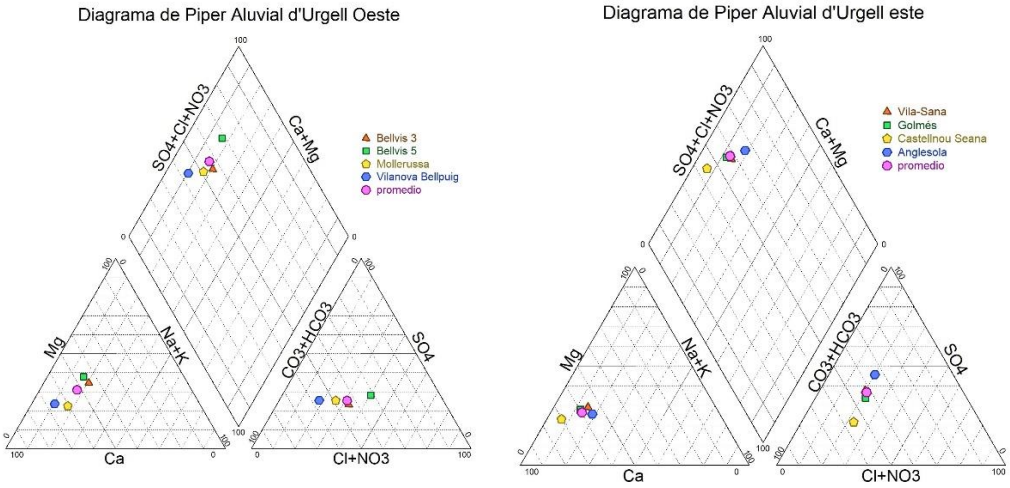


Imagen 21.7. Diagramas de Piper con los dos grupos de los PCR, en función de su tendencia, creciente o decreciente a contener nitratos.

En los diagramas de Piper, los rombos superiores identifican a las aguas sulfatadas, y los rombos laterales izquierdos, a las aguas bicarbonatadas.

c) Distribución de los Iones principales

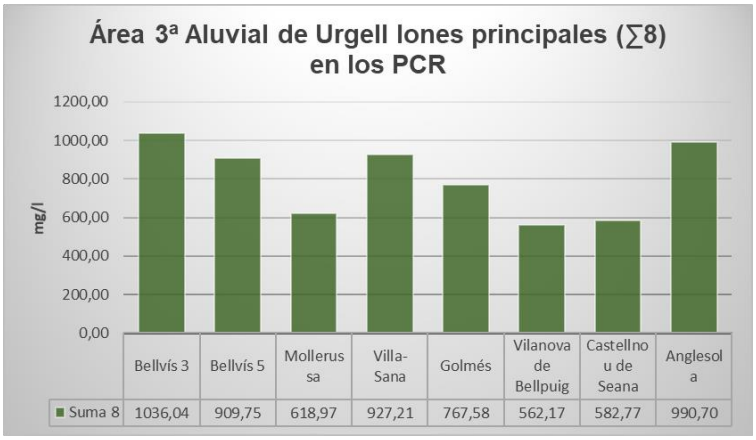
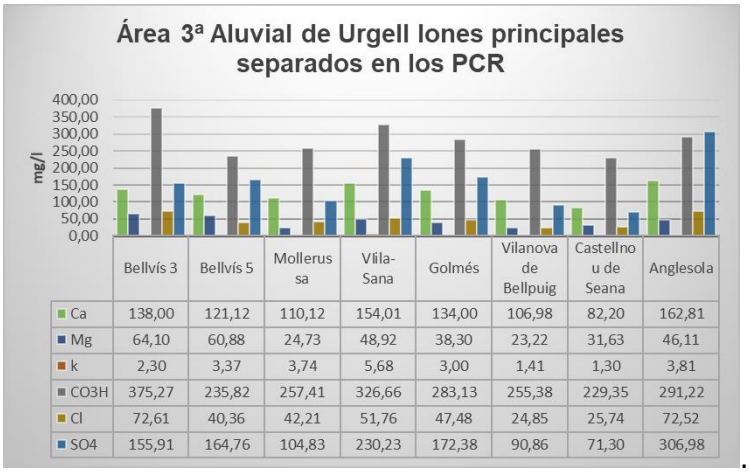
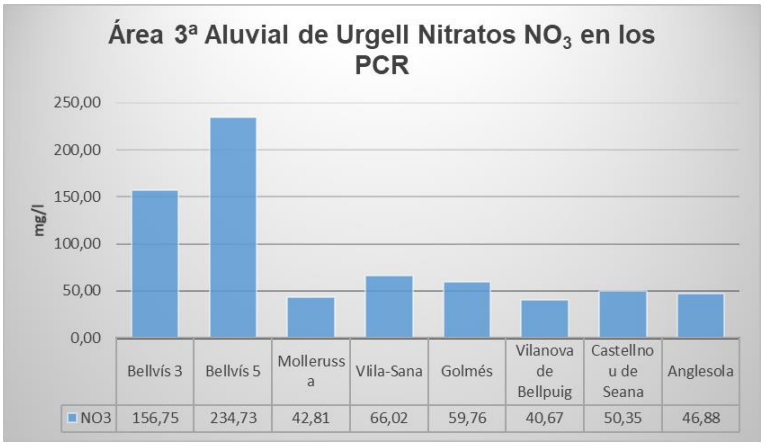


Imagen 22a.7. Valor de los Iones por PCR (Elaboración propia).



	Bellvís 3	Bellvís 5	Mollerussa	Vlila-Sana	Golmés	Vilanova de Bellpuig	Castellnou de Seana	Anglesola
Ca	138,00	121,12	110,12	154,01	134,00	106,98	82,20	162,81
Mg	64,10	60,88	24,73	48,92	38,30	23,22	31,63	46,11
k	2,30	3,37	3,74	5,68	3,00	1,41	1,30	3,81
CO3H	375,27	235,82	257,41	326,66	283,13	255,38	229,35	291,22
Cl	72,61	40,36	42,21	51,76	47,48	24,85	25,74	72,52
SO4	155,91	164,76	104,83	230,23	172,38	90,86	71,30	306,98

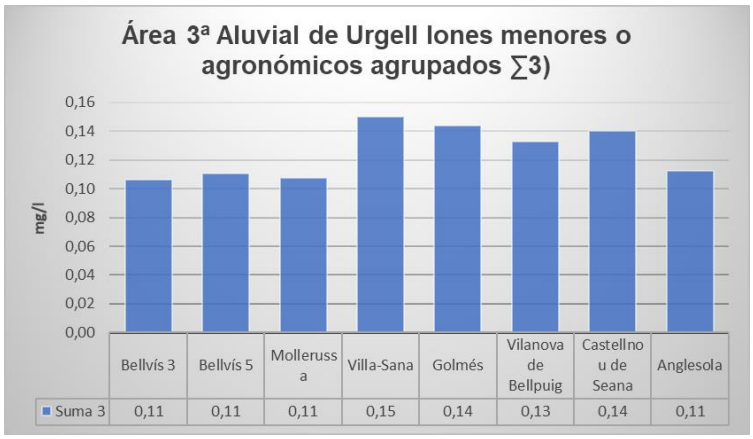
Imagen 22b.7. Valor de los Iones por PCR (Elaboración propia).



	Bellvís 3	Bellvís 5	Mollerussa	Vlila-Sana	Golmés	Vilanova de Bellpuig	Castellnou de Seana	Anglesola
NO3	156,75	234,73	42,81	66,02	59,76	40,67	50,35	46,88

Imagen 23.7. Contenido del ion nitrato (NO_3) en los PCR. (Elaboración propia).

d)Iones menores



	Bellvís 3	Bellvís 5	Mollerussa	Villa-Sana	Golmés	Vilanova de Bellpuig	Castellnou de Seana	Anglesola
Suma 3	0,11	0,11	0,11	0,15	0,14	0,13	0,14	0,11

Imagen 24.7. Valores medios de los iones menores o agronómicos. (Elaboración propia).

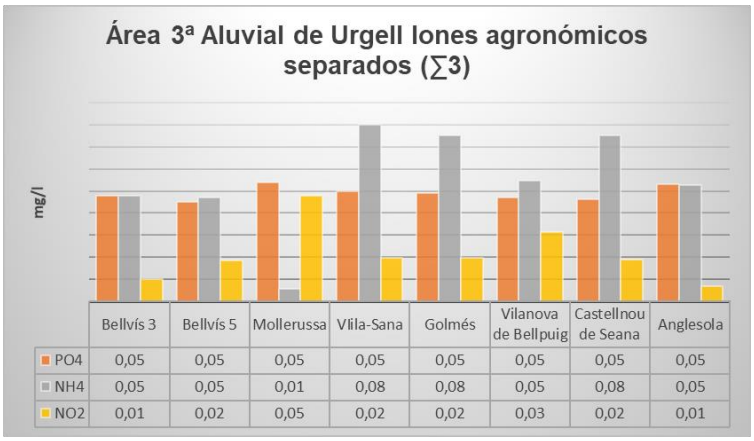


Imagen 25.7. Valores promedio de los iones menores en cada PCR. (Elaboración propia).

En la imagen 26.7, a los iones menores o agronómicos les añadimos los valores del ion nitrato, también de origen agronómico y ganadero. La variación de los valores de escala es muy significativa.

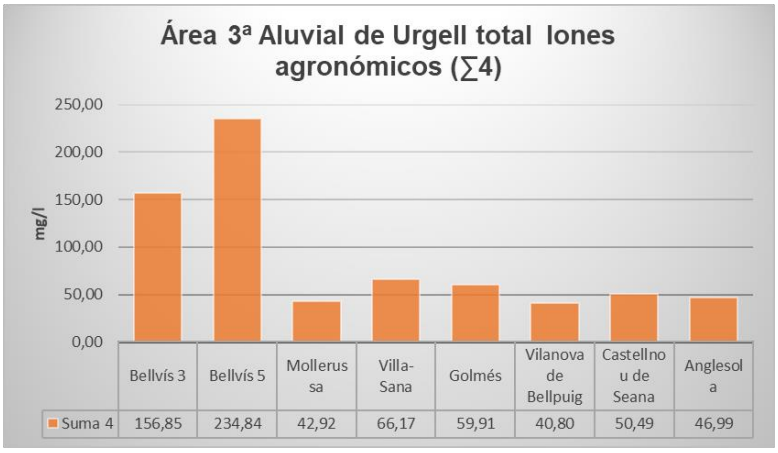


Imagen 26.7. Aluvial de Urgell Suma 4: (PO_4+NH_4+NO_2) + NO_3. (Elaboración propia).

7.8.2. Correlaciones entre presiones y las sustancias en el agua.

Para estudiar el Aluvial de Urgell se presenta el mapa de la imagen 27.7, identificando las determinaciones de posibles correlaciones entre las diferentes presiones y el IB100G.

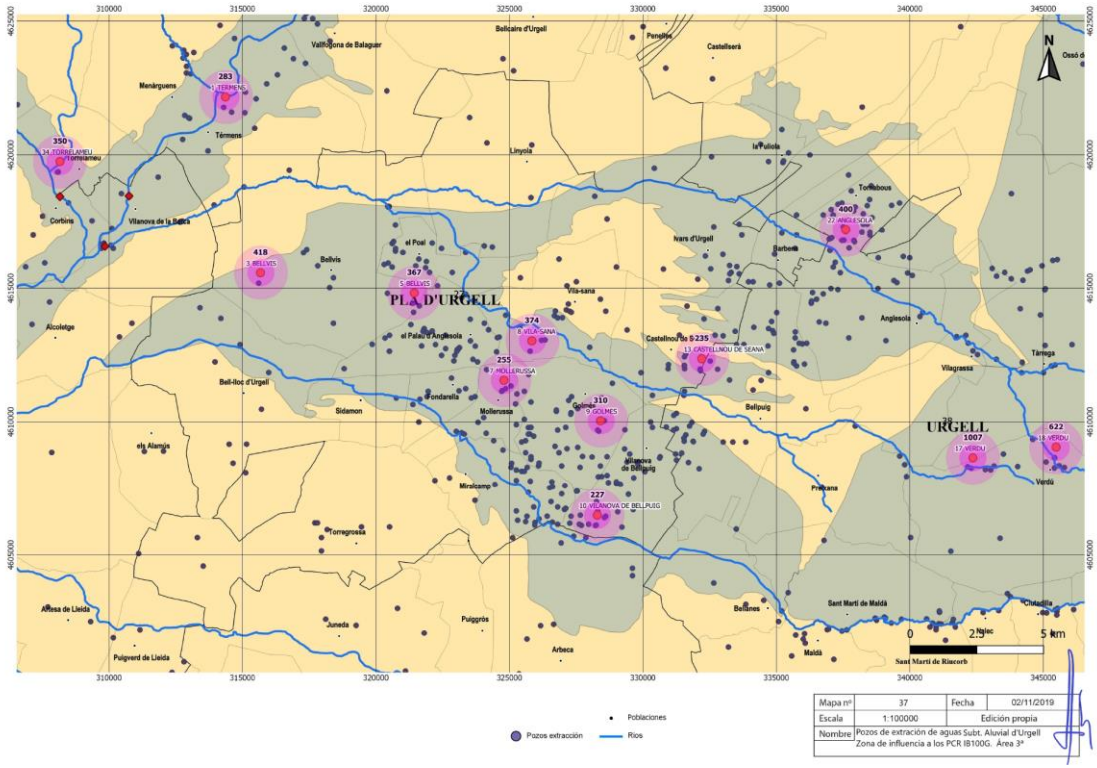


Imagen 27.7. Aluvial de Urgell. Puntos extracción de aguas. PCR coloreadas con círculos concéntricos. (Elaboración propia, datos CHEbro).

Los puntos concéntricos coloreados corresponden a los puntos de control de referencia (PCR), y la cifra en negrita que aparece sobre los puntos concéntricos y sobre los mismos, el valor del IB100G.

a) Correlación entre la extracción de agua subterránea y el IB100G

Procedemos como en las áreas anteriores. Buscando la posible relación entre el número de pozos en las cercanías de cada PCR y su IB100G

Tabla 10.7. Correlaciones entre extracción de agua y IB100G. (Elaboración propia).

IB100G	Municipio	Pozos en 0,5 km	Pozos en 1,5 km	Pozos en 2,5 km	Total, pozos
420	Bellvís 3	1	0	4	5
369	Bellvís 5	1	7	21	29
256	Mollerussa	3	0	16	19
376	Vila-sana	3	9	29	41
311	Golmés	2	2	24	28
228	Vilanova de Bellpuig.	4	7	34	45
236	Castellnou de Seana	3	6	19	28
402	Anglesola	3	20	17	40
	md	3	6	21	30
	Total	20	51	164	235
	C. Correlación	-0,6271	0,3068	-0,4692	-0,2241

La tabla 10.7, de correlaciones entre pozos y el IB100G, es de 7 columnas. En la primera se recoge el valor de IB100G de cada PCR y, en la segunda columna, el nombre de la localización del pozo. En las tres columnas siguientes, el número de pozos que se encuentran dentro del primer círculo y los sector circulares trazados con radios de 0,5, 1,5 y 2,5 km. En la cuarta columna, el total de los pozos encontrados en los tres sectores circulares.

Las correlaciones solo nos indican que los pozos de mayor cercanía, los que se localizan en el interior del sector circular de 0,5 km, guardan relación inversa con el IB100G, -0,6271: a mayor número de pozos, mayor extracción y menor IB100G

En la tabla 11.7, hemos añadido una columna con los niveles piezométricos del agua. Comprobando la influencia de la profundidad de la capa saturada: a menor profundidad, mayor concentración de iones con un coeficiente de correlación de 0,794.

Tabla 11.7. Correlaciones entre extracción de agua y altura piezométrica. (Elaboración propia y Bd/Acuif).

IB100G	Municipio	Pozos en 0,5 km	Pozos en 1,5 km	Pozos en 2,5 km	Total	Altura piezométrica
402	Anglesola	3	20	17	40	1,03
369	Bellvís 5	1	7	21	29	1,63
420	Bellvís 3	1	0	4	5	1,7
311	Golmés	2	2	24	28	3
256	Mollerussa	3	0	16	19	3,56
236	Castellnou de Seana	3	6	19	28	5,56
376	Vila-sana	3	9	29	41	3,63
228	Vilanova de Bellpuig	4	7	34	45	3,63
	C. Correlación	-0,626	0,308	-0,469	-0,223	-0,794

En la tabla 12.7, se han formado dos grupos de PCR, en función de la tendencia al aumento o disminución de nitratos de los iones de nitrato que hemos visto al principio de la discusión.

Los que tienen tendencia al aumento de iones de nitrato, muestran una correlación superior al 0,92, ajustándose a la hipótesis de, a mayor número de pozos en las cercanías, menor es el IB100G, y para mayor interés la correlación con el profundidad de la capa saturado en -0,962. En cambio, los que tienden a disminuir no guarda ningún grado de correlación. Sorprendente y difícil de teorizar.

La legislación hidráulica establece la distancia mínima entre un pozo de extracción de aguas de otro, que es en un radio de cien metros. Trazando un círculo de 100 m de radio, cada pozo necesita a su alrededor una superficie libre de 0,031 $Km^{2.}$

Se ha estimado, basándonos en la cuadrícula de 5x5 km que se ha añadido a estos mapas, que las superficies ocupadas por los pozos oscilan entre los 0,33 Km^2 y 1,71 Km^2 por pozo, con un promedio de Km^2 de 0,51Km^2/pozo. Como era de esperar, no hay ningún incumplimiento a la legislación vigente.

Tabla 12.7 Correlaciones por grupos de avidez a nitratos

IB100G	Municipio Nombre	0,5 km	1,5 km	2,5 km	Total	Pz
420	Bellvís 3	1	0	4	5	1,7
369	Bellvís 5	1	7	21	29	1,63
228	Vilanova de Bellpuig	4	7	34	45	3,63
	Correlaciones	-0,967	-0,705	-0,942	-0,929	-0,958
402	Anglesola	3	20	17	40	1,03
376	Vila-sana	3	9	29	41	3,63
311	Golmés	2	2	24	28	3
236	Castellnou de Seana	3	6	19	28	5,56
256	Mollerussa	3	0	16	19	3,56
	C. Correlación	0,040	0,773	0,369	0,875	-0,788

b) Correlación entre los censos ganaderos porcino y aviar IB100G

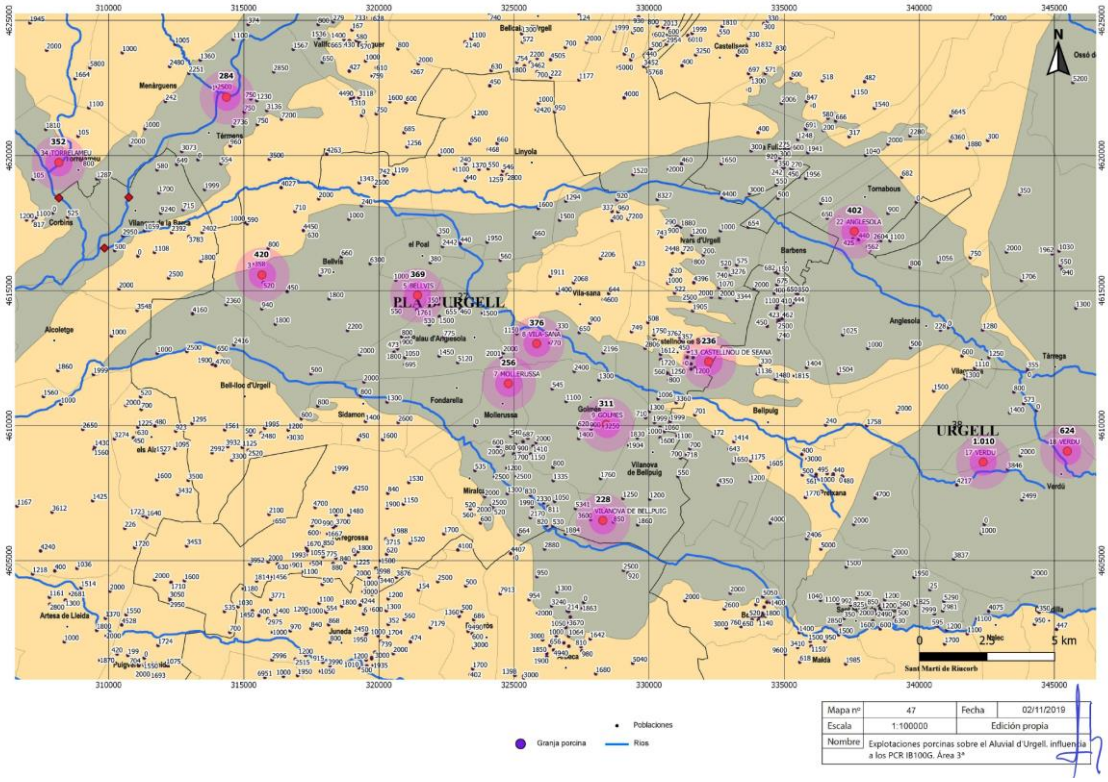


Imagen 28.7. Explotaciones porcinas. (Elaboración propia, censos y coordenadas DARP).

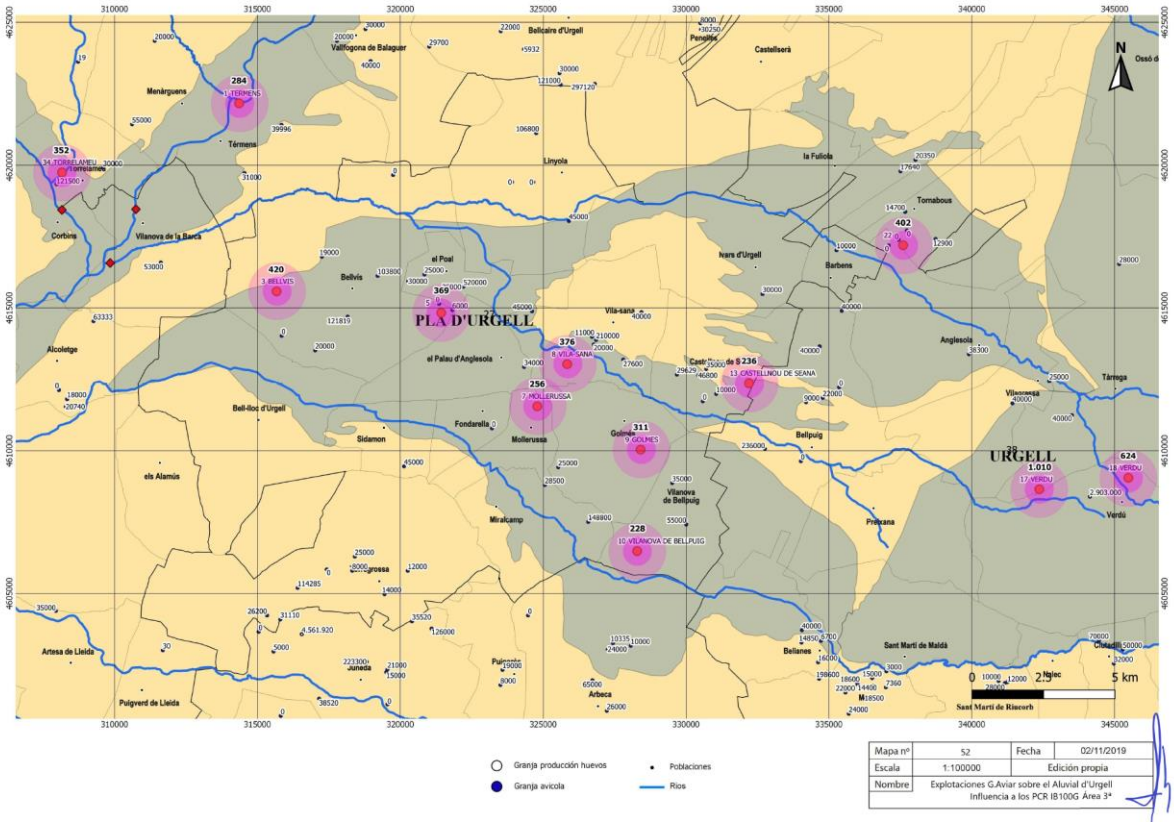


Imagen 29.7. Explotaciones avicolas. (Elaboración propia, censos y coordenadas DARP).

Tabla 13.7. Correlaciones con la ganadería porcina, la aviar y su conjunto de cabezas en UGM[28] . (Elaboración propia).

IB100G	Municipio Nombre	PC	0,5 km cerdos	0,5 aves	1,5 km cerdos	1,5km aves	2,5km cerdos	2,5km aves	Suma cerdos	Suma aves	UGM Cerdos	UGM Aes	UGM Total
420	Bellvís	3	**1.103**	**0**	**1.250**	**0**	**12.320**	**160.819**	**14.673**	**160.818**	**1.761**	**1.126**	**2.886**
369	Bellvís	5	**350**	**6.000**	**2.311**	**250.000**	**15.655**	**674.800**	**18.316**	**930.800**	**2.198**	**6.516**	**8.714**
256	Mollerussa	7	**0**	**0**	**2.001**	**0**	**19.399**	**25.000**	**21.400**	**25.000**	**2.568**	**175**	**2.743**
228	Vilanova de B	10	**4.450**	**0**	**6.591**	**0**	**19.080**	**203.800**	**30.121**	**203.800**	**3.615**	**1.426**	**5.041**
376	Vila-sana	8	**770**	**0**	**0**	**14.800**	**6.886**	**313.600**	**22.456**	**313.600**	**2.695**	**2.195**	**4.890**
311	Golmés	9	**3.250**	**0**	**900**	**0**	**21.627**	**35.000**	**25.777**	**35.000**	**3.093**	**245**	**3.338**
236	Castellnou Seana	13	**0**	**0**	**1.200**	**0**	**33.349**	**366.429**	**35.549**	**366.429**	**4.146**	**2.565**	**6.711**
402	Anglesola	22	**865**	**0**	**3.166**	**0**	**4.060**	**10.000**	**8.090**	**10.000**	**971**	**70**	**1.041**
			10.788	6.000	17.419	264.800	132.376	1.789.448	176.382	2.045.447	21.047	14.318	35.364
	C. Correlación		**-0,2800**	**0,2300**	**-0,3200**	**-0,2500**	**-0,7800**	**0,0600**	**-0,8400**	**0,1200**	**-0,8400**	**0,1200**	**-0.25**

Los valores se ajustan a lo esperado. Solo se dan con la ganaderia aviar: en el primer sector circular, los localizados a 0,5 km del PCR. Además aparecen con un c.c. bajo, no significativo.

Pasamos a conocer la correlación con la suma de los iones agronómicos ∑4, representados en la Imagen 25.7. El resultado, en la tabla 14/7. El resultado es relevante en lo que respecta a la ganaderia aviar, que está bien correlacionada en los sectores circulares a 1,5 Km, c.c. 0,842, disminuye en 2,5 Km y para el total un c.c de 0,775. Con estos resultados parece probable que se utilice la gallinaza en los campos de cultivo como abono orgánico. La correlación con toda la ganadería, como es lógico, disminuye, pero con una c.c 0,552, no deja de ser un valor apreciable.

[28] UGM; unidades de ganado mayor. Un buey adulto o una vaca en producción: 1 UGM.

Tabla 14.7. Correlaciones entre censos ganaderos y valores de los iones agronómicos en cada PCR (Elaboración propia)

Iones Agronómicos	Municipio Nombre	PC	0,5 km cerdos	0,5 aves	1,5 km cerdos	1,5km aves	2,5km cerdos	2,5km aves	Suma cerdos	Suma aves	UGM Cerdos	UGM Aes	UGM Total
156,85	Bellvis 3	3	**1.103**	**0**	**1.250**	**0**	**12.320**	**160.819**	**14.673**	**160.818**	**1.761**	**1.126**	**2.886**
234,84	Bellvís 5	5	**350**	**6.000**	**2.311**	**250.000**	**15.655**	**674.800**	**18.316**	**930.800**	**2.198**	**6.516**	**8.714**
42,92	Mollerussa	7	**0**	**0**	**2.001**	**0**	**19.399**	**25.000**	**21.400**	**25.000**	**2.568**	**175**	**2.743**
40,9	Vilanova de B	10	**4.450**	**0**	**6.591**	**0**	**19.080**	**203.800**	**30.121**	**203.800**	**3.615**	**1.426**	**5.041**
66,17	Vila-sana	8	**770**	**0**	**0**	**14.800**	**6.886**	**313.600**	**22.456**	**313.600**	**2.695**	**2.195**	**4.890**
59,61	Golmés	9	**3.250**	**0**	**900**	**0**	**21.627**	**35.000**	**25.777**	**35.000**	**3.093**	**245**	**3.338**
50,49	Castellnou Se	13	**0**	**0**	**1.200**	**0**	**33.349**	**366.429**	**35.549**	**366.429**	**4.146**	**2.565**	**6.711**
46,99	Anglesola	22	**865**	**0**	**3.166**	**0**	**4.060**	**10.000**	**8.090**	**10.000**	**971**	**70**	**1.041**
	Total		**10.788**	**6.000**	**17.419**	**264.880**	**132.376**	**1.789.448**	**175.383**	**2.045.447**	**21.046**	**14.317**	**35.364**
	Correlación		-0,273		-0,164	**0,842**	-0,159	**0,704**	-0,340	**0,775**			**0,532**

La investigación ha continuado con otra serie histórica de ∑3. Con unos los resultados bien clarificadores respecto a la ganadería porcina.

Resultados clarificadores y demostrativos de los efecto de la ganadería porcina: Correlación en el sectores circulares de 0,5 km, 1,5, y el de la suma de los tres con c.c. 0,802, que es un excelente valor. En cambio, no se mejoran o empeoran los valores con la ganadería avícola.

Tabla 15.7. Correlaciones entre censos ganaderos y valores de iones menores en cada PCR (Elaboración propia)

Iones menores	Iones Agronómicos	Municipio	PC	0,5 km cerdos	0,5 aves	1,5 km cerdos	1,5km aves	2,5km cerdos	2,5km aves	Suma cerdos	Suma aves	UGM Cerdos	UGM Aes	UGM Total
0,11	156,85	Bellvís 3	3	1.103	0	1.250	0	12.320	160.819	14.673	160.818	1.761	1.126	2.886
0,12	234,84	Bellvís 5	5	350	6.000	2.311	250.000	15.655	674.800	18.316	930.800	2.198	6.516	8.714
0,11	42,92	Mollerussa	7	0	0	2.001	0	19.399	25.000	21.400	25.000	2.568	175	2.743
0,15	40,9	Vilanova de B	10	4.450	0	6.591	0	19.080	203.800	30.121	203.800	3.615	1.426	5.041
0,15	66,17	Vila-sana	8	770	0	0	14.800	6.886	313.600	22.456	313.600	2.695	2.195	4.890
0,13	59,61	Golmés	9	3.250	0	900	0	21.627	35.000	25.777	35.000	3.093	245	3.338
0,15	50,49	Castellnou Se	13	0	0	1.200	0	33.349	366.429	35.549	366.429	4.146	2.565	6.711
0,11	46,99	Anglesola	22	865	0	3.166	0	4.060	10.000	8.090	10.000	971	70	1.041
		Total		10.788	6.000	17.419	264.880	132.376	1.789.448	175.383	2.045.447	21.046	14.317	35.364
		C. Correlación Agronómicos		-0,273		-0,164	**0,842**	-0,159	**0,704**	-0,340	**0,775**	-0,340		0,532
		C.C, Iones menores		**0,350**	-0,188	**0,098**	-0,162	**0,396**	0,310	**0,802**	0,175			0,484

Se puede concluir diciendo que parecen probables la suma 4 (∑4) sobre la ganadería aviar obteniendo correlaciones 0,775. Parece probable la correlación entre la ganadería porcina y el parámetro Suma 3 (∑3) obteniendo correlaciones de 0,802.

7.9. Área 4ª. Calizas de Tàrrega norte

El área a estudiar coincide mayoritariamente sobre la masa de agua subterránea 09.064. Tal como la describíamos en el capítulo, sobre los marcos geográfico, geológico y agronómico, el área 4ª se corresponde con una zona de mayor altitud y inclinación que la correspondiente al Aluvial de Urgell. Como al acuífero calizas de Tàrrega, se le supone con cierto paralelismo con la superficie de esta área, tiene una formación mayormente difícil que el del Aluvial de Urgell.

a) Breve descripción geológica,

Acuífero 090.064[29]

"Está situado en el flanco sur del anticlinal de Sanahuja, presentando una disposición monoclinal, con suave inclinación hacia el sur, desapareciendo hacia el oeste y el suroeste bajo materiales lutíticos.

El acuífero está formado por calizas micríticas del Oligoceno medio-inferior, intercaladas en el conjunto margoso de la formación de Calizas de Tàrrega, y por los aluviales y terrazas de los ríos Corb, Sió y Ondara.

La litología que se conoce por las perforaciones realizadas por el IGME, en un espacio de 40 $km^{2,}$ con los aluviales interiores de los ríos Ondara, Cercavins y el aluvial del Corb al cruzar por el sur la comarca del Urgel, litología que está formada por: arcillas, arenas y gravas, con un espesor que se estima en de 20 m del periodo cuaternario aluvial.

Hacia el noreste y este, dominan las calizas y margas[30] en una superficie estimada en 170 km^2, con espesores de 300-400 m del oligoceno. Con cambios laterales en su naturaleza que, hacia el sur, pasan a margo calizas y yesos, y hacia el oeste-suroeste, son margas con sales sulfatadas y cloruradas. A mayor profundidad predominan los materiales evaporíticos[31].

La extensión superficial, sobre el acuífero, es de 794,67 $Km^{2.}$ El acuífero es de recarga natural y por retornos de agrícolas.

Las zonas de recarga, se localizan en la denominada cuesta de Ivorra-La Panadella, sector en el que afloran los niveles de calizas, que en escasos metros se hunden bajo los materiales lutíticos[32] de la formación.

[29] Información procedente del protocolo Encomienda 2015: actividad 4 Masa de agua 09.064.

[30] La marga es un tipo de roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita y arcillas, con predominio, por lo general, de la calcita, lo que le confiere un color blanquecino con tonos que pueden variar bastante de acuerdo con las distintas proporciones y composiciones de los minerales principales.

[31] Los minerales evaporíticos comunes son la halita, el yeso y la anhidrita, que pueden formarse como evaporaciones de agua de mar, y las rocas caliza y dolomítica.

[32] La lutita, roca sedimentaria, integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de los tamaños de la arcilla y del limo. son porosas y a pesar de esto son impermeables, porque sus poros son muy pequeños y no están bien comunicados entre ellos.

Su recarga procede de infiltraciones de lluvias; 4 Hm^3 /año. (1970/2002), y de retornos de riego; 0,8 Hm^3 /año. La tasa de recarga interanual es de 4,8 Hm^3.

Zonas de descarga, a los ríos Sió y Ondara, y en menor medida, hacia el río Corb.

b) En esta área existen derechos consolidados para la extracción de aguas subterráneas que figuran en el registro de la CHEbro:

Para abastecimiento a poblaciones; 30 puntos, con 1,78280 Hm^3/año.

Dedicados a la agricultura y ganadería; 151 puntos, con 1,094 hm^3/año,

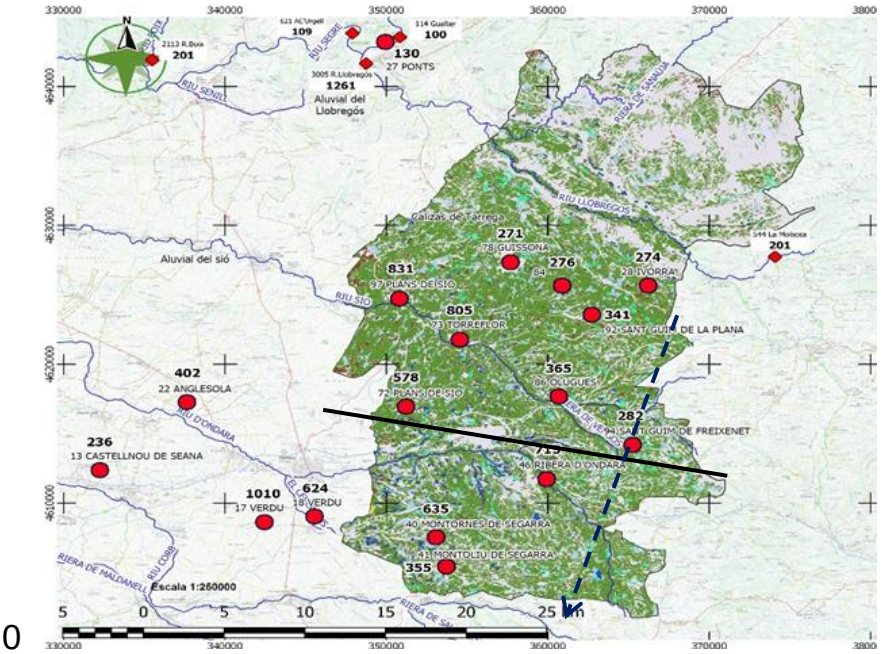
Con destino a la industria; 7 puntos, con 1hm^3/año.

Total; 188 puntos, con 3,416 Hm^3 /año.

7.9.1. División de la Segarra en las áreas 4ª y 5ª

Para definir las áreas 4ª y 5ª, en que dividimos la Segarra, trazamos una línea ligeramente recta entre los cursos de los río Sió y Ondara, por el este, cercana a ambos cursos. Pero conforme avanzamos hacia el oeste se va separando de ellos. Esta línea virtual separa las áreas a estudiar 4ª y 5ª. El área 4ª la situada al norte de la línea divisoria en la que se encuentran 9 PCR.Y en la área 5ª la situada al sur, en la que se encuentran 5 PCR.

En el área 4º En este primer grupo se localizan los PCR de: Ivorra 28, Plans de Sió 72, Torreflor 73, Guissona 78, S. Guim de Freixenet 94, Les Oluges 86, S. Guim de la Plana 92, San Guim de Freixenet y Els Plans de Sió 97.



0

Imagen 30.7. División de las áreas 4ª y 5ª sobre un mapa de la Segarra.El vectos de trazos indica la dirección y el sentido de la linea de descarga a los rios (Elaboración propia).

Con el vector de la linea de trazos, indicamos el avance del flujo de descarga a los ríos desde la parte alta de la masa de agua subterranea 0.90.064. según las explicaciones de F.J.Alcalá (2007), y su relación con la descarga a los rios Síó, Ondara y Corb, que se puede ver en la imagen 31.7.

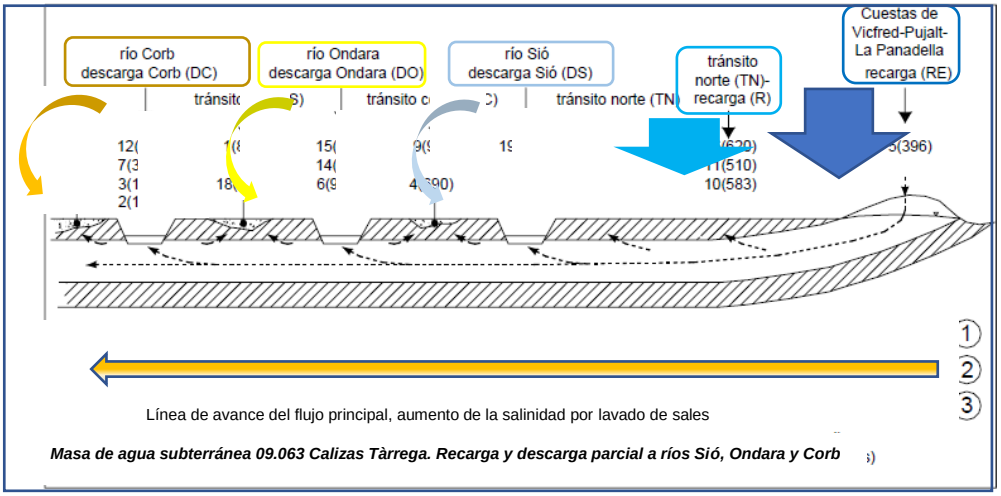


Imagen 31.7. Esquema general del funcionamiento hidrogeológico del acuífero 09.063 tomado y adecuado a nuestro uso, se debe a F.J. Alcalá (2007), que a su vez lo utilizo del original de Pascual y Bayo (1991).

La imagen 31.7, refuerza la existencia que intenta representar el vector de trazos de la imagen 30.7, respecto al avance del flujo, desde la zona de recarga a la de las descargas que sucede hacia los ríos. Conforme avanza el flujo del agua disuelve más sales, y conforme descarga más, las filtraciones locales derivadas de las escorrentías también disminuyen la concentración de las sales disueltas.

Seguramente, como resultado de este doble fenómeno, a medida que el agua va disolviendo sales, se aproxima a su capacidad de saturación, y conforme va descargando hacia los ríos, disminuye el caudal de descarga que realiza al siguiente.

No hay que olvidar que la zona de recarga principal, va quedando lejos, pero la zona de lluvias continua en todo el trayecto del altiplano Segarrense, hasta bien pasado el curso del rio Corb. Si no hubiese lluvias en la zona de las Obagues del rio Corb no tendríamos el paisaje geográfico con densa y variada vegetación arbórea, en la que predomina el roble valenciano.

Del apartado 7 del mismo informe de (Encomienda IGME 090.064) se estima que la recarga del acuífero de las Calizas de Tàrrega es de 4Hm^3/año, por infiltraciones de lluvia y de 0,8Hm^3/año por retornos del riego. Por tanto, el total de recarga del acuífero es de 4,8 Hm^3/año. Confirmando la explicación anteriores de Alcalá, Pascual y Bayo: en las Calizas de Tàrrega, nacen los ríos Sió, Ondara y Cercavins, y tienen también influye en la alimentación del rio Corb. Mostramos

nuevamente el mapa nº cinco, al que se ha añadido una elipse de color rojo, en el que se puede apreciar el nacimiento de los ríos mencionados y su relación con la masa de agua subterránea de Calizas de Tàrrega.

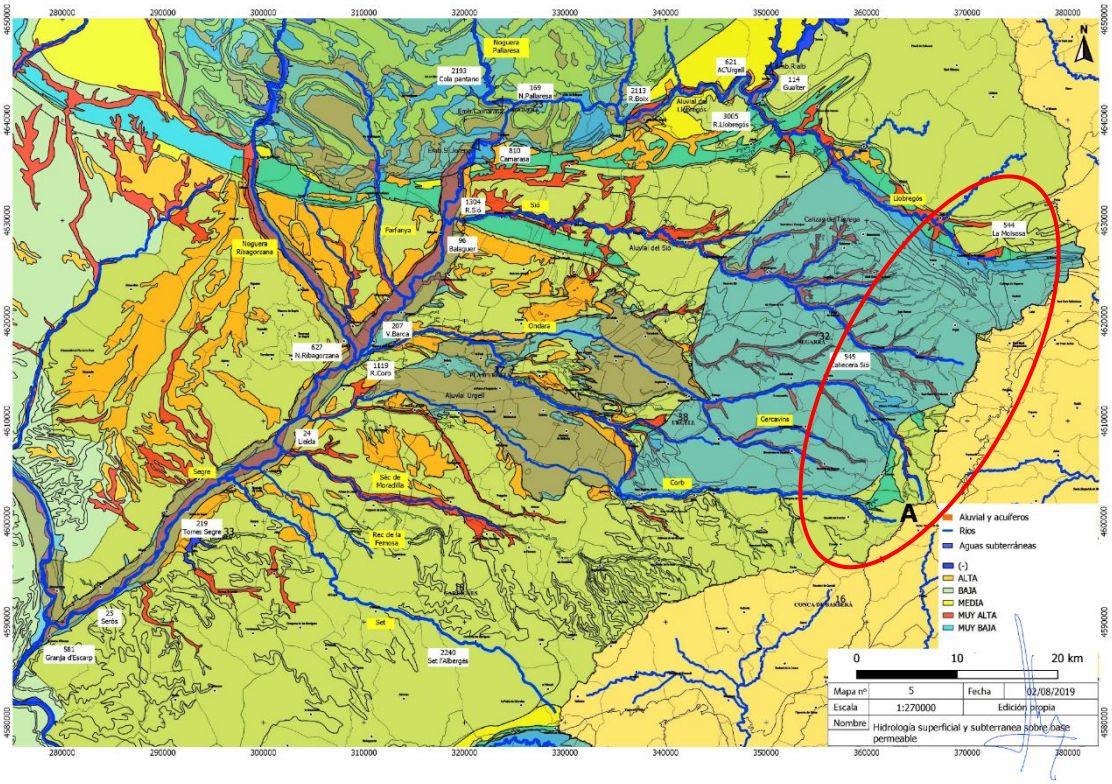


Imagen 32.7. Hidrología superficial y subterránea, con señalización del nacimiento y cabecera de los cauces de los ríos Llobregós, Sió, Ondara y Corb.

De la tabla de derechos consolidados de extracción (Encomienda 09.064) y de las imágenes 44.7 y 58.8 hemos podido contabiliza los pozos y extracciones en cada una de las áreas 4ª y 5ª. En el área 4ª la extracción es de 2,560 hm^3/año, y en el área 5ª estimamos que debe ser de 1,226 hm^3/año

7.10. Área de estudio 4ª. Análisis detallado



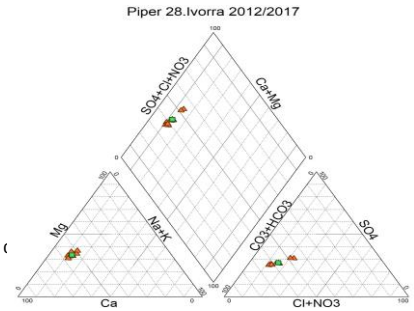
Área de estudio 4ª. Análisis detallado

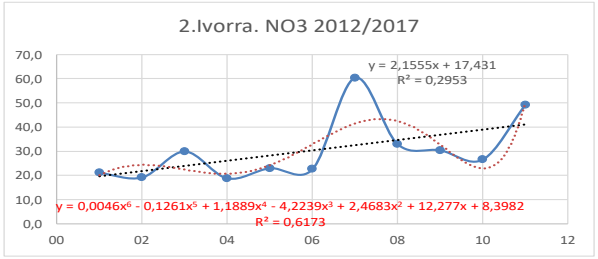
(PCR: 28,72,73,78,86,84,92,94,97)

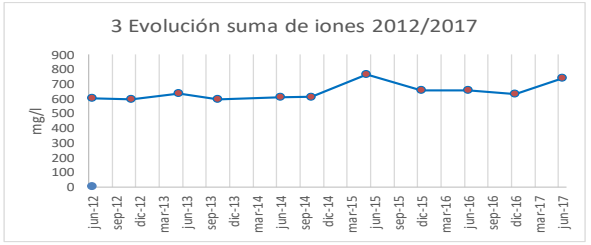
Se inicia la numeración desde la última ficha del área 3ª.

7.10.1. Punto de control 28: Ivorra (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)[33].

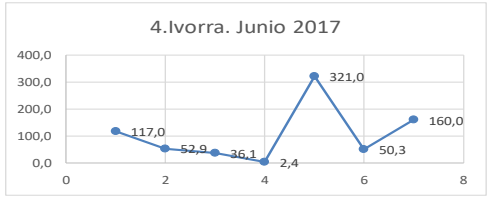
	28	341430063	Ivorra sta Maria					mg/l							
n	nom	libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7
1	s1	analiticas	jun-12		775	7,3	21,1	104,0	36,7	21,6	1,7	310,8	25,7	103,0	603,43
2	s2		nov-12		879	6,7	19,2	91,0	36,3	24,1	1,6	313,0	24,7	104,0	594,73
3	s3		may-13		895	7,1	29,9	106,0	38,4	26,9	1,8	317,0	30,5	116,0	636,64
4	s4		oct-13		785	7,1	18,8	95,8	39,4	21,7	1,6	315,0	22,7	100,0	596,23
5	s5		jun-14		841	7,2	23,0	103,0	36,2	23,9	1,5	315,0	25,6	104,0	609,24
6	s6		oct-14		771	7,1	22,6	106,0	37,8	25,0	1,7	313,0	25,3	103,0	611,76
7	s7		may-15		1129	7,3	60,3	127,0	52,2	39,7	3,1	321,0	55,1	166,0	764,12
8	s8		dic-15		1007	7,4	32,9	111,0	41,1	30,6	2,0	318,0	35,4	118,0	656,13
9	s9		jun-16		939	7,3	30,4	114,0	41,3	28,7	1,9	317,0	34,1	119,0	655,96
10	s10		dic-16		851	7,2	26,6	109,0	35,4	25,1	1,8	315,0	31,1	114,0	631,38
11	s11		jun-17		1074	7,2	49,2	117,0	52,9	36,1	2,4	321,0	50,3	160,0	739,67
12	s12	mds	2012-2017		904	7,2	30,36	107,6	40,7	27,6	1,9	316,0	32,8	118,8	**645,39**
		Desv.T			121,38	0,18	13,15	9,87	6,17	5,82	0,46	3,23	10,71	22,91	**54,50**
		C.V			0,13	0,03	0,43	0,09	0,15	0,21	0,24	0,01	0,33	0,19	**0,08**

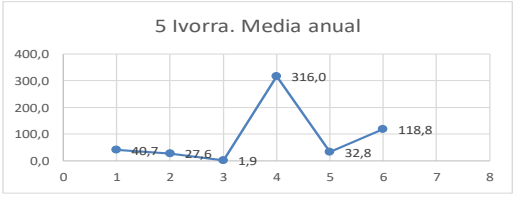












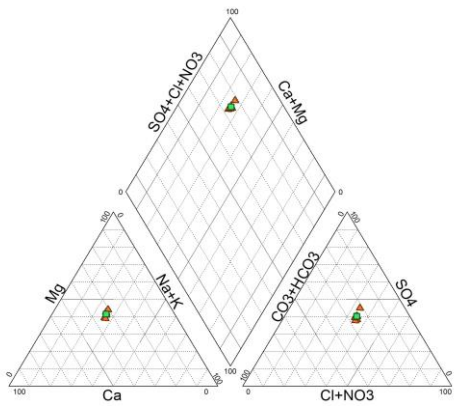
Al finalizar la presentación de todas las fichas cada punto de control que forman esta área, hacemos el comentario y discusión de la evolución de los nitratos y del conjunto de los iones principales, tal y como se ha realizado en el estudio de las áreas anteriores.

[33] (Bd/Acuif) Base de datos sobre las aguas superficiales: Fuente CHEbro. (ver capítulo 3. Pag 84)

7.10.2. Punto de control 72: Plans de Sió (Área4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

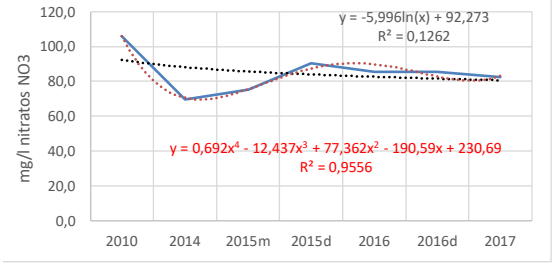
	72	341450058	Pla de Sió	Pz Canos												
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma7	Suma 8	IBG100
1	2010	analitica	sep-10	1	2040	7,2	106,0	170,0	117,0	145,0	2,0	315,0	225,0	515,0	1489,0	1595,0	
2	2014		oct-14	1	1628	7,3	69,7	149,0	113,0	135,0	1,9	314,0	209,0	365,0	1286,9	1356,6	
3	2015m		may-15	1	1993	7,4	75,4	153,0	122,0	137,0	2,1	321,0	198,0	349,0	1282,1	1357,5	
4	2015d		dic-15	1	1989	7,4	90,3	147,0	111,0	133,0	2,1	324,0	193,0	389,0	1299,1	1389,4	
5	2016		jun-16	1	1980	7,4	85,4	155,0	124,0	138,0	1,7	335,0	200,0	390,0	1343,7	1429,1	
6	2016d		dic-16	1	1845	7,3	85,4	149,0	131,0	143,0	1,8	326,0	211,0	412,0	1373,8	1459,2	
7	2017		jun-17	1	1935	7,3	82,6	147,0	101,0	131,0	2,0	324,0	211,0	403,0	1319,0	1401,6	
8	2010-2017	*md*	2010-2117	2	1916	7	85	153	117	137	2	323	207	403	1342	**1427**	**578**
		Desv.T			140,875	*0,076*	*11,557*	*8,133*	*9,815*	*5,094*	*0,146*	*7,111*	10,688	53,773	72,591	82,775	
		CV			0,0735	*0,0103*	*0,1360*	*0,0532*	*0,0839*	*0,0371*	*0,0749*	*0,0220*	*0,0517*	*0,1333*	*0,0541*	*0,0580*	
		C.Correlacón			**0,4342**												

1 Piper 72 Plans de Sió 2002/2017

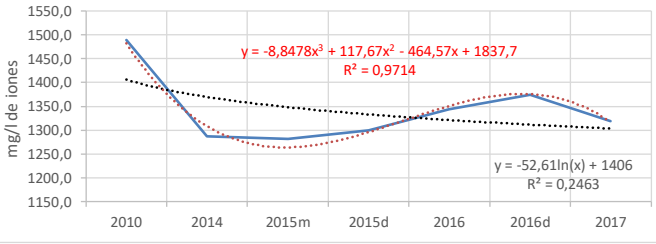


Piper Plans de Sió :aguá sulfatada-clorurada magnesica-calcica

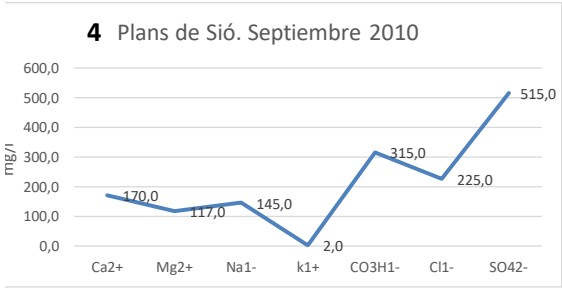
2 Plans de Sió NO $_3$2010/2017



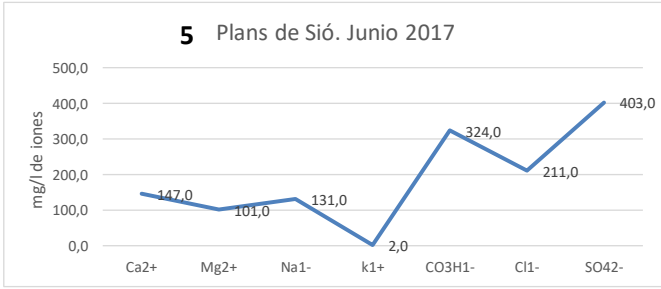
3 Plans del Sió evolución anual de iones 2010/2017



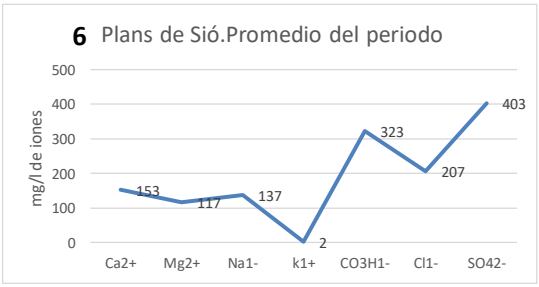
4 Plans de Sió. Septiembre 2010



5 Plans de Sió. Junio 2017

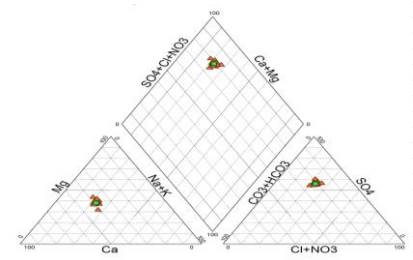


6 Plans de Sió.Promedio del periodo

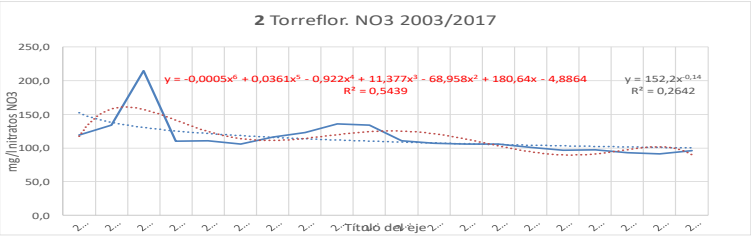


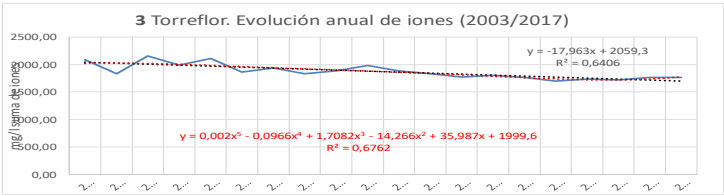
7.10.3. Punto de control 73: Torreflor (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

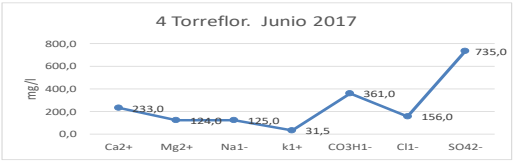
	73	341460036	Torreflor y Florejacs					mg/l							
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2003	analiticas	jul-03	1	2280	7,5	119,0	278,0	157,0	152,0	27,1	378,0	185,0	911,0		2088,10
2	2003b		nov-03		2450	7,5	134,0	210,0	135,0	140,0	17,0	352,0	180,0	800,0		1834,00
3	2004		jul-04		2440	7,3	215,0	287,0	134,0	186,0	53,0	370,0	193,0	929,0		2152,00
4	2005		nov-05		2520	7,4	110,0	249,0	173,0	116,0	40,0	389,0	189,0	834,0		1990,00
5	2006		jul-06		2566	7,3	111,0	256,0	140,0	138,0	38,0	507,0	175,0	854,0		2108,00
6	2007		ago-07		1950	7,2	106,0	234,0	139,0	153,0	41,0	372,0	162,0	758,0		1859,00
7	2008		jul-08		2410	7,3	116,0	227,0	135,0	142,0	31,0	359,0	157,0	885,0		1936,00
8	2009		ago-09		2220	7,3	123,0	239,0	134,0	139,0	31,9	367,0	171,0	751,0		1832,90
9	2010		abr-10		2147	7,2	136,0	240,0	136,0	144,0	26,6	370,0	174,0	797,0		1887,60
10	2011		ago-11		2277	7,2	134,0	243,0	145,0	169,0	27,9	381,0	182,0	831,0		1978,90
11	2012		may-12		2178	7,6	111,0	239,0	160,0	154,0	30,8	375,0	173,0	754,0		1885,80
12	2013		may-13		2394	7,4	107,0	235,0	155,0	136,0	30,7	367,0	161,0	750,0		1834,70
13	2013b		oct-13		2331	7,3	106,0	221,0	149,0	126,0	30,0	368,0	160,0	721,0		1775,00
14	2014		jun-14		2178	7,6	106,0	235,0	145,0	129,0	30,2	367,0	156,0	739,0		1801,20
15	2014b		oct-14		1971	7,4	101,0	232,0	132,0	129,0	32,0	364,0	157,0	718,0		1764,00
16	2015		may-15		2448	7,5	96,6	216,0	130,0	131,0	31,2	362,0	152,0	678,0		1700,20
17	2015b		dic-15		2430	7,7	97,0	217,0	149,0	126,0	30,0	345,0	145,0	721,0		1733,00
18	2016		jun-16		2403	7,4	93,0	224,0	128,0	133,0	31,5	364,0	155,0	687,0		1722,50
19	2016b		dic-16		2115	7,4	91,0	232,0	131,0	132,0	31,2	358,0	153,0	729,0		1766,20
20	2017		jun-17		2295	7,2	96,0	233,0	124,0	125,0	31,5	361,0	156,0	735,0		1765,50
21		md	2003-2017	2	2300	7,4	115,43	237,4	141,6	140,0	32,1	373,8	166,8	779,1	1986,16	**1870,7**
		Desv.T			171,38	0,15	27,03	19,08	12,46	16,44	7,01	32,86	13,85	72,95		**132,8**
		C.V			0,07	0,02	0,23	0,08	0,09	0,12	0,22	0,09	0,08	0,09		**0,1**
		C.Correlación			**0,2890**								1986,16			

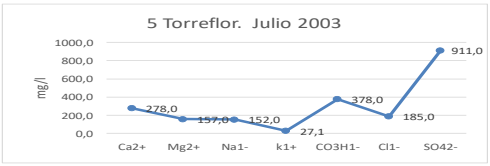


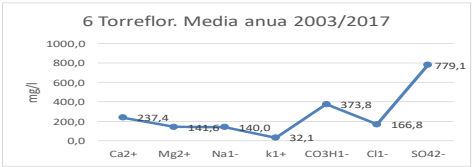
Piper Torreflor, aguas sulfatadas









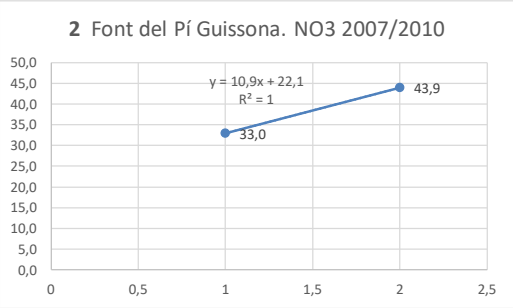


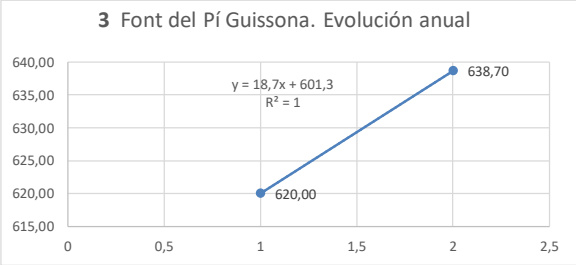
Aguas claramente Sulfatadas. Nivel freático medio a 11,6 m. En todos los puntos de control se sobrepasa la cantidad de nitratos, alcanzando un valor promedio de 85 mg/l. Igual ocurre con la suma de fosfatos, nitritos y amonio, es la más alta de las zonas de estudio: 0,2855 mg/l. En tres puntos de control, las aguas son muy duras, pero en menor cantidad que las de la zona de Calizas de Tàrrega Sur. La tendencia de los nitratos a decrecer, pero su promedio es doble de lo permitido por la ley.

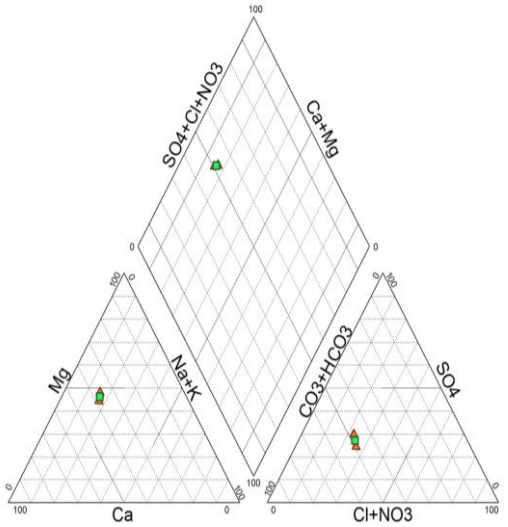
7.10.4. Punto de control 78: Guissona (Área 4ª). Valores series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif).

	78	341420006	Font Pi Guisona					mg/l								
n	nom	libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	s1	**Analiticas**	nov-07	1	843	7,5	33,0	76,0	61,0	36,0	3,0	273,0	65,0	106,0		620,00
2	s2		abr-10		*875*	*7,1*	43,9	80,0	55,6	39,4	1,4	276,0	51,3	135,0		638,70
3	s3	**md**	2007- 2010	2	859	7,3	38,5	78,0	58,3	37,7	2,2	274,5	58,2	120,5	667,8	**629,35**
		Desv.T			22,63	0,28	7,71	2,83	3,82	2,40	1,13	2,12	9,69	20,51		**13,22**
		C.V			0,03	0,04	0,20	0,04	0,07	0,06	0,51	0,01	0,17	0,17		**0,02**

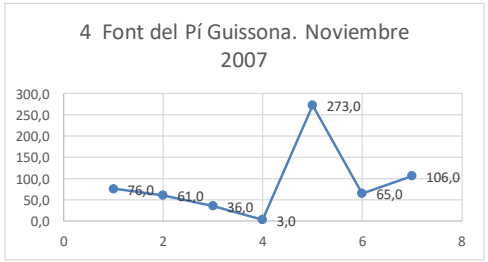
Aumento 3% en 3 años

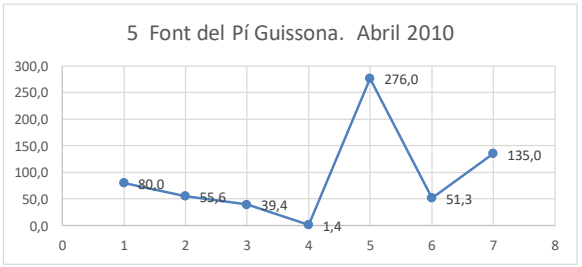


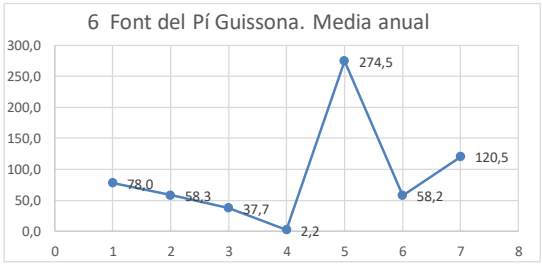




Piper Guissona: aguas mixta



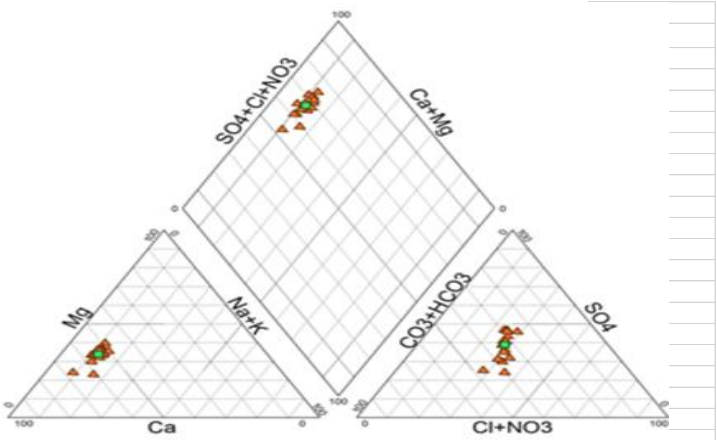




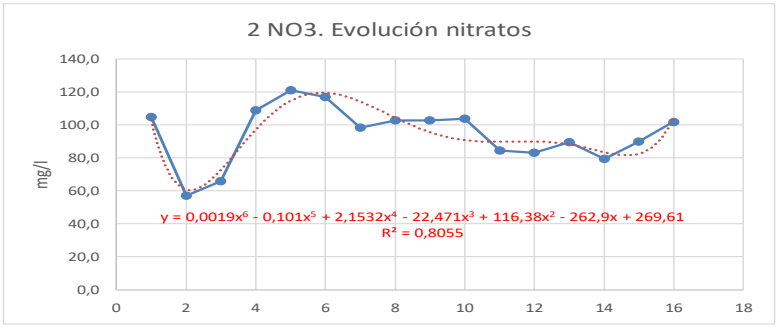
Las aguas, según el diagrama de Piper, están entre los límites de sulfatadas/bicarbonatadas. Son aguas duras, pero sin llegar a los limites superiores. La tendencia del contenido de nitratos es estable y con valores mínimos de próximos a 40 mg/l.

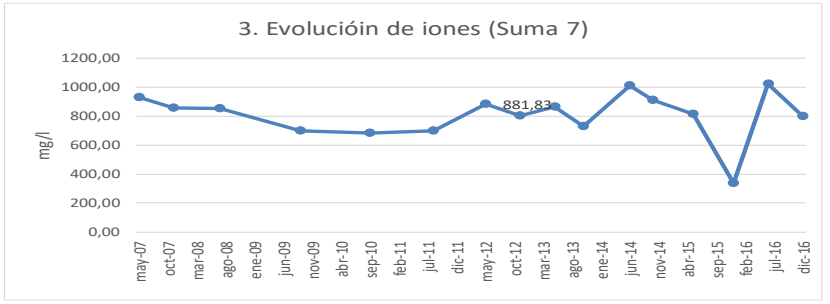
7.10.5. Punto de control 86: Les Oluges (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

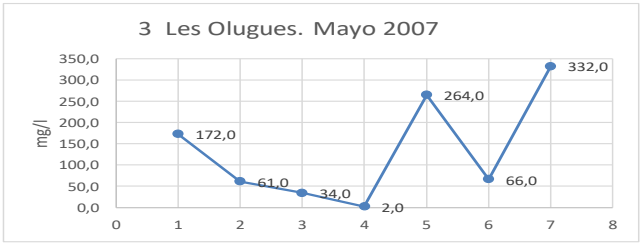
	86	341420017	Les Oluges				mg/l								
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7
1	1s	analitica	may-07		1033	7,2	105,0	172,0	61,0	34,0	2,0	264,0	66,0	332,0	931,00
2	2s		nov-07		1033	7,4	57,0	157,0	60,0	45,0	3,0	264,0	91,0	236,0	856,00
3	3s		jul-08		975	7,5	66,0	146,0	58,0	43,0	2,0	240,0	88,0	276,0	853,00
4	4s		sep-09		1176	7,0	109,0	187,0	67,4	40,7	2,3	262,0	28,5	110,0	697,90
5	5s		sep-10		1072	7,3	121,0	106,0	23,0	15,5	1,0	269,0	77,3	191,0	682,84
6	6s		ago-11		1026	7,2	117,0	115,0	56,7	30,1	1,5	268,0	61,6	164,0	696,88
7	7s		may-12		1161	7,3	98,5	155,0	68,4	38,8	1,9	273,0	77,7	267,0	881,83
8	8s		nov-12		1283	6,5	103,0	138,0	59,2	34,2	1,7	271,0	75,3	224,0	803,43
9	9s		may-13		1359	7,1	103,0	159,0	58,5	35,5	1,6	271,0	70,2	267,0	862,83
10	10s		oct-13		1190	6,8	104,0	132,0	55,0	29,5	1,6	276,0	62,2	173,0	729,30
11	11s		jun-14		1301	7,2	84,7	191,0	59,1	43,9	2,0	271,0	89,9	352,0	1008,91
12	12s		oct-14		1176	7,2	83,1	152,0	65,5	49,8	2,2	274,0	89,9	276,0	909,43
13	13s		may-15		1233	7,0	89,7	150	61,7	39,3	2,1	200	79,1	282	814,20
14	14s		dic-15		642	7,9	79,4	62,9	14,4	17,7	1,7	144,0	27,8	66,8	335,30
15	15s		jun-16		1528	7,2	90,0	190,0	67,5	51,8	2,3	275,0	89,1	345,0	1020,67
16	16s		dic-16		1222	7,4	102,0	142,0	57,7	34,9	1,8	274,0	74,6	213,0	798,01
17	17s	**md**	2007-2016		1151	7,2	94,5	147,2	55,8	36,5	1,9	256,0	71,8	235,9	**805,10**
		Desv.T			196,59	0,31	17,42	33,13	15,13	10,03	0,43	35,39	19,61	80,89	**161,99**
		C.V			0,17	0,04	0,18	0,23	0,27	0,28	0,23	0,14	0,27	0,34	**0,20**

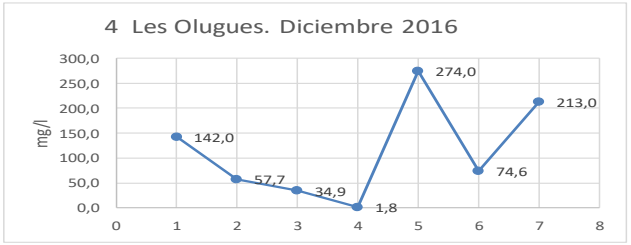


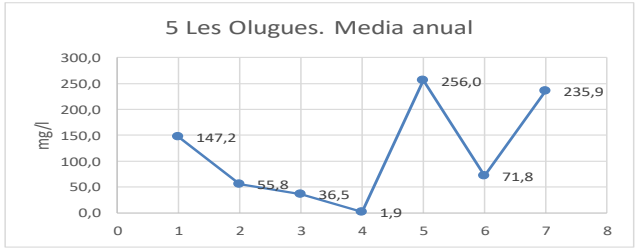
Piper Les Oluges 86. Agua sulfatada calcica







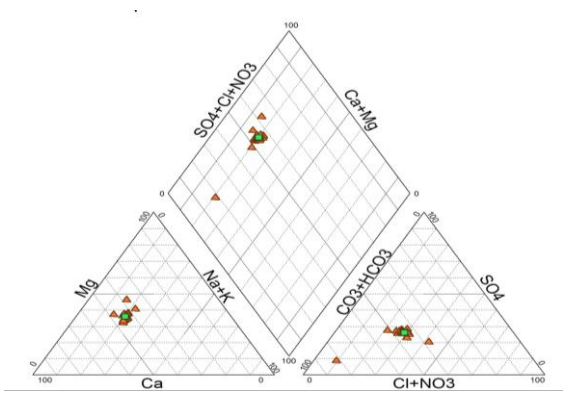




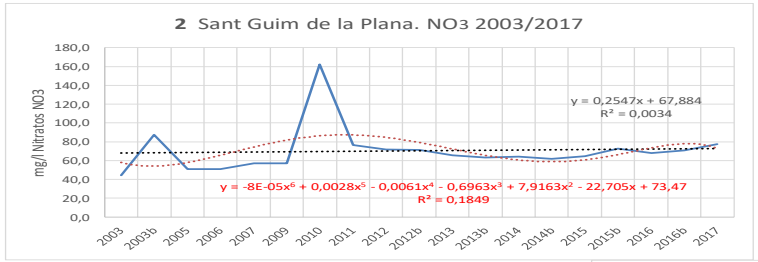
Aguas sulfatadas, cercanas a aguas mixtas con bicarbonatadas. El nivel de los nitratos, aparentemente decrece, pero con puntos en pico que indican aportaciones importantes de nitrogenados. Aguas duras, que sobrepasan los valores máximos permitidos. Materia orgánica de 9 mg/l.

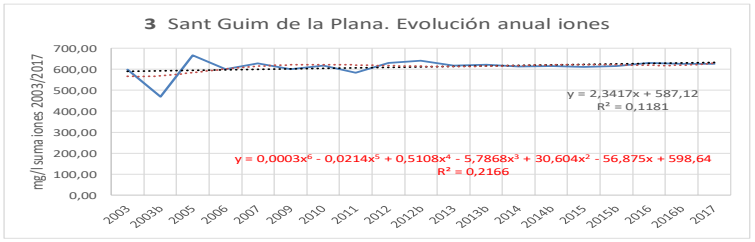
7.10.6. Punto de control 84: Sant Guim de la Plana (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

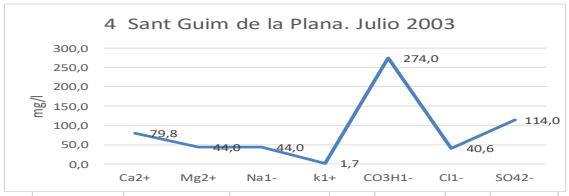
	84	341430022 Sant Guim Plana														mg/l		
n	Nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}			Piezm	Suma 7
1	2003	analitica	jul-03	1	753	7,3	44,5	79,8	44,0	44,0	1,7	274,0	40,6	114,0			16,40	598,10
2	2003b		nov-03		760	7,7	87,5	60,0	44,0	27,0	2,5	215,0	36,0	85,0			12,10	469,50
3	2005		nov-05		914	7,5	51,0	104,0	51,0	49,0	3,0	279,0	56,0	124,0				666,00
5	2006		jul-06		713	6,6	51,0	89,0	46,0	45,0	3,0	258,0	53,0	107,0			7,10	601,00
6	2007		ago-07		735	7,1	57,0	90,0	47,0	43,0	3,0	261,0	57,0	126,0			12,70	627,00
7	2009		ago-09		735	7,1	57,0	84,5	45,8	46,3	1,7	255,0	51,0	116,0			12,70	600,30
8	2010		abr-10		966	7,3	162,0	105,0	49,5	36,7	1,8	250,0	68,6	105,0			3,99	616,60
9	2011		ago-11		873	7,2	76,4	72,0	47,4	47,9	1,8	246,0	59,0	110,0			8,18	584,08
10	2012		may-12		868	7,3	71,7	95,0	45,2	50,4	1,9	254,0	61,6	121,0				629,11
11	2012b		nov-12		1076	7,4	71,3	91,0	44,6	51,3	2,3	257,0	60,1	133,0				639,30
12	2013		may-13		966	7,4	65,6	88,3	41,8	48,9	1,8	262,0	52,8	121,0				616,62
13	2013b		oct-13		927	7,2	63,2	88,6	46,2	47,0	1,9	263,0	54,6	119,0			15,45	620,32
14	2014		jun-14		939	7,3	64,3	88,3	40,0	46,5	1,8	264,0	54,2	118,0				612,78
15	2014b		oct-14		748	7,3	61,9	91,6	41,0	46,9	1,9	261,0	55,4	118,0			15,38	615,78
16	2015		may-15		849	7,4	64,9	92,1	38,4	47,3	2,2	260,0	56,0	114,0			11,59	610,00
17	2015b		dic-15		1040	7,4	72,8	91,8	41,5	48,5	2,0	260,0	56,2	114,0			11,92	613,98
18	2016		jun-16		988	7,6	67,8	95,5	43,7	48,9	1,8	262,0	57,6	121,0			12,27	630,53
19	2016b		dic-16		998	7,3	70,9	92,7	40,4	47,0	1,9	260,0	58,7	124,0			16,31	624,71
20	2017		jun-17		978	7,3	77,4	89,9	46,0	46,9	2,0	258,0	58,8	123,0			11,65	624,55
21	2003 2017	**md**		2	886	7,3	70,43	88,9	44,4	45,7	2,1	257,8	55,1	116,5	681,0		11,98	**610,54**
		Desv.T			115,30	0,23	24,47	10,11	3,29	5,52	0,45	12,70	7,10	10,18			3,57	**38,35**
		C.V			0,13	0,03	0,35	0,11	0,07	0,12	0,21	0,05	0,13	0,09			0,30	**0,06**
		C.Correlación			**0,420**													

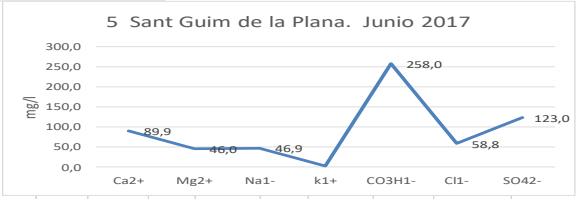


Piper Sant Guim de la Plana:aguas Sulfatada-bicarbonatada







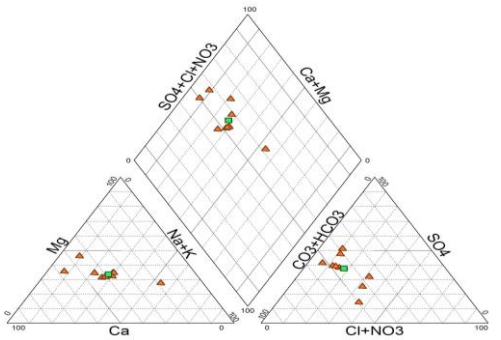




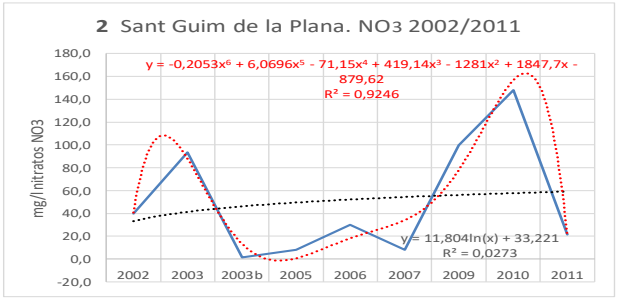
Nivel freático a 12,5 m: las aguas son mixtas sulfatadas-bicarbonatadas. Ligera tendencia al aumento de los nitratos, con valores entre 60 y 70 mg/l. Se observan puntos crecientes importantes de nitratos. El valor de la materia orgánica es de 9 mg/l.

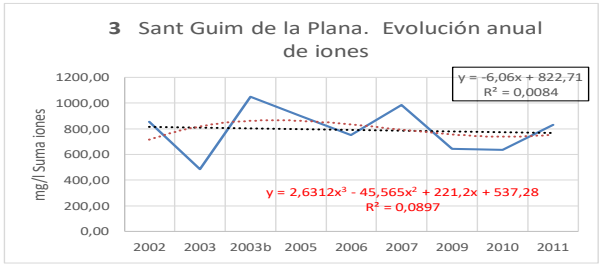
7.10.7. Punto de control 92: Sant Guim de la Plana (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

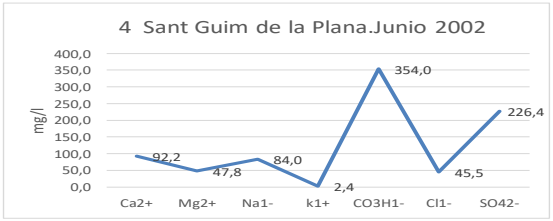
		92	341470001	Sant Guim de la Plana											
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2002	analiticas	jun-02		1153	7,5	39,9	92,2	47,8	84,0	2,4	354,0	45,5	226,4		852,30
2	2003		jul-03		698	7,7	93,5	79,1	48,8	18,2	0,0	207,0	36,7	95,6		485,40
3	2003b		nov-03		1360	7,8	1,6	55,0	50,0	180,0	8,0	344,0	53,0	360,0		1050,00
4	2005		nov-05		1095	7,4	8,0	106,0	62,0	97,0	5,0	356,0	47,0	226,0		899,00
5	2006		jul-06		1137	6,8	30,0	109,0	49,0	75,0	4,0	314,0	5,0	194,0		750,00
6	2007		ago-07		909	7,4	8,0	119,0	56,0	88,0	5,0	350,0	50,0	317,0		985,00
7	2009		ago-09		850	7,5	99,6	100,0	46,8	53,9	2,2	227,0	57,6	156,0		643,50
8	2010		abr-10		826	7,6	148,0	106,0	39,9	15,0	1,6	340,0	57,7	77,0		637,20
9	2011		ago-11		1034	7,3	21,5	89,9	53,3	84,7	3,1	338,0	43,3	217,0		829,30
10		md	2002-2011		1007	7,4	50,0	95,1	50,4	77,3	3,5	314,4	44,0	207,7	842,4	**792,4**
		Desv.T			204,26	0,29	51,41	19,12	6,21	48,83	2,34	56,82	16,11	92,48		**180,99**
		C.V			0,20	0,04	1,03	0,20	0,12	0,63	0,67	0,18	0,37	0,45		**0,23**
		C.Correlación			0,784											

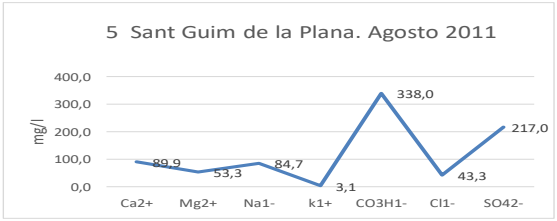


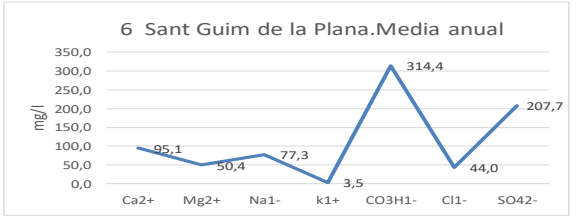
Piper Sant Guim de la Plana 92 : aguas sulfatada-bicarbonatada









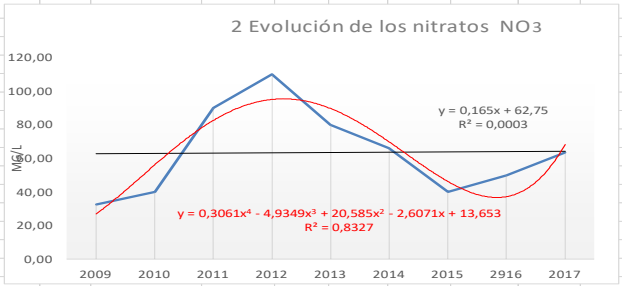


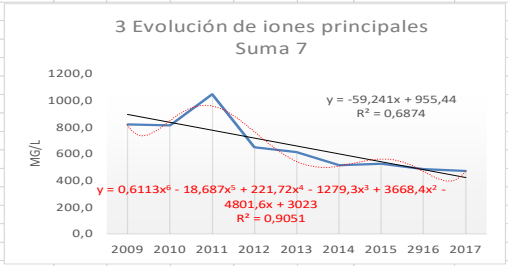
Los valores que hemos llegado a determinar, provocan dispersión en el diagrama triangular de Piper. Las evoluciones en los gráficos de nitratos (2), así como la suma de iones (3), son irregulares. Posiblemente la causa sea la irregularidad de la frecuencia de la extracciones de aguas.

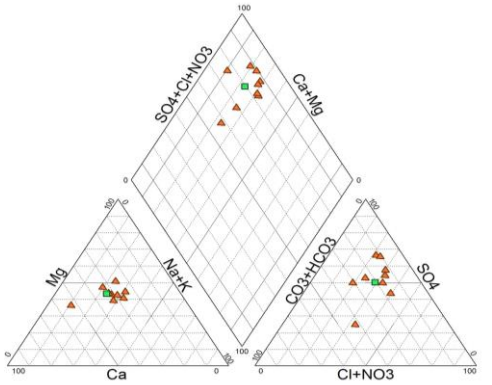
7.10.8. Punto de control 94: Sant Guim de Freixenet (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif).

92 **341530042**
Sant Guim de Freixenet

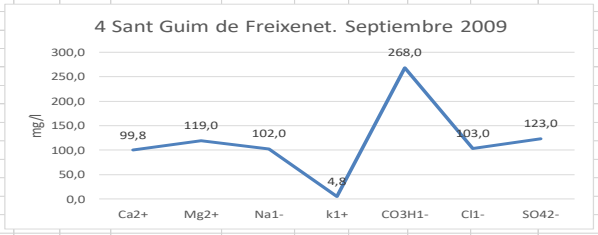
N	Nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Piezm	Suma 7
1-	2009	**series**	sep-09	2	1355	7,3	32,60	99,8	119,0	102,0	4,8	268,0	103,0	123,0		819,6
2	2010	***series***	sep-10	2	*864*	*7,8*	*40,00*	65,6	53,8	58,0	5,7	240,0	87,4	303,0	*5,06*	813,5
3	2011	***series***	ago-11	2	*1258*	*7,5*	*90,00*	*191,0*	*78,9*	*41,8*	*3,1*	*239,0*	*75,1*	*417,0*	*6,50*	1045,93
5	2012	***series***	oct-12	2	*855*	*7,8*	*110,00*	*67,5*	*57,8*	*43,1*	*4,0*	*75,0*	*77,4*	*323,0*	*6,50*	647,78
6	2013	***series***	abr-13	2	*895*	*7,6*	*80,00*	*61,8*	*50,4*	*49,9*	*4,6*	*62,0*	*81,1*	*301,0*	*6,00*	610,81
7	2014	*series*	ago-14	2	*812*	*7,6*	*66,00*	*50,0*	*36,6*	*48,1*	*4,2*	*62,0*	*87,3*	*225,0*	*7,18*	513,22
8	2015	*series*	sep-15	2	*725*	*7,6*	*40,00*	*50,4*	*44,4*	*53,6*	*4,9*	*70,0*	*91,9*	*211,0*	*6,29*	526,2
9	2916	***series***	feb-16	2	*674*	*8,2*	*50,00*	*43,5*	*39,2*	*55,9*	*4,7*	*79,0*	*86,5*	*177,0*	*5,44*	485,83
10	2017	**series**	abr-17	2	732	7,4	63,58	37,2	40,8	51,2	4,8	82,0	90,3	164,0	3,80	470,25
11	media	media	**media**	1	908	7,6444	63,575	74,1	57,9	56,0	4,5	130,8	86,7	249,3	5,846	659,2
			dm		*225*	*0,2*	*24,46*	*44,8*	*24,8*	*17,1*	*0,7*	*84,2*	*7,9*	*88,0*	0,989	184,49
			C,V		***0,248***	***0,033***	***0,385***	***0,604***	***0,428***	***0,305***	***0,148***	***0,644***	***0,091***	***0,353***	**0,169**	**0,2799**

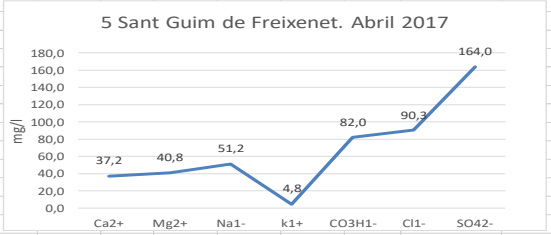


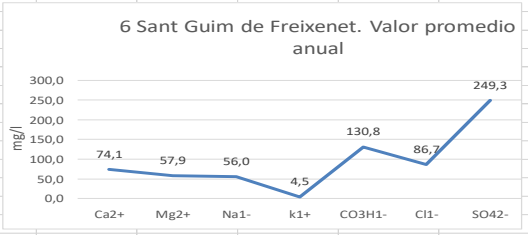




Piper Sant Guim de Freixenet: agua sulfatada magnesica



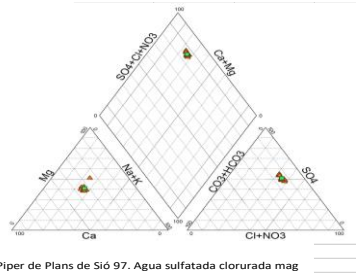




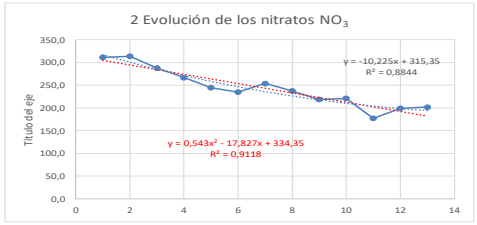
En este PCR, nos encontramos con una irregularidad de los resultados analíticos, que afectan al diagrama de Piper y a la evolución de los nitratos (grafico 2). Consideramos que esta irregularidad se puede deber a las aportaciones de nitratos excesivas durante los años 2011, 12 y 13, que distorsiona su evolución. Efecto que no se aprecia en la evolución decreciente del resto de los iones (∑7) desde el año 2011. (gráfico 3)

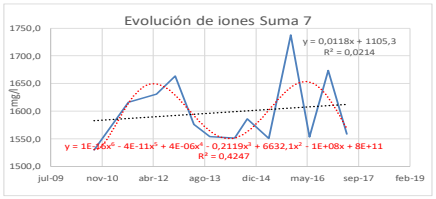
7.10.9. Punto de control 97: Plans de Sió (Área 4ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

	97	341410066	Plans de Sió					mg/l								
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
2	2010	analiticas	sep-10		2460	7,7	311,0	192,0	151,0	154,0	22,4	260,0	238,0	705,0		1530,4
3	2011		ago-11		2367	7,2	314,0	172,0	213,0	179,0	25,4	265,0	236,0	698,0		1616,4
4	2012m		may-12		2466	7,6	288,0	216,0	160,0	149,0	34,7	260,0	270,0	757,0		1630,7
5	2012n		nov-12		2889	7,1	267,0	213,0	156,0	185,0	33,7	262,0	260,0	767,0		1663,7
6	2013m		may-13		2628	7,2	245,0	205,0	148,0	172,0	33,3	268,0	232,0	723,0		1576,3
7	2013o		oct-13		2601	7,1	235,0	209,0	152,0	174,0	32,2	279,0	237,0	680,0		1554,2
8	2014j		jun-14		2574	7,5	254,0	203,0	154,0	166,0	31,1	275,0	233,0	692,0		1551,1
9	2014o		oct-14		2428	7,2	237,0	217,0	148,0	168,0	33,4	280,0	238,0	719,0		1586,4
10	2015m		may-15		2295	7,6	219,0	196,0	143,0	171,0	36,0	272,0	233,0	696,0		1551
11	2015d		dic-15		2916	7,8	221,0	253,0	169,0	172,0	37,7	277,0	234,0	848,0		1737,7
12	2016j		jun-16		2664	7,6	177,0	218,0	143,0	164,0	38,4	266,0	219,0	723,0		1553,4
13	2016d		dic-16		2556	7,8	199,0	215,0	146,0	174,0	38,3	262,0	233,0	820,0		1673,3
14	2017		jun-17		2529	7,5	202,0	195,0	141,0	150,0	36,9	255,0	221,0	755,0		1558,9
15	2010 2017	md			2567	7,5	243,8	208,0	155,7	167,5	33,3	267,8	237,2	737,2		**1598,7**
		Desv.T			181,74	0,26	42,34	18,81	18,86	10,88	4,83	8,13	13,79	50,87		**61,86**
		C.V			0,07	0,03	0,17	0,09	0,12	0,06	0,14	0,03	0,06	0,07		**0,04**

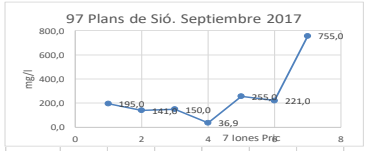


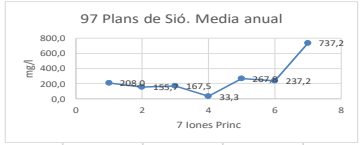
Piper de Plans de Sió 97. Agua sulfatada clorurada mag











Aguas claramente sulfatadas. La tendencia de los iones disueltos forma una línea quebrada con varios puntos altos, seguramente coincidentes con bajas pluviometrías. Los nitratos muestran cierta tendencia a disminuir, pero con mínimos superiores a los 150 mg/l.

7.11. Discusión/comentarios

7.11.1. Sobre las sustancias encontradas en el agua

a) Nitratos.

Estamos en un área de intensa actividad ganadera y de cultivos dominantes de los cereales de invierno que se prestan a los abonados intensos de fondo. En esta área ya se ha indicado que las extracciones de aguas subterráneas son bajas en relación a las permitidas en los áreas 1ª, 2ª y 3ª, a esta trilogía de circunstancias: sumadas a núcleos de población importantes y carencia hasta hace pocos años de dos EDAR, pueden haber influido en una contaminación de suelos y aguas subterráneas importantes.

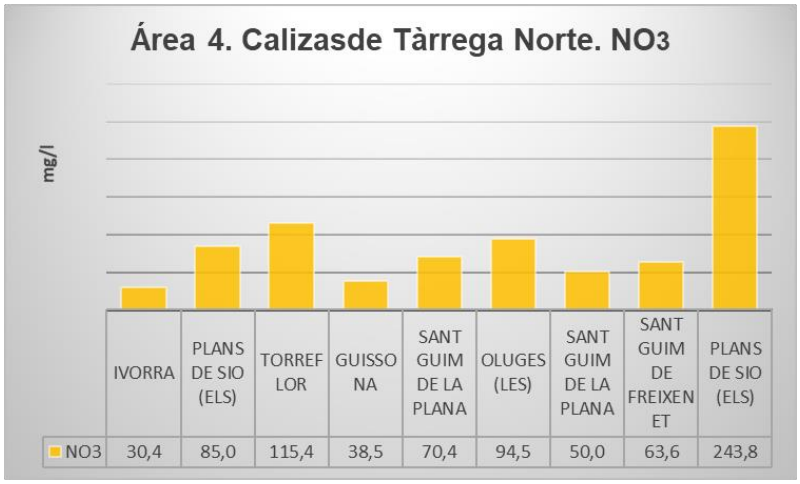


Imagen 32.7. Contenido de nitratos en los PRC. En el 66% de los PRC se iguala o supera el límite permitido de nitratos. (Bd/Acuif)

Se puede apreciar en la imagen 32.7, que para ser un valor medio, si tenemos en cuenta que el valor máximo tolerado es 50 mg/l, los que aparecen en la imagen son muy altos, y sobre todo valores generalizados, puesto que el 77% igualan o superan el límite tolerado.

También cabe destacar que nos estamos refiriendo a PCR que se encuentran en las proximidades de la zona de recarga del acuífero y cerca del nacimiento del río Sió en su curso alto y que esta circunstancia debería ser favorable para que en el aluvial del río el contenido del ion de nitrato no fuera excesivamente alto, si no incurrieran posiblemente factores como los que hemos mencionado en el inicio: intensidad ganadera, cultivos de cereal de invierno en secano, y zona poblada y durante tiempo sin EDAR. Valoramos la tendencia del contenido de los nitratos en cada PCR utilizando los valores de última columna (incremento/anual) de la tabla 16.7, para obtener el valor del incremento o decremento en cada PCR, utilizamos, de cada serie, los valores: inicial, final y años que componen la serie.

Tabla 16.7 Resumen de la evaluación de nitratos en los PCR (fichas de cada PCR :7.10.1 a 7.10.9)

PCR	Municipio	Piper	Promedio mg/l [34]	Valor inicial mg/l[35]	Valor final mg/l[36]	Incremento mg/l	años	Incremento anual mg/l año
28	Ivorra	B/S Ca	30,66	20,15	49,2	28,05	6	4,83
78	Guissona	S/B CaMg	38,5	33	43,9	10	3	3,63
84	Sant Guim Plana	S/B CaMg	70,43	44,5	77,4	32,9	10	3,29
94	Sant Guim Freixenet	S CaMgCl	63,57	32,6	63,58	30,98	10	3,098
72	Plans de Sió	SCaMg	85	106	82,6	-23,4	5	-4,68
73	Torreflor	SCaMg	115,43	119	96	-23	15	-1,53
86	Les Oluges	S/BCa	94,5	105	102	-3	10	-0,3
92	Sant Guim de la Plana	S/BNa-K-Ca	50	39,9	21,5	-18,4	8	-2,3
97	Plans de Sió	S Mg CaCl	243,8	311	202	-109	8	-13,62
		Promedio	84,87	90,12	82,02	-8,21	8,4	-0,97

Los valores de incremento anual, cuatro PCR siguen una evolución de incrementar el contenido de nitratos y cinco una tendencia a disminuirla.
Los PCR que tienden a incrementar tienen un valor medio entre ellos de 40,634 mg/l y de los que tienden a disminuir 117,74 mg/l. Los que incrementan lo hacen a razón de 3,712 mg/l año y los que disminuyen a un ritmo de 4,486 mg/ año. también se debe destacar que los valores finales de las series de los que tienden al aumento son 58,52 mg/l y los que tienden a la disminución son 100,82 mg/l.

[34] Promedio de los valores anuales de toda la serie histórica.
[35] Valor inicial del año de la serie histórica.
[36] Valor último del año de la serie histórica.

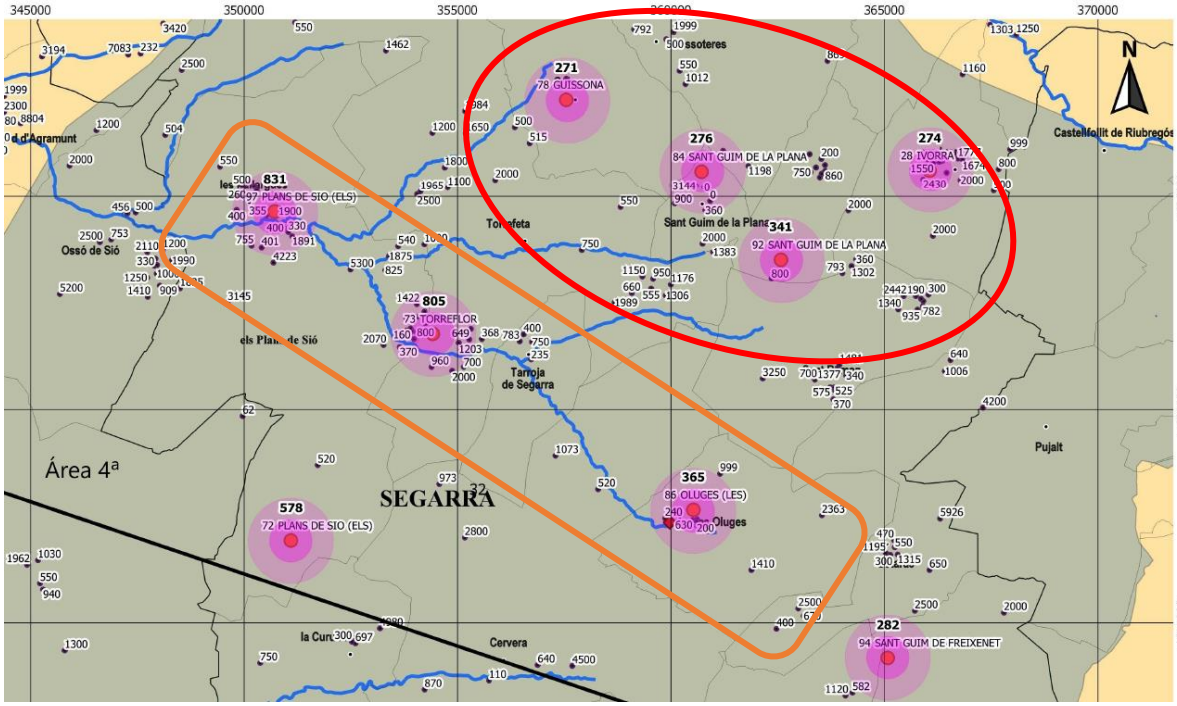


Imagen 33.7, zonas del Área 4ª Norte: altitud media de la situación de los PCR.

Para intentar deducir alguna razón de aumentos y disminuciones recurrimos al mapa 48 A, recortando la zona y manteniendo las coordenadas. Los PCR situados en el interior de la elipse de color rojo están a una altitud media de 522 msnm. Y los situados en el aluvial de la cueca alta río Sió y de la confluencia de las tres rieras enmarcados en el interior del rectángulo de color marrón están a una altitud media de 452 msnm. Entre los dos grupos hay un desnivel medio de 70 m. Lo que hace suponer que las escorrentías superficiales y los aluviales de las rieras, deben arrastrar buena parte de nutrientes de la zona alta a la baja. Además de los posibles efectos topográficos e hidrológicos, es posible que el origen de disminuciones y aumentos, sea elemental: los que tienen valores altos, entre otras por la presión administrativa, tiendan a esforzarse en disminuir por la presión social y administrativa y el resto al no superar los máximos permitidos administrativamente, continúan con sus hábitos.

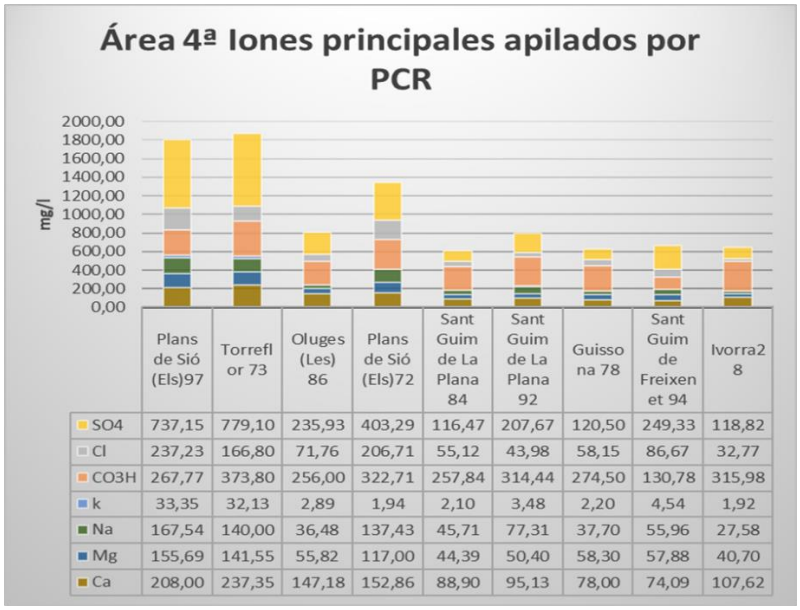
b) Iones principales

Tabla 17.7. Parámetros e iones principales. (Elaboración propia en base a los resultados obtenidos partiendo de Bd/Acuif).

Municipio	PC	CE	pH	NO3	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	Pz	PO4	NH4	NO2	Suma 3	Suma 4
IVORRA	28	904	7,2	30,4	108	41	28	2	316	33	119	645	676	274		0,0469	0,0457	0,1290	0,222	30,585
PLANS DE SIO (ELS)	72	1916	7,3	85,0	153	117	137	2	323	207	403	1342	1427	578	1,9	0,0485	0,0576	0,0130	0,119	85,091
TORREFLOR	73	2300	7,4	115,4	237	142	140	32	374	167	779	1871	1986	805	6,1	0,0951	0,0628	0,0262	0,184	115,614
GUISSONA	78	859	7,3	38,5	78	58	38	2	275	58	121	629	668	271		0,0530	0,1250	0,0265	0,205	38,655
SANT GUIM DE LA PLANA	84	886	7,3	70,4	89	44	46	2	258	55	116	611	681	276	12,5	0,0551	0,0643	0,0357	0,155	70,587
OLUGES (LES)	86	1151	7,2	94,5	147	56	36	3	256	72	236	806	901	365	37,8	0,1281	0,0791	0,0118	0,219	94,744
SANT GUIM DE LA PLANA	92	1007	7,4	50,0	95	50	77	3	314	44	208	792	842	341		0,4790	0,4900	0,0340	1,003	51,014
SANT GUIM DE FREIXENET	94	908	7,6	63,6	74	58	56	5	131	87	249	659	723	293	5,8	0,0545	0,1731	0,0466	0,274	63,844
PLANS DE SIO (ELS)	97	2567	7,5	243,8	208	156	168	33	268	237	737	1807	2051	831	5,7	0,0545	0,0831	0,0512	0,189	243,958
md		1389	7,4	87,9	132	80	81	9	279	107	330	1018	1106	448	11,6	0,1127	0,1312	0,0416	0,286	88,186

En la Imagen 33.7, constan los valores de los iones principales apilados ∑7 (sin el valor de los nitratos) y con los PCR ordenados de mayor a menor. Los PCR 97, 73 y 72 destacan por su alto contenido en sulfatos que, sin lugar a dudas, son fruto de la composición de los suelos y su contenido en yesos; sulfato cálcico (SO_4Ca). El calcio y los cloruros (Cl^{-1}) también destacan en los mismos. Los bicarbonatos se mantienen en el mismo orden de magnitud. Respecto a los otros iones, se mantienen en niveles semejantes para el resto de los PCR.

c) Iones principales

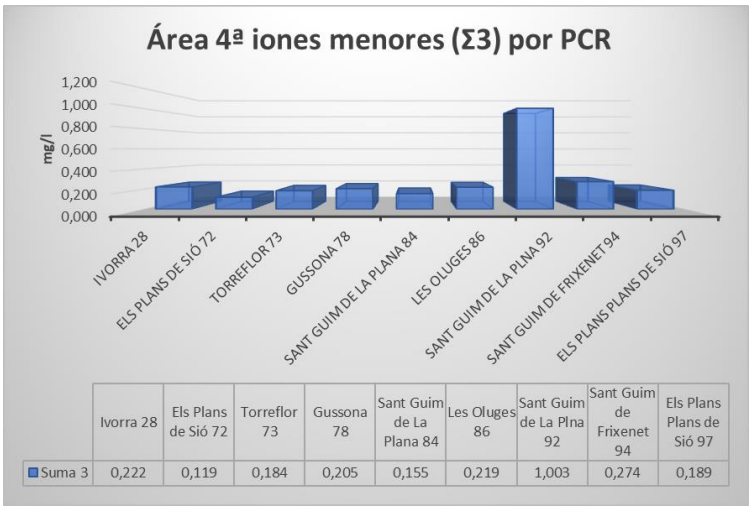


	Plans de Sió (Els)97	Torrefl or 73	Oluges (Les) 86	Plans de Sió (Els)72	Sant Guim de La Plana 84	Sant Guim de La Plana 92	Guisso na 78	Sant Guim de Freixen et 94	Ivorra2 8
SO4	737,15	779,10	235,93	403,29	116,47	207,67	120,50	249,33	118,82
Cl	237,23	166,80	71,76	206,71	55,12	43,98	58,15	86,67	32,77
CO3H	267,77	373,80	256,00	322,71	257,84	314,44	274,50	130,78	315,98
k	33,35	32,13	2,89	1,94	2,10	3,48	2,20	4,54	1,92
Na	167,54	140,00	36,48	137,43	45,71	77,31	37,70	55,96	27,58
Mg	155,69	141,55	55,82	117,00	44,39	50,40	58,30	57,88	40,70
Ca	208,00	237,35	147,18	152,86	88,90	95,13	78,00	74,09	107,62

Imagen 33.7. Iones principales en Calizas Tàrrega norte. (Elaboración propia).

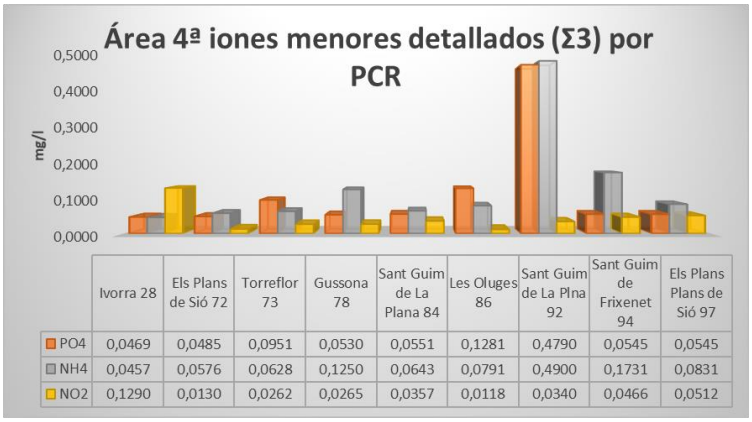
d) Iones menores.

Los iones menores: fosfatos (PO_4^{2-}), amonio (NH_4^{+1}), nitritos (NO_2^{-1}), también los hemos denominado agronómicos, ya que mayoritariamente proceden de los fertilizantes agrícolas y de sus reacciones en el suelo. Sus valores normalmente son inferiores a 1 mg/l, (de ahí a denominarlos de menores). Su adición es la Suma 3 (∑3), representados en la imagen 34/7. En la imagen 35/7 están desglosados por cada PCR, de forma que se pueda ver la importancia de cada uno en la formación de ∑3.



	Ivorra 28	Els Plans de Sió 72	Torreflor 73	Gussona 78	Sant Guim de La Plana 84	Les Oluges 86	Sant Guim de La Plna 92	Sant Guim de Frixenet 94	Els Plans Plans de Sió 97
Suma 3	0,222	0,119	0,184	0,205	0,155	0,219	1,003	0,274	0,189

Imagen 34.7. Iones secundarios Suma 3, en Calizas Tàrrega norte. (Elaboración propia).

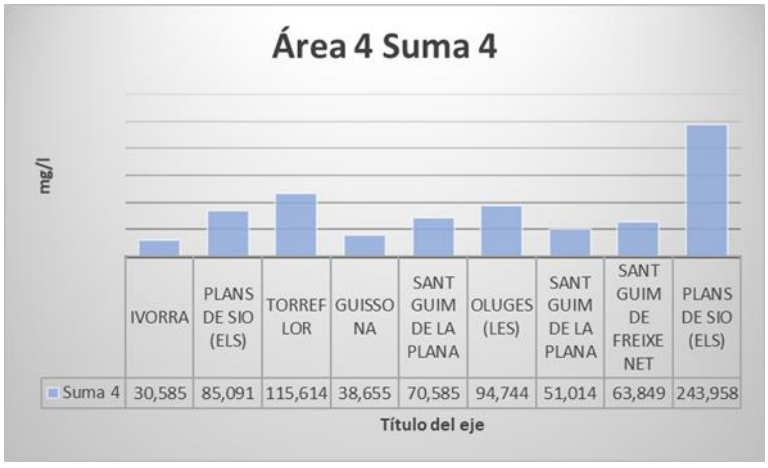


	Ivorra 28	Els Plans de Sió 72	Torreflor 73	Gussona 78	Sant Guim de La Plana 84	Les Oluges 86	Sant Guim de La Plna 92	Sant Guim de Frixenet 94	Els Plans Plans de Sió 97
PO4	0,0469	0,0485	0,0951	0,0530	0,0551	0,1281	0,4790	0,0545	0,0545
NH4	0,0457	0,0576	0,0628	0,1250	0,0643	0,0791	0,4900	0,1731	0,0831
NO2	0,1290	0,0130	0,0262	0,0265	0,0357	0,0118	0,0340	0,0466	0,0512

Imagen 35.7. Iones agronómicos en Área 4ª. (Elaboración propia).

En comparación con los nitratos, los sulfatos, los nitritos, el amonio y los fosfatos, en suelos con pH 7 o más, son poco solubles. Ésta la razón de que, a pesar de las grandes cantidades de fertilizantes con fosforados, sus valores en las aguas sean pequeños.

Los nitratos, no están presentes de forma natural en los suelos, pero su presencia en las aguas se debe a las aportaciones de nitrógeno, como nutriente, y a la oxidación posterior en el proceso de desmineralización en los suelos, de forma que deben ser considerado dentro del rango de los iones que hemos denominado agronómicos. Como su cantidad en las aguas es 100 veces superior a la de los iones menores, al realizar su adición a los anteriores, lógicamente se repite de forma casi idéntica la imagen de los nitratos.



	IVORRA	PLANS DE SIO (ELS)	TORREFLOR	GUISSONA	SANT GUIM DE LA PLANA	OLUGES (LES)	SANT GUIM DE LA PLANA	SANT GUIM DE FREIXENET	PLANS DE SIO (ELS)
Suma 4	30,585	85,091	115,614	38,655	70,585	94,744	51,014	63,849	243,958

Imagen 36.7. Iones agronómicos Suma 4. (Elaboración propia).

Se observa que los PCR con mayor contenido de iones agronómicos se encuentran en las cercanías del aluvial del río Sió.

Agregamos en este punto el mapa de vulnerabilidad de los acuíferos, que se explica en la imagen 37.7.

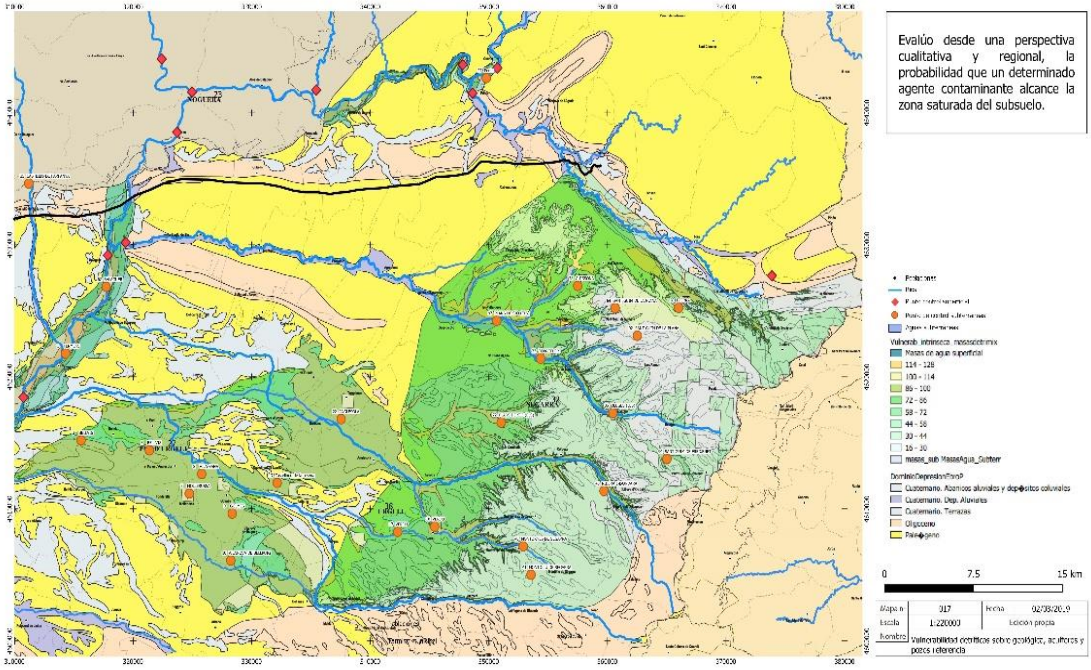


Imagen 37.7. Vulnerabilidad de los acuíferos detríticos a la contaminación de sus aguas. Indica las zonas donde la probabilidad de que los contaminantes en general alcancen la zona saturada y contaminen la masa de agua. A menor intensidad del color verde, menor vulnerabilidad a la contaminación. (Elaboración propia a partir de la información de CHEbro sobre vulnerabilidades).

7.11.2. Correlaciones entre presiones y las sustancias en el agua

La metodología del análisis es la misma utilizada que en las áreas anteriores.

En la imagen 38.7, los puntos de extracción están marcados con color negro. Se realiza el computo de los existentes, en las cercanías de los PCR, dentro de las circunferencias trazadas con radios de 0,5, 1,5 y 2,5 Km.

a) Con la presión que ejerce la extracción de agua subterránea

Buscamos el coeficiente de correlación entre la serie formada por los pozos que se sitúan en el primer círculo, con los sectores circulares de los dos siguientes. Por último, elaboramos la serie de la suma de todos los pozos que se encuentran dentro de los tres círculos. En la tabla 18/7 se recoge el computo de pozos en cada área cercana a los PCR.

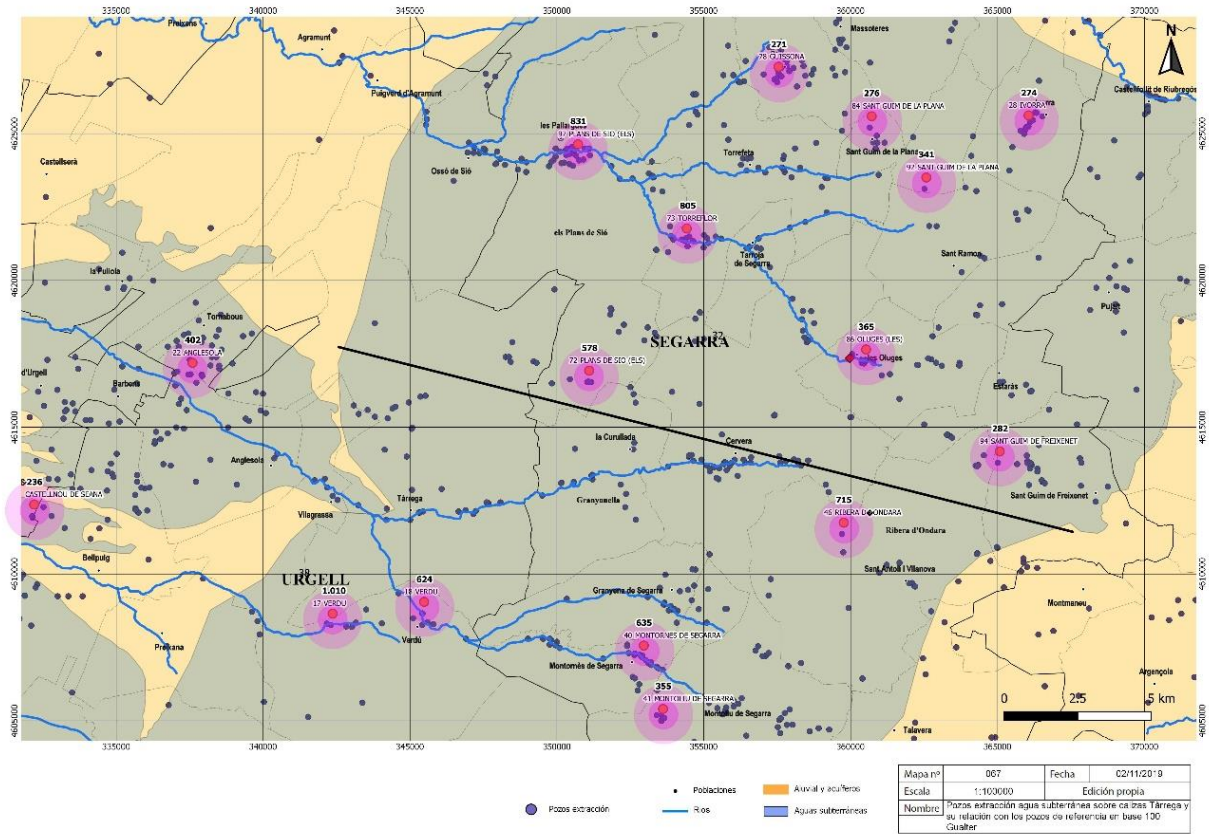


Imagen 38 /7. División del acuífero en la zona norte y la sur, los puntos de color negro son pozos de extracción de agua subterránea. (Elaboración propia, coordenadas de la CHEbro).

Tabla 18.7. Puntos de extracción inscritos por la CHEbro, situados en las cercanías de los PCR de las Calizas de Tàrrega Norte, y sus correlaciones.

∑3	∑4	IB100G	PCR	PCR	0,5 km	1,5 km	2,5 km	T. pozos	0,5+1,5
0,222	30,585	274	Ivorra	28	11	12	17	40	23
0,119	85,091	578	Plans de Sió	72	3	5	17	25	8
0,184	115,614	805	Torreflor	73	7	15	24	46	22
0,205	38,655	271	Guissona	78	11	22	41	74	33
0,155	70,587	276	San Guim de la Plana	84	2	8	15	25	10
0,219	94,744	365	Les Oluges	86	6	10	26	42	16
1,003	51,014	341	San Guim de la Plana	92	1	1	12	14	2
0,274	35,764	282	San Guim Freixenet	94	1	10	30	41	11
0,189	243,958	831	Plans de Sió	97	14	25	33	72	39
			C.c.IB100G		**0,370**	**0,403**	**0,136**	**0,305**	0,403
			C.c con ∑4		0,492	0,541	0,253	0,441	0,540
			C.c con ∑3		**-0,387**	**-0,502**	**-0,469**	**-0,469**	**-0,473**

Se han buscado las posibles correlaciones entre tres series diferentes y los puntos de extracción de aguas subterráneas.
La serie del IB100G, no ha dado el resultado esperado. Tampoco la serie del total de iones agronómicos ∑4, ha dado una respuesta adecuada. En cambio, la tercera serie, la de los iones menores agronómicos ∑3, sí ha dado la respuesta adecuada:

- Valor medio de correlación de -0,502, para los puntos de extracción situados en el sector circular trazado con 1,5 Km de radio.
- Para la totalidad de los puntos dentro de los 2,5 Km de radio: - 0,469.
- Para los contenidos en las cercanías del PCR, en los sectores circulares de 0,5 Km + 1,5 Km, el valor de la correlación se eleva a -0,473.

Como en las otras áreas, la correlación deseada debe corresponder a un valor inverso (con signo -), que responde al mayor número de puntos de extracción de aguas, la mayor dilución con las aguas de la masa y las nuevas entradas. Los índice adecuados deben ir en sentido contrario; a mayor extracción, menor valor del índice.

Es por ello que debemos remarcar que lo que ocurre en la superficie del terreno, afecta a las aguas subterráneas. En este sentido nos lo ha revelado la suma de los iones menores Suma 3.

b) Con la presión que ejercen los censos ganaderos

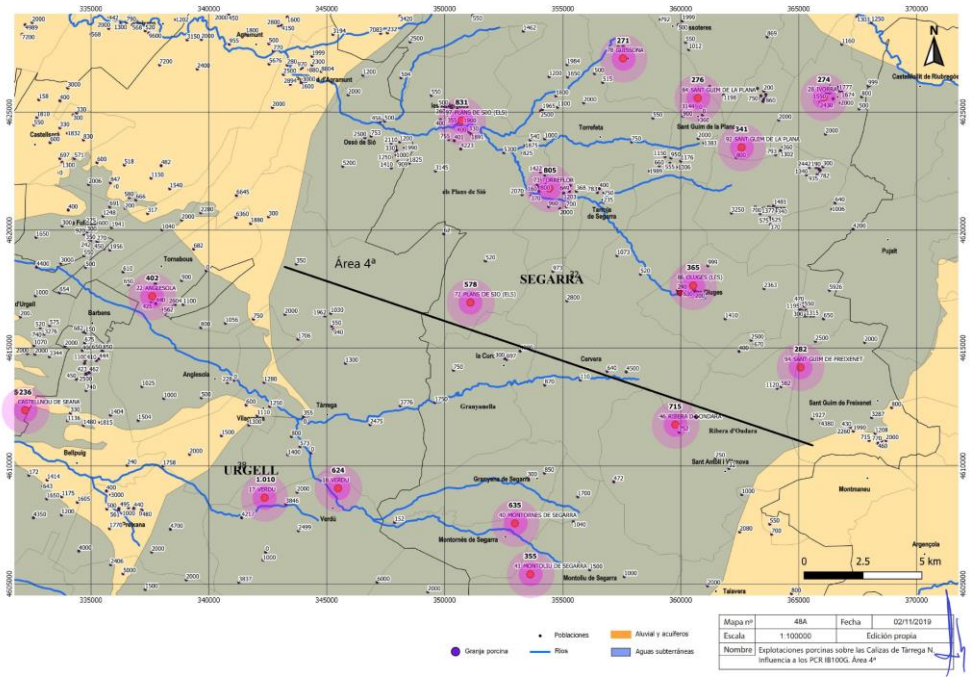


Imagen 39.7. Explotaciones porcinas y censos en las Calizas de Tàrrega norte (Elaboración propia, censos y coordenadas DARP).

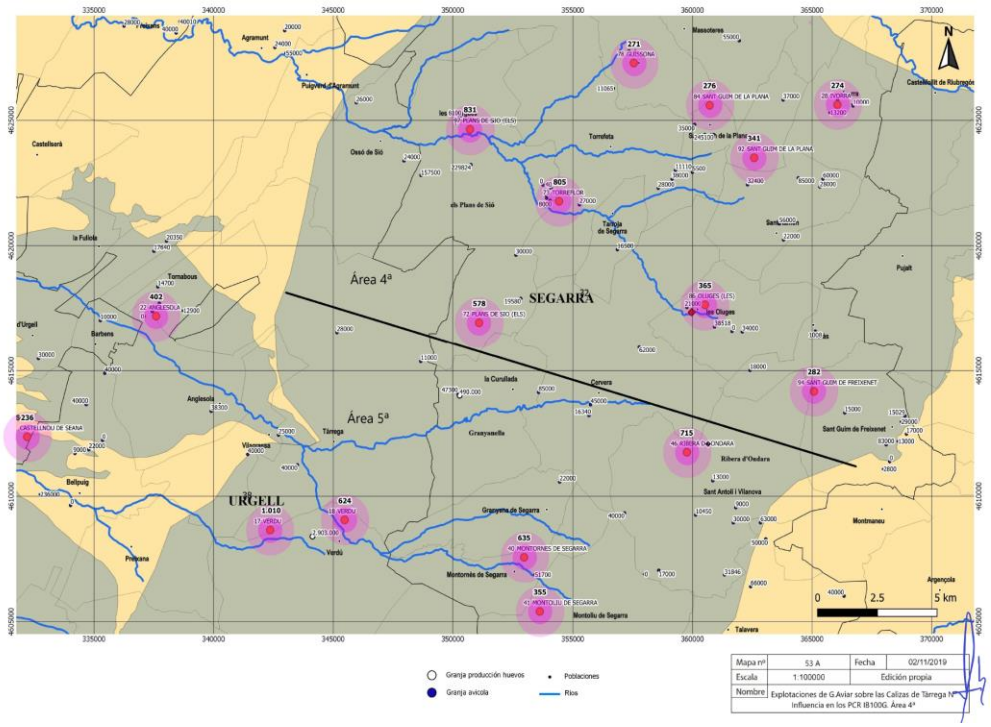


Imagen 40.7. Explotaciones avícolas y censos. (Elaboración propia, censos y coordenadas DARP) .

De los resultados que se muestran en la tabla 18.7 se deduce que:

No se encuentra una correlación adecuada entre las series de los censos, en los diferentes sectores circulares y el IB100G.

Las correlaciones más altas se encuentran en los totales de porcino: 0,371, y en el total de aves: 0,173. La diferencia de valores se mantiene tanto si la cifra es de cabezas de ganado o si se expresa en UGM[37].

En este caso, para los contenidos de estas aguas y los censos contados la correlación entre la serie del índice ∑4 y las ganaderías, obtiene un mejor valor de correlación para ambas ganaderías; para la porcina, 0,462, y para la aviar 0,546.

Para el conjunto de censos, 0,573.

[37] Es lógico: la correlación entre tres series, cuando la tercera es una de las anteriores multiplicada por una constante debe tener el mismo c.c. UGM: unidades de ganado mayor 1 unidad = vacuno de más de un año. RD 1131/2010. Cerdo de cebo 0.12 UGM. aviar reproductor 0,010 UGM, pollos de cebo 0,004 UGM.

Tabla 19.7. Correlaciones entre censos ganaderos e índices (Elaboración propia)

∑3	∑4	IB100G	PCR	PCR	Porc.0,5 km	Av.0,5 km	Por.1,5 km	Av.1,5 km	Por.2,5 km	Av.2,5 km	Total Porcino	Total Aviar	UGM Porcino	UGM Aviar	UGM Total
0,222	30,585	274	Ivorra	28	3.980	13.200	9.431	23.200	14.520	51.200	27.931	87.600	3.352	613	3.965
0,119	85,091	578	Planes de Sió	72	0	0	0	0	820	19.580	820	19.580	98	137	235
0,184	115,614	805	Torreflor	73	800	8.000	7.464	35.040	19.833	35.040	28.097	78.080	3.372	547	3.918
0,205	38,655	271	Guissona	78	0	0	0	0	7.441	11.065	7.441	11.065	893	71	970
0,155	70,587	276	San Guim Plana	84	3.144	0	4.404	3.500	8.827	280.100	16.375	283.600	1.965	1.985	3.950
0,219	94,744	365	Olugues	86	830	0	830	59.518	3.999	93.518	21.511	153.036	2.581	1.071	3.653
1,003	51,014	341	San Guim Pl.	92	800	0	0	0	8.065	117.400	8.865	117.400	1.064	822	1.886
0,274	35,764	282	San Guim Freix	94	0	0	0	0	17.689	16.008	17.689	16.008	2.123	112	2.235
0,189	243,958	831	Plans de Sió	97	2.655	0	7.289	8.100	19.851	237.927	29.795	246.024	3.575	1.722	5.298
			C.c.		**-0,026**		**0,418**	**0,159**	**0,417**	**0,135**	**0,371**	**0,173**	**0,371**	**0,173**	**0,349**
		C.C con ∑4			0,205	-0,185	**0,394**	0,145	**0,373**	**0,521**	**0,462**	**0,546**	0,461	**0,546**	**0,573**
		C.C con ∑3			-0,147	-0,156	-0,316	-0,224	-0,094	0,034	-0,253	-0,021	-0,253	-0,021	

7.12. Área 5: Calizas de Tàrrega Sur

El área a estudiar coincide mayoritariamente con la masa de agua subterránea 09.064. Tal como la describíamos en el capítulo sobre el marco territorial, el área 5ª se corresponde con una zona de mayor altitud e inclinación que la correspondiente al Aluvial de Urgell. Al acuífero Calizas de Tàrrega se le supone una superficie semejante al de esta área, más difícil de describir, por otra parte, que el Aluvial de Urgell.

a) Breve descripción geológica.

El acuífero 090.064[38] está situado en el flanco sur del anticlinal de Sanaüja, y presenta una disposición monoclinal, con suave inclinación hacia el sur, desapareciendo hacia el oeste y el suroeste, bajo materiales lutíticos.

El acuífero está formado por calizas micríticas del oligoceno medio-inferior, intercaladas en el conjunto margoso de la formación de Calizas de Tàrrega, y por los aluviales y terrazas de los ríos Corb, Sió y Ondara.

De una superficie de 40 km^2, comprensiva de los aluviales interiores de los ríos Ondara, Cercavins y el aluvial del Corb al cruzar por el sur la comarca del Urgell, se conoce la litología gracias a las perforaciones realizadas por el IGME. Está formada por arcillas, arenas y gravas del periodo cuaternario. En conjunto, el aluvial con un espesor estimado en 20 m.

Hacia el noreste y el este, en una superficie estimada de 170 km^2, predominan las calizas y margas[39] del oligoceno, con espesores de 300 - 400 m. En los laterales y hacia el sur, las facies pasan a margo-calizas[40] y yesos, y hacia el oeste-suroeste, a margas con sales sulfatadas y cloruradas. A mayor profundidad predominan los materiales evaporíticos[41].

La extensión superficial sobre el acuífero es de 794,67 Km^2. El acuífero es de recarga natural y por los retornos de aguas de uso agrícola. Las zonas de recarga, se localizan en la denominada cuesta de Ivorra-La Panadella, sector en el que afloran los niveles de calizas, que en escasos metros se hunden bajo los materiales lutíticos[42] de la formación.

[38] Información procedente del protocolo Encomienda 2015: actividad 4 Masa de agua 09.064.

[39] La marga es un tipo de roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita y arcillas, con predominio, por lo general, de la calcita, lo que le confiere un color blanquecino con tonos que pueden variar bastante de acuerdo con las distintas proporciones y composiciones de los minerales principales.

[40] Roca compuesta por un 65 a 90 % de carbonato cálcico y el resto de minerales de la arcilla. Su aspecto es el de una marga (terroso con fractura concoide), pero no se disgrega al sumergirla en agua, ni adquiere plasticidad. Es más o menos áspera al tacto, tanto en seco, como húmeda. Su color, al igual que el de las arcillas y margas, es función de los contenidos en Óxidos de hierro y Materia orgánica y de la concentración de Oxígeno existente en el ambiente de sedimentación, siendo frecuentemente gris, amarillenta o blanca. Materia prima de cementeras.

[41] Los minerales evaporíticos comunes son la halita, el yeso y la anhidrita, que pueden formarse como evaporaciones de agua del mar y las rocas caliza y dolomítica.

[42] La lutita; roca sedimentaria, integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de los tamaños de la arcilla y del limo. son porosas y a pesar de esto son impermeables, porque sus poros son muy pequeños y no están bien comunicados entre ellos.

Su recarga procede de infiltraciones de lluvias: 4 Hm^3 /año. (1970-2002), y de retornos de riego: 0,8 Hm^3 /año. La tasa de recarga interanual es de 4,8 Hm^3.

Las zonas de descarga se localizan hacia el alumbramiento de los ríos Sió y Ondara, y en menor medida, hacia el alumbramiento del río Corb.

b) Extracciones de aguas subterráneas.

En esta área existen derechos consolidados para la extracción de aguas subterráneas, que figuran en el registro de la CHEbro:

- Para abastecimiento a poblaciones: 30 puntos, con 1,78280 Hm^3/año.
- Dedicados a la agricultura y ganadería: 151 puntos, con 1,094 hm^3/año.
- Con destino a la industria: 7 puntos, con 1hm^3/año.
- Total:188 puntos, con 3,416 Hm^3 /año.

Para definir las Áreas 4ª y 5ª, en que dividimos la zona hidrológica, trazamos una línea ligeramente recta entre los cursos de los ríos Sió y Ondara. Por el este cercana a ambos cursos, pero conforme avanzamos hacia el oeste, se va separando de ellos. Esta línea virtual separa las áreas a estudiar 4ª y 5ª.

De la masa de agua subterránea 09.064, Caliza de Tàrrega, el área 5ª, es la situada al sur de esa línea virtual, y que se ha enmarcado en un rectángulo de color rojo, en las imágenes 40 y 41 .7, indicando la localización de los 5 PCR que estudiaremos: Montornés de la Segarra 40, Montoliu de la Segarra 41, Ribera de Ondara 46, Verdú 17 y Verdú 18.

Estos puntos de control están situados en:

- Las cercanías del aluvial del río Ondara (Ribera de Ondara 46).

- El aluvial este del río Cercavins (Montornés de la Segarra 40).

- El aluvial de los Fondos de les Planes (Montoliu de la Segarra 41), que conecta con el aluvial del Cercavins al oeste de Montornès de la Segarra.

- El aluvial del Cercavins (Verdú 18) en Santa Magdalena, paraje situado al noreste del Verdú.

- El noreste de la población de Verdú (Verdú 17) en los bajantes de aguas de escorrentía desde los altos de Guimerà que recogen las aguas de la ladera sur que desemboca en el río Corb en Bellpuig.

Como se puede ver es un grupo de PCR en las subcuencas de los ríos Ondara, el Cercavins y tramo bajo de río Corb en su curso por el Urgell.

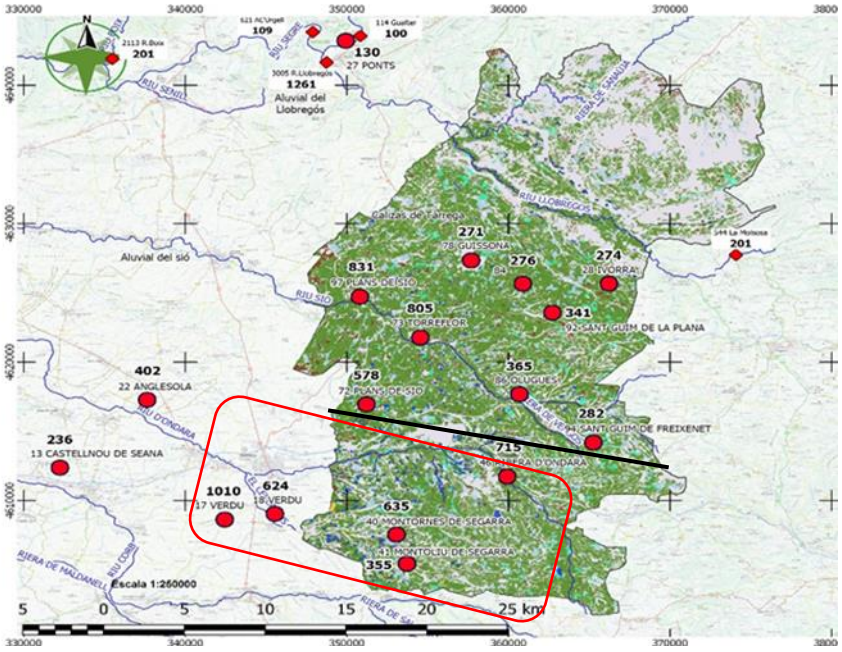


Imagen 41.7. Zona suroeste de la Segarra, que coincide prácticamente con la superficie bajo la que se sitúa la masa de agua 09.064. **(**Elaboración propia a partir Bd/Acuif).

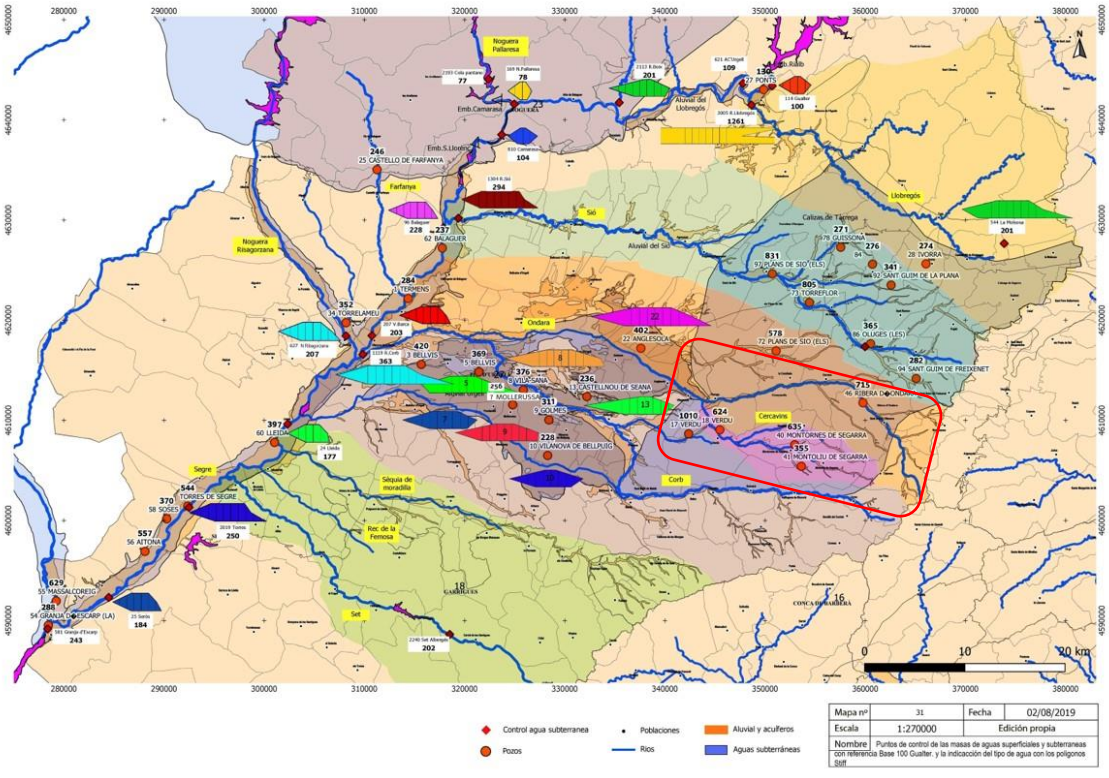


Imagen 42.7. Mapa de hidrología superficial y subterránea. Enmarcados en rectángulo rojo, los PCR del Área 5ª. En el margen derecho, con una orientación suroeste-noreste, la línea de partición de aguas entre Segre-Ebro (colores intensos) y las cuencas internas de Cataluña (colores apagados).



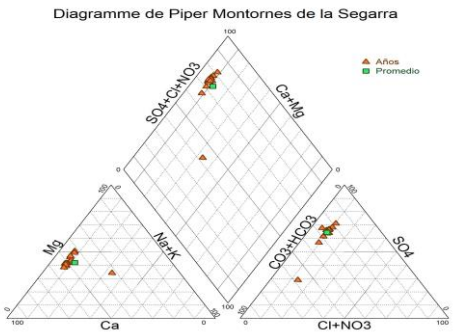
Área de estudio 5ª. Análisis detallado

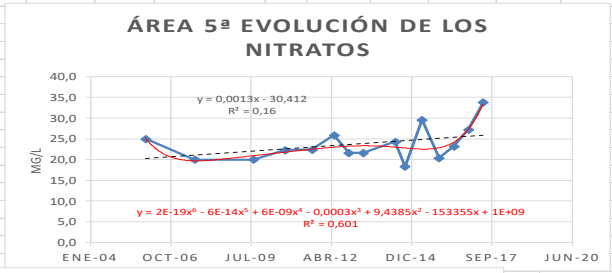
(PCR: 17, 18, 40, 41 y 46)

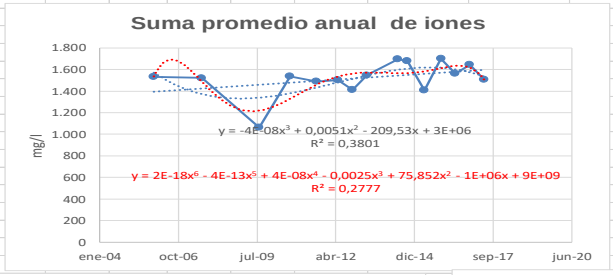
Se inicia la numeración a partir de la última ficha del área 4ª.

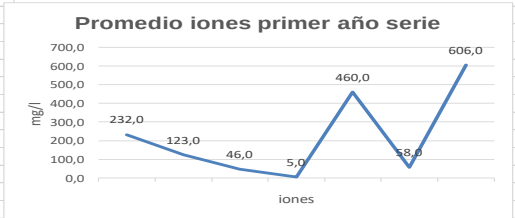
7.12.1. Punto de control 40: Montornés de Segarra. (Área 5ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

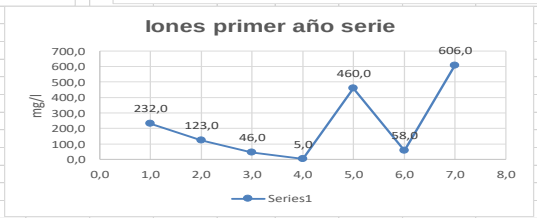
	40	3E+08 Montornes de la Segarra					mg/l								
n	nom	Libellé	Date	grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Pz	Suma 7
1	s1	Analitica	dic-05		1605	7,4	25,0	232,0	123,0	46,0	5,0	460,0	58,0	606,0	1,70	1.530
2	s2		ago-07		1447	7,1	20,0	*259,0*	*118,0*	*44,0*	*4,0*	*342,0*	*55,0*	*699,0*	2,20	1.521
3	s3		ago-09		*1447*	*7,1*	*20,0*	*376,0*	*239,0*	*44,3*	*5,5*	*269,0*	*24,7*	*106,0*	*2,20*	1.065
4	s4		sep-10		*1608*	*7,0*	*22,3*	*250,0*	*117,0*	*46,3*	*2,8*	*260,0*	*72,1*	*786,0*	*1,93*	1.534
5	s5		ago-11		*1658*	*6,9*	*22,4*	*209,0*	*116,0*	*44,9*	*3,4*	*336,0*	*60,0*	*719,0*	*2,57*	1.488
6	s6		may-12		*1638*	*7,0*	*25,9*	*244,0*	*123,0*	*45,4*	*3,0*	*351,0*	*61,7*	*673,0*		1.501
7	s7		nov-12		*1989*	*7,1*	*21,6*	*229,0*	*105,0*	*41,8*	*2,9*	*366,0*	*55,4*	*610,0*	*3,36*	1.410
8	s8		may-13		*1796*	*7,0*	*21,6*	*244,0*	*177,0*	*46,9*	*2,7*	*350,0*	*62,3*	*664,0*	*2,30*	1.547
9	s9		jun-14		1908	6,9	24,3	277,0	138,0	48,2	2,5	335,0	74,7	821,0	2,84	1.696
10	s10		oct-14		*1833*	*6,9*	*18,3*	*269,0*	*160,0*	*48,1*	*2,8*	*355,0*	*68,9*	*773,0*	*2,00*	1.677
11	s11		may-15		*2007*	*7,2*	*29,6*	*224,0*	*155,0*	*44,6*	*2,9*	*321,0*	*21,0*	*637,0*	*3,61*	1.405
12	s12		dic-15		2142	7,1	20,4	295,0	142,0	46,2	3,0	353,0	71,9	788,0	1,91	1.699
13	s13		jun-16		1926	7,2	23,2	262,0	125,0	43,7	2,7	338,0	62,9	726,0	2,27	1.560
14	s14		dic-16		1796	7,1	27,2	265,0	164,0	45,0	3,0	369,0	66,4	732,0	3,21	1.644
15	s15		jun-17		1845	7,1	33,8	253,0	110,0	43,1	2,9	344,0	65,1	687,0	2,47	1.505
16	s16		md		1776	7,1	23,7	259,2	140,8	45,2	3,3	343,3	58,7	668,5	2,47	1542,6
			Dt				4,11	39,1	34,7	1,8	0,9	44,9	15,7	168,6	0,58	155,87
			C.v				0,17	0,15	0,25	0,04	0,27	0,13	0,27	0,25	0,24	0,10

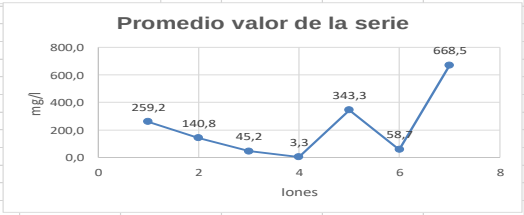








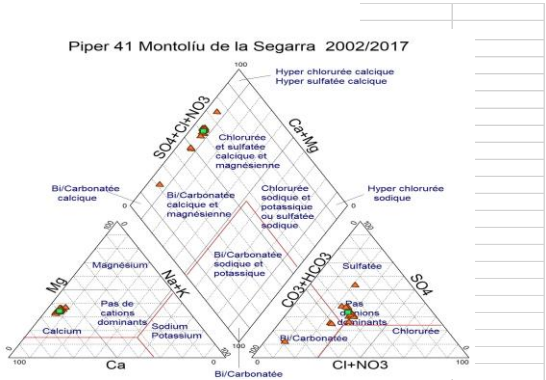


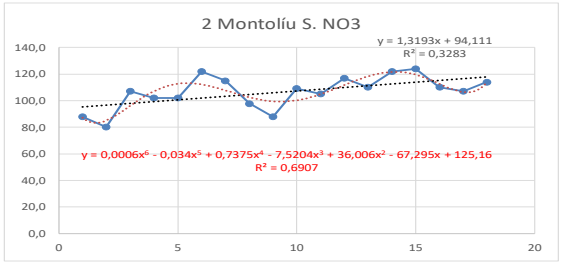


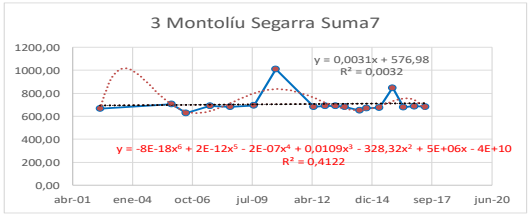
Aguas sulfatadas. Muy duras. Media de nitratos alta: una tendencia que se observa creciente y con picos y valles habituales cuando se producen intrusiones de fertilizantes nitrogenados o se realizan extracciones de aguas subterráneas

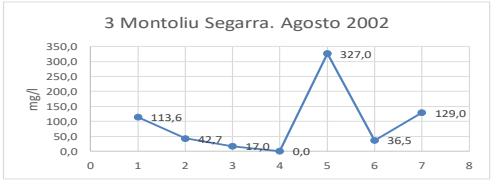
7.12.2. Punto de control 41: Montoliu de Segarra (Área 5ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

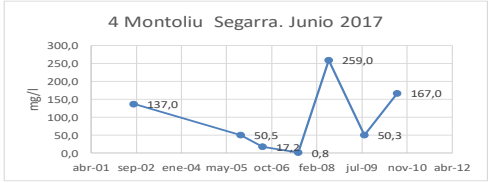
41	341560082		Montoliu de la segarra												
N	Nom	Libellé	Date	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Piezm	Suma 7
1	s1	analíticas	ago-02	881	7,2	87,9	113,6	42,7	17,0	0,0	327,0	36,5	129,0	4,00	665,80
2	s2		nov-05	1018	7,0	80,0	136,0	55,0	21,0	2,0	258,0	40,0	193,0	4,80	705,00
3	s3		jul-06	1027	6,9	107,0	144,0	50,0	19,0	1,0	247,0	47,0	120,0	4,80	628,00
4	s4		ago-07	760	7,3	102,0	147,0	50,0	18,0	2,0	248,0	53,0	171,0	5,30	689,00
5	s5		jul-08	760	7,3	102,0	130,0	50,0	16,0	0,0	248,0	42,0	195,0	5,30	681,00
6	s6		ago-09	867	7,3	122,0	140,0	53,2	17,0	0,0	259,0	51,4	171,0	4,97	691,60
7	s7		ago-10	1372	7,1	115,0	208,0	65,7	21,2	1,4	250,0	53,6	409,0	1,33	1008,90
9	s9		may-12	929	7,4	97,8	144,0	46,9	13,5	0,7	250,0	46,5	180,0		681,64
10	s10		nov-12	1123	6,9	87,9	133,0	48,0	17,3	1,0	251,0	45,5	192,0	5,19	687,80
11	s11		may-13	1105	7,3	109,0	141,0	48,2	16,5	0,7	271,0	53,7	160,0	1,80	691,07
12	s12		oct-13	1047	7,3	105,0	138,0	52,2	14,4	0,7	255,0	48,7	171,0	4,80	680,02
13	s13		jun-14	1039	7,2	117,0	137,0	47,2	14,8	0,7	243,0	52,0	156,0	2,79	650,74
14	s14		oct-14	972	7,1	110,0	141,0	48,9	16,5	0,7	253,0	53,9	155,0	3,24	668,99
15	s15		may-15	1173	7,6	122,0	149,0	46,8	15,2	0,9	253,0	53,9	155,0	1,62	673,80
16	s16		dic-15	1229	7,5	124,0	140,0	47,1	17,6	0,8	429,0	48,6	164,0		847,06
17	s17		jun-16	1118	7,3	110,0	144,0	49,3	16,9	0,8	249,0	50,0	169,0	4,61	678,98
18	s18		dic-16	1081	7,4	107,0	139,0	46,7	15,0	0,9	248,0	50,0	188,0	4,90	687,57
19	s19		jun-17	1076	7,3	114,0	137,0	50,5	17,2	0,8	259,0	50,3	167,0		681,83
20	s20	md	2002-2017	1032	7,2	106,6	142,3	49,9	16,9	0,8	266,6	48,7	180,3	3,96	**705,49**
		Desv.T		155,74	0,19	12,29	18,14	4,83	2,05	0,56	44,60	5,05	60,52	1,43	**87,25**
		C.V		0,15	0,03	0,12	0,13	0,10	0,12	0,66	0,17	0,10	0,34	0,36	**0,12**

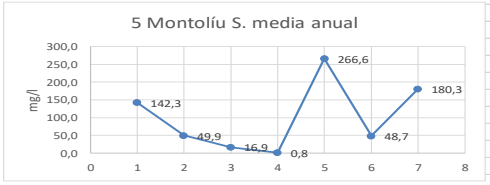








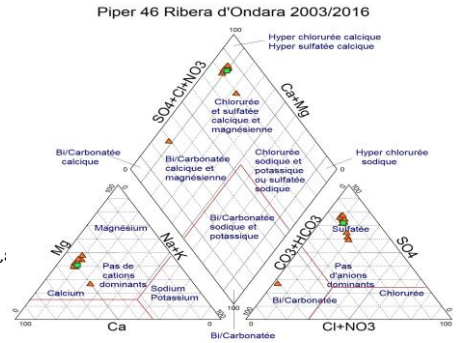




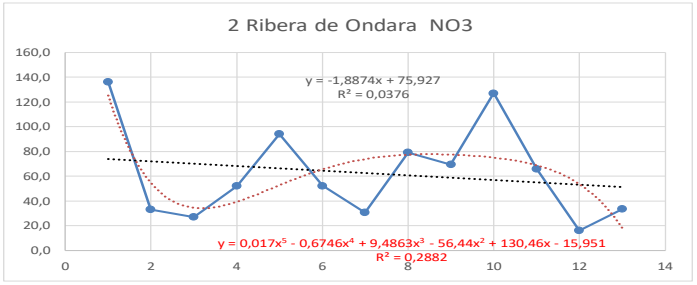
A pesar de sobrepasar los límites de dureza, este punto presenta los valores más bajos de la serie. Tanto los nitratos como Suma 7 siguen una tendencia alcista. Los nitratos superan los 100 mg/l. Suma 7 con picos que denotan una fuerte irregularidad por la extracción de aguas subterráneas. El nivel freático medio está a 10m.

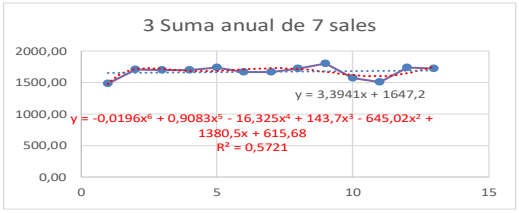
7.12.3. Punto de control 46: Ribera de Ondara (Área 5ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

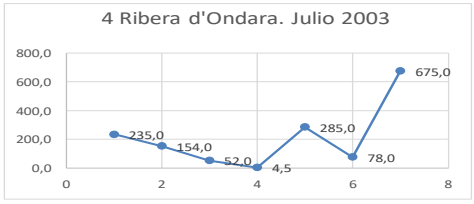
	46	341530003	Ribera d'ondara				mg/l									
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Piezm	Suma 7
1	2003j		jul-03		1760	7,1	136,0	235,0	154,0	52,0	4,5	285,0	78,0	675,0	30,22	1483,50
2	2005n		nov-05		2000	7,1	33,0	257,0	151,0	62,0	7,0	245,0	67,0	918,0		1707,00
3	2006j		jul-06		1956	7,0	27,0	250,0	115,0	52,0	6,0	243,0	58,0	975,0	32,00	1699,00
4	2007a		ago-07		1675	7,2	52,0	290,0	133,0	54,0	7,0	251,0	70,0	896,0	33,50	1701,00
5	2008j		jul-08		1970	7,2	94,0	265,0	84,0	140,0	2,0	340,0	141,0	765,0		1737,00
6	2009a		ago-09		1541	7,2	52,2	269,0	125,0	54,5	4,2	252,0	60,3	903,0	40,13	1668,00
7	2010s		sep-10		1628	7,2	30,7	250,0	120,0	51,2	3,8	260,0	53,5	927,0	31,95	1665,50
8	2011a		ago-11		1908	7,1	79,1	287,0	130,0	55,8	4,7	261,0	65,3	918,0	33,15	1721,77
9	2012n		nov-12		2223	6,4	69,2	293,0	145,0	55,5	5,4	252,0	65,8	985,0	33,87	1801,69
10	2013m		may-13		1908	7,2	127,0	258,0	138,0	50,8	5,4	285,0	73,8	759,0	31,30	1570,03
11	2014o		oct-14		1742	7,2	65,7	243,0	140,0	47,9	3,8	244,0	53,9	773,0	32,45	1505,62
12	2015d		dic-15		2079	7,4	16,0	293,0	146,0	53,1	3,7	234,0	52,3	955,0	32,26	1737,10
13	2016d		dic-16		1953	7,4	33,4	283,0	130,0	54,3	3,6	227,0	59,4	968,0	33,38	1725,25
14	2003-2016	md			1873	7,1	62,7	267,2	131,6	60,2	4,7	259,9	69,1	878,2	33,11	**1670,96**
		Desv.T			192,70	0,25	37,92	20,21	18,49	24,19	1,44	29,43	23,01	100,25	2,56	**97,17**
		C.V			0,10	0,03	0,60	0,08	0,14	0,40	0,31	0,11	0,33	0,11	0,08	**0,06**

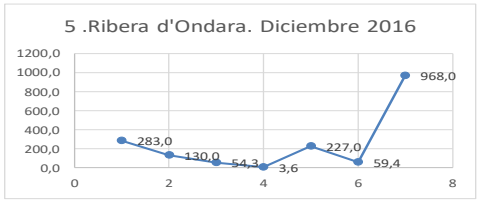


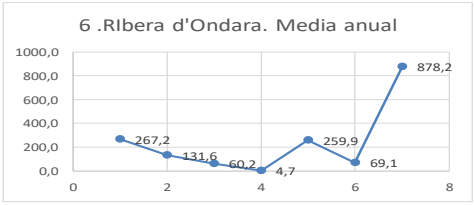
Aumentan 14% en 13 años







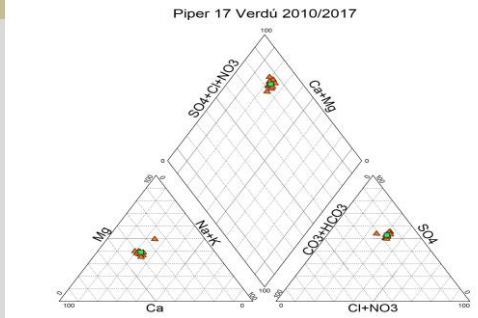




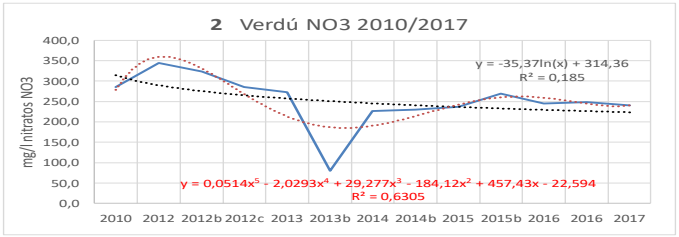
La calificación de las aguas se aproxima a las hiper sulfatadas. La dureza multiplica por dos el máximo permitido administrativamente para las aguas de consumo. La media del nivel freático es de los mayores de la zona, con más de 32 m. Es posible que se esté extrayendo aguas del acuífero inferior. El contenido de materia orgánica es de 4 mg/l.

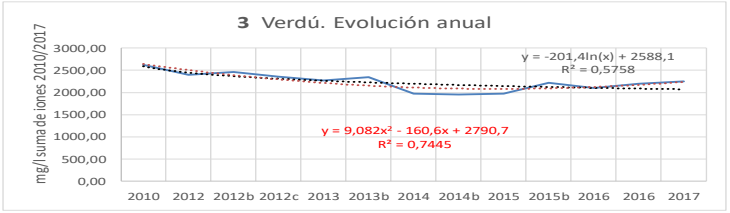
7.12.4. Punto de control 17: Verdú (Área 5ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif)

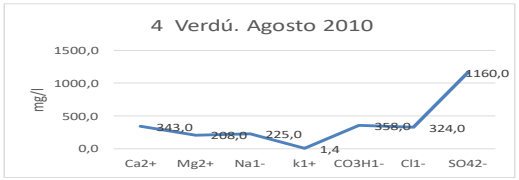
	17	331540024	Verdu					mg/l									
n	nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Piezm		Suma 7
1	2010	analíticas	ago-10	1	3460	7,1	285,0	343,0	208,0	225,0	1,4	358,0	324,0	1160,0	1,83		2619,40
2	2012		ago-11		3087	7,0	344,0	198,0	228,0	214,0	1,6	363,0	269,0	1127,0	2,46		2400,57
3	2012b		may-12		3072	7,1	323,0	338,0	200,0	182,0	1,3	369,0	296,0	1074,0	1,97		2460,29
4	2012c		nov-12		3312	6,7	286,0	310,0	183,0	208,0	1,5	379,0	263,0	1013,0	2,39		2357,50
5	2013		may-13		3078	7,1	273,0	297,0	177,0	205,0	1,1	390,0	248,0	948,0	2,05		2266,11
6	2013b		oct-13		3114	6,9	80,0	286,0	182,0	211,0	2,4	466,0	271,0	927,0	2,70		2345,36
7	2014		jun-14		2727	7,0	227,0	262,0	161,0	172,0	1,1	362,0	229,0	782,0	2,84		1969,10
8	2014b		oct-14		2547	7,0	230,0	265,0	151,0	171,0	2,0	362,0	231,0	771,0	2,32		1953,02
9	2015		may-15		2696	7,1	237,0	258,0	149,0	191,0	1,4	358,0	238,0	776,0	2,00		1971,41
10	2015b		dic-15		3204	7,1	269,0	319,0	180,0	189,0	1,2	362,0	242,0	923,0	2,33		2216,17
11	2016		jun-16		3042	7,2	245,0	283,0	162,0	194,0	1,0	360,0	247,0	850,0	2,09		2096,99
12	2016		dic-16		2844	7,0	249,0	292,0	156,0	206,0	1,1	369,0	263,0	905,0	2,01		2192,06
13	2017		jun-17		3006	7,0	241,0	299,0	185,0	185,0	1,1	367,0	267,0	951,0	2,19		2255,08
14	2010-2017	md		2	3015	7,0	253,0	288,5	178,6	196,4	1,4	374,2	260,6	939,0	2,24	2491,7	**2238,70**
		Desv.T			254,61	0,12	62,96	38,10	23,40	16,61	0,41	29,02	26,74	128,14	0,30		**203,15**
		C.V			0,08	0,02	0,25	0,13	0,13	0,08	0,29	0,08	0,10	0,14	0,13		**0,09**
		C:Correlación			**0,866**												

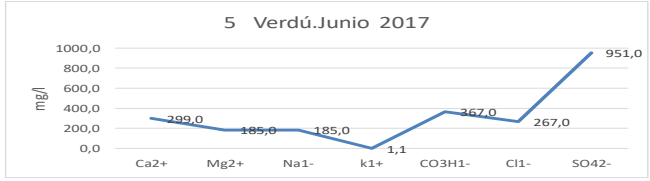


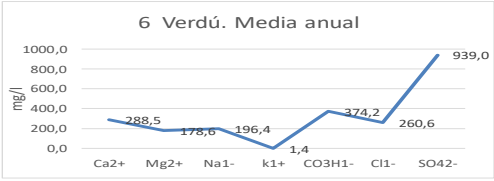
Piper: aguas Sulfatadas magnesico cálcicas







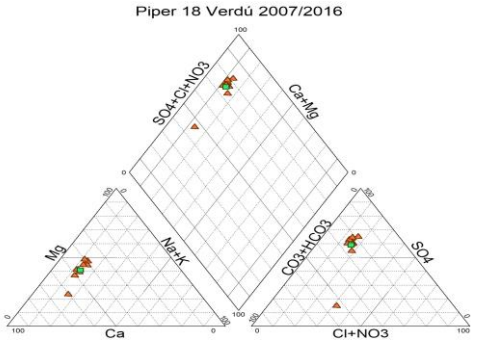




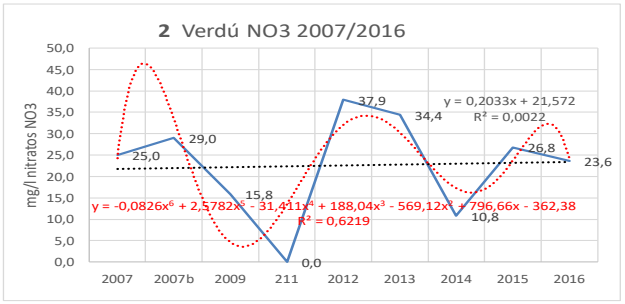
Aguas sulfatadas y cloruradas magnésicas y cálcicas, con cierto porcentaje de sodio y potasio: una dureza que duplica el máximo permitido para el uso doméstico. El nivel de nitratos es muy alto con tendencia decreciente, pero que supera por cinco veces el valor límite establecido administrativamente. Típicos picos crecientes y decrecientes consecutivos, a causa de las grandes aportaciones de nitrogenados y las fuertes extracciones. Los iones disueltos tienen tendencia a disminuir, pero siguen presentando valores muy elevados.

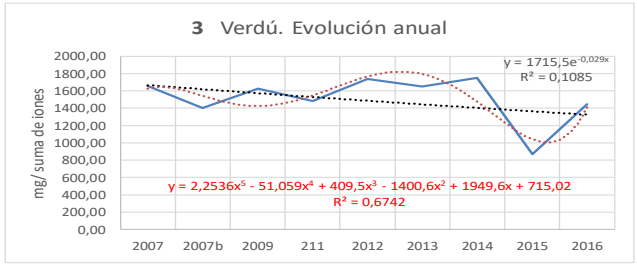
7.12.5. Punto de control 18: Verdú (Área5ª). Valores, series y gráficos. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif) .

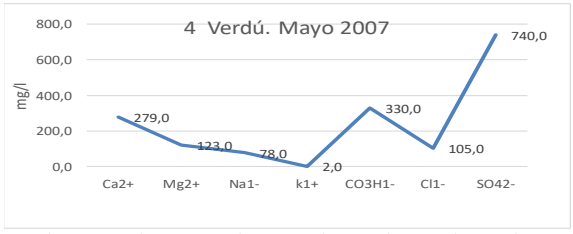
	18	331540015	Verdu Sta Magdalena					mg/l							
n	nom	Libellé	Date	Gru	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}		Suma 7
1	2007	analiticas	may-07	1	1493	7,2	25,0	279,0	123,0	78,0	2,0	330,0	105,0	740,0		1657,00
2	2007b		oct-07		1461	7,1	29,0	278,0	65,0	86,0	2,0	326,0	117,0	529,0		1403,00
3	2009		sep-09		1600	7,1	15,8	240,0	128,0	69,9	2,8	349,0	106,0	730,0		1625,70
4	211		ago-11		1851	7,1	27.2	242,0	122,0	78,4	2,0	247,0	111,0	681,0		1483,40
5	2012		oct-12		1692	6,7	37,9	231,0	151,0	92,5	1,5	371,0	131,0	761,0		1739,00
6	2013		may-13		2007	7,5	34,4	235,0	148,0	77,9	3,0	358,0	124,0	707,0		1652,85
7	2014		ago-14		2043	7,2	10,8	257,0	135,0	69,9	2,6	347,0	124,0	813,0		1748,54
8	2015		sep-15		1803	7,2	26,8	167,0	122,0	64,5	2,6	340,0	101,0	74,0		871,10
9	2016		feb-16		1616	7,5	23,6	198,0	145,0	63,7	2,6	335,0	91,7	612,0		1448,00
10	2007 2016	md		2	1730	7,2	25,4	236,3	126,6	75,6	2,3	333,7	112,3	627,4	1539,7	**1514,29**
		Desv. T			210,52	0,24	8,95	35,94	25,77	9,63	0,48	35,40	12,71	223,85		**271,29**
		C.V			0,12	0,03	0,35	0,15	0,20	0,13	0,21	0,11	0,11	0,36		**0,18**
		C.Correlación			**0,091**											

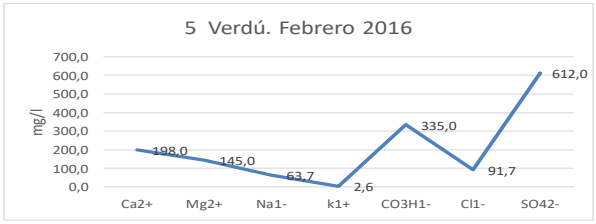


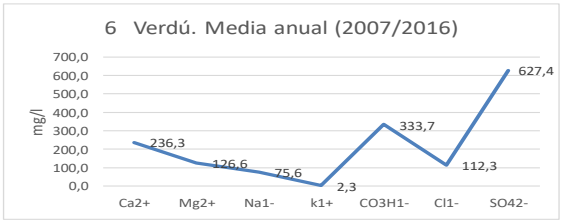
Piper, aguas Sulfatadas calcicas











A pesar de que este punto se encuentra poco distanciado del pozo Verdú 17, se alimenta de dos ramales de aluviales distintos, ya que el contenido de nitratos es diez veces mayor que en el Verdú 18. Las oscilaciones son de las mayores de todo el territorio, lo mismo que su IB100G, que tiene un valor de 1.010.

7.13. Comentario/discusión

7.13.1. Sustancias contenidas en el agua

a) Nitratos

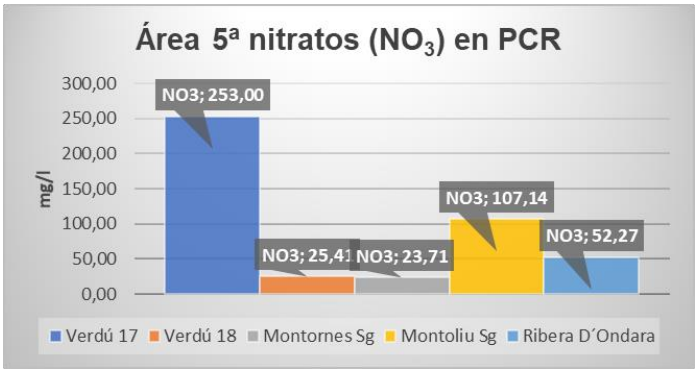


Imagen 43.7. Valor promedio del contenido de nitratos (NO_3). (Elaboración propia).

Entre los PCR destacan, por su alto contenido en nitratos, Verdú 17 y Montoliu de Segarra. En este último PCR se recogen las aguas de los fondos de los valles al norte de la población, donde el censo de ganado porcino es alto y coincide con el hecho de que, en esta zona, es bajo el número de pozos censados, lo que implica poca extracción de agua.

Cabe señalar que Verdú 17 es el PCR con el IB100G más elevado de las 5 áreas analizadas. El censo de ganado es abundante, superando las 22.000 UGM, y cuenta con el menor índice de pozos de extracción de aguas subterráneas del área. Todo ello justifica el alto índice de nitratos.

Tabla 20/7 Evolución de los nitratos (NO_3) en el área 5ª. (Elaboración propia)

PCR	Municipio	Piper	Valor medio mg/l	Valor inicial mg/l	Valor final mg/l	Δ mg/l	años	Δ anual
40	Montornès Segarra	SCaMg	23,7	25	33,8	8,8	13	0,67
41	Montoliu Segarra	S/BCa	107	87,9	114	26,6	14	1,9
46	Ribera d'Ondara	SCaMg	62,27	136	33,4	-102,6	13	-7,89
17	Verdú	S/ClMgCa	253	285	241	-44	8	5,5
18	Verdú	SMgCa	25,4	25	23,6	-1,4	8	-1,75
	Promedio		94,28	111,78	89,19	-24	11,2	-2,14

a) Iones principales

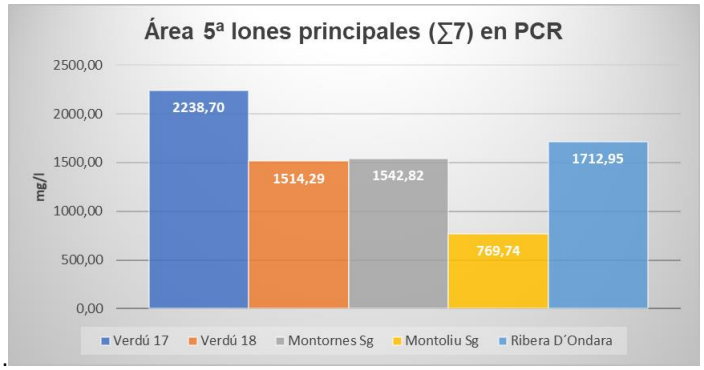
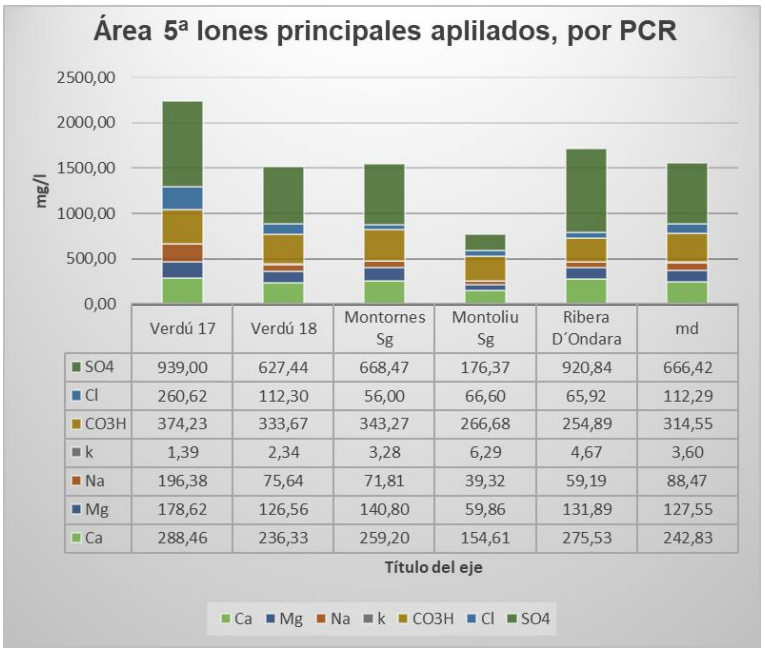


Imagen 44.7. Iones principales sin incluir nitratos. (Elaboración propia).

Destacan Verdú17 y Ribera d'Ondara 46: ambas tienen igual cantidad de calcio y sulfatos. La primera, tres veces más de sodio y cuatro veces más de cloruros.



	Verdú 17	Verdú 18	Montornes Sg	Montoliu Sg	Ribera D´Ondara	md
SO4	939,00	627,44	668,47	176,37	920,84	666,42
Cl	260,62	112,30	56,00	66,60	65,92	112,29
CO3H	374,23	333,67	343,27	266,68	254,89	314,55
k	1,39	2,34	3,28	6,29	4,67	3,60
Na	196,38	75,64	71,81	39,32	59,19	88,47
Mg	178,62	126,56	140,80	59,86	131,89	127,55
Ca	288,46	236,33	259,20	154,61	275,53	242,83

Imagen 45.7. Iones principales apilados por PCR, sin incluir nitratos. (Elaboración propia).

A destacar que son mayores los contenidos de calcio, bicarbonatos (CO_3H) y sulfatos (SO_4).

Como en el resto de las áreas estudiadas, indicamos los valores absolutos del aumento o disminución de los nitratos en cada PCR. En ellos, la mayoría de los que tienen un valor final mayor son los que tienen tendencia a aumentarlos. Y, por el contrario, los de menor valor final son los que tienden a disminuirlos. Puede haber una sencilla explicación: los que tienen valores más elevados continúan su tendencia alcista a causa de los hábitos y costumbres de esa área. Los que tienen un valor menor, continúan también su tendencia a minimizarlos, por esta misma razón.

Tabla 21.7. Iones principales e índices de los PCR considerados. (Elaboración propia a partir Bd/Acuif).

Municipio	PC	CE	pH	*NO3*	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	Pz	PO4	NH4	NO2	Suma 3	Suma 4
VERDU 17	**17**	3015	7,0	253	288	179	196	1	374	261	939	2239	2492	1010	2,2	0,0493	0,0562	0,1413	0,2468	253,2468
VERDU 18	**18**	1730	7,2	25	236	127	76	2	334	112	627	1514	1540	624		0,0450	0,0460	0,0090	0,1000	25,5125
MONTORNES DE S,	**40**	1776	7,1	24	259	141	72	3	343	56	668	1543	1567	635	1,03	0,0530	0,0520	0,0090	0,1140	23,8207
MONTOLIU DE S.	**41**	1028	7,3	107	155	60	39	6	267	67	176	770	877	355	3,88	0,0561	0,0440	0,0511	0,1512	107,2880
RIBERA D´ONDARA	**46**	1915	7,2	62	276	132	59	5	255	66	921	1713	1775	720	32,8	0,0680	0,0480	0,4247	0,5407	62,8143
md		1893	7,1	94,2	243	128	88	4	315	112	666	1556	1650	669	10,0	0,05	0,05	0,1270	0,2305	94,51

b) Iones secundarios o menores

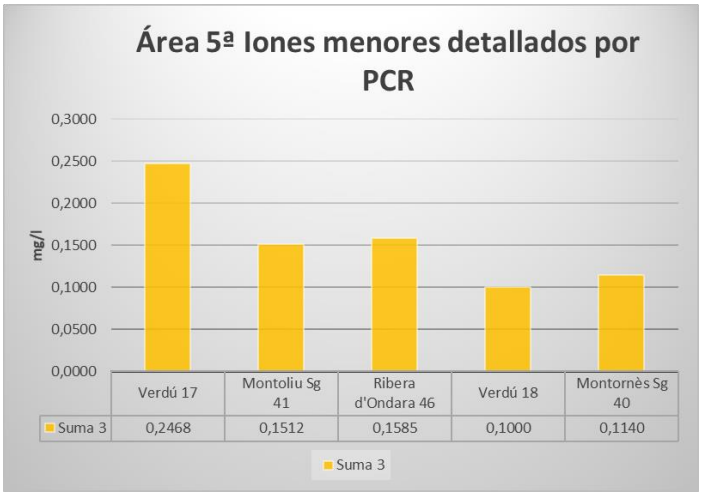


Imagen 46/7. Iones menores. (Elaboración propia).

Continúa la tónica de las imágenes anteriores. En la siguiente imagen observamos la contribución de cada ion al valor total.

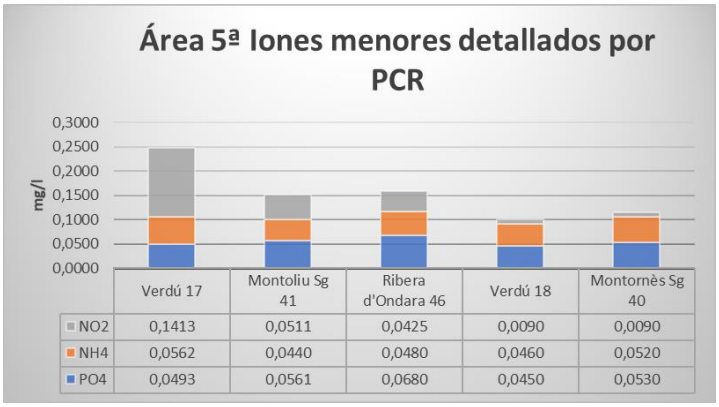


Imagen 47.7. Iones menores apilados por sus componentes. (Elaboración propia).

El valor de los fosfatos (PO_4) y amonio (NH_4) son prácticamente de igual orden de magnitud en todos los PCR. El valor de los nitritos (NO_2) con su incorporación hace crecer el ∑3 crecen los valores, y es el valor destacable su contribución en algunos PCR.

Sobre los iones agronómicos, recordemos que su valor se obtiene por la suma de los iones menores incluyendo a los nitratos: es la Suma 4 (∑4). Los nitratos, en comparación con los tres anteriores, constituyen el valor más elevado. La Suma 3 (∑3) tiene un valor que no alcanza a 1 mg/l; en cambio, el valor de los nitratos (Tabla 20.7) alcanza las decenas y centenas de mg/l. Los nitratos son muy importantes, desde el punto de

vista medioambiental; si disminuyen o desaparecen, ocurriría lo mismo con el resto de los iones menores.

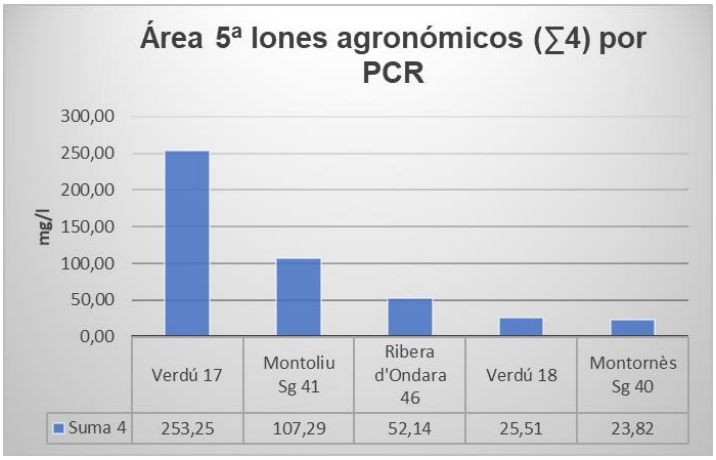


Imagen 48.7. Iones agronómicos. (Elaboración propia).

Destacan los valores de Verdú 17, cinco veces superior es a la normativa; Montoliu 41 duplica el valor máximo permitido y Ribera d'Ondara 46 también sobrepasa el máximo establecido.

7.13.2. Correlaciones entre presiones y las sustancias en el agua

a) La presión de las extracciones de las aguas subterráneas.

Con la misma metodología que en las áreas anteriores, contamos el nº de extracciones en cada sector circular. Los resultados los trasladamos a la tabla 22.7 y calculamos la correlación existente entre los pozos de cada sector y el IB100G de cada PCR.

Los resultados deben ser de correlación inversa. Es decir: a mayor número de pozos en cada sector, mayor extracción de agua y mayor reposición. Obtenemos de esta manera un alto grado de correlación con el índice que representa el número de iones en cada PCR.

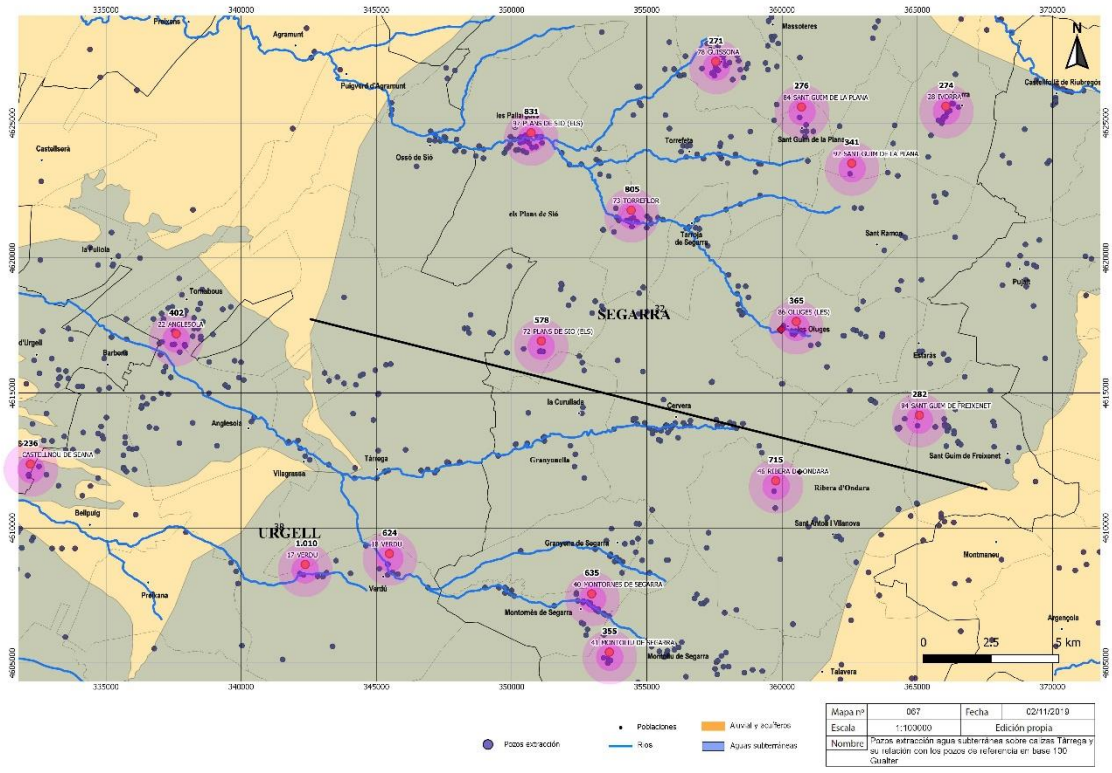


Imagen 49.7. Localización de los pozos de extracción de aguas subterráneas. y localización del PCR. Desde su centro se han trazado tres círculos con radio 0,5, 1,5 y 2,5 Km, formando tres sectores circulares en los que se cuentan el nº de pozos de extracción de aguas existentes. (Elaboración propia. Datos y coordenadas CHEbro).

Tabla 22.7. Puntos de extracción de aguas subterráneas situados dentro de la zona de influencia del PCR. (Elaboración propia).

IB100G	PCR	PCR	Pozos en 0,5 km	Pozos en 1,5 km	Pozos en 2,5 km	Total. Pozos
1010	Verdú 17	17	2	5	6	13
624	Verdú 18	18	1	6	7	14
635	Montornès Sg 40	40	9	16	39	64
355	Montoliu Sg 41	41	4	5	27	36
716	Ribera d'Ondara 46	46	1	2	9	12
	C. Correlación		-0,273	-0,110	**-0,547**	**-0,424**

La correlación entre el número de pozos y el menor contenido de iones en las aguas subterráneas se refleja en un menor IB100G. El valor de esta correlación es correcto en el sector circular de 2,5 Km, que es superior al 54%, si se tiene en cuenta que todos *los* pozos que efectúan extracciones dentro del círculo de 2,5 Km, muestran una correlación de valor inferior, pero de signo correcto y de valor 0,424.

b) La presión de los censos ganaderos.

Se han editado dos mapas específicos para buscar esta posible correlación: uno sobre los censos de ganado porcino y el segundo sobre los censos de ganado aviar.

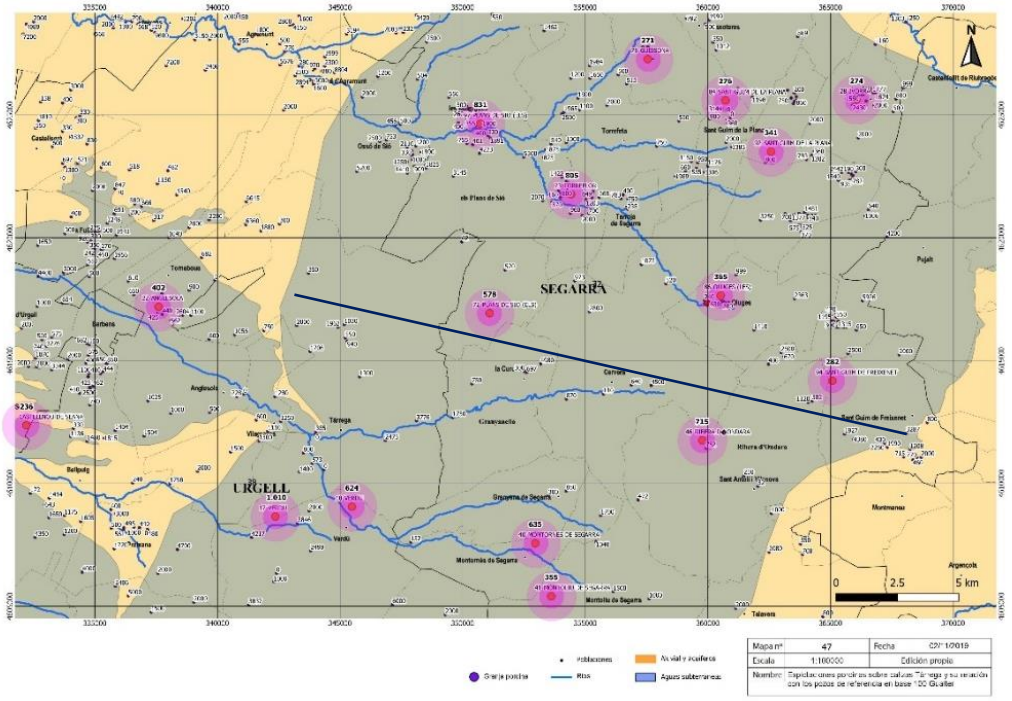


Imagen 50.7. Censo de ganado porcino. (Elaboración propia, censos y coordenadas DARP).

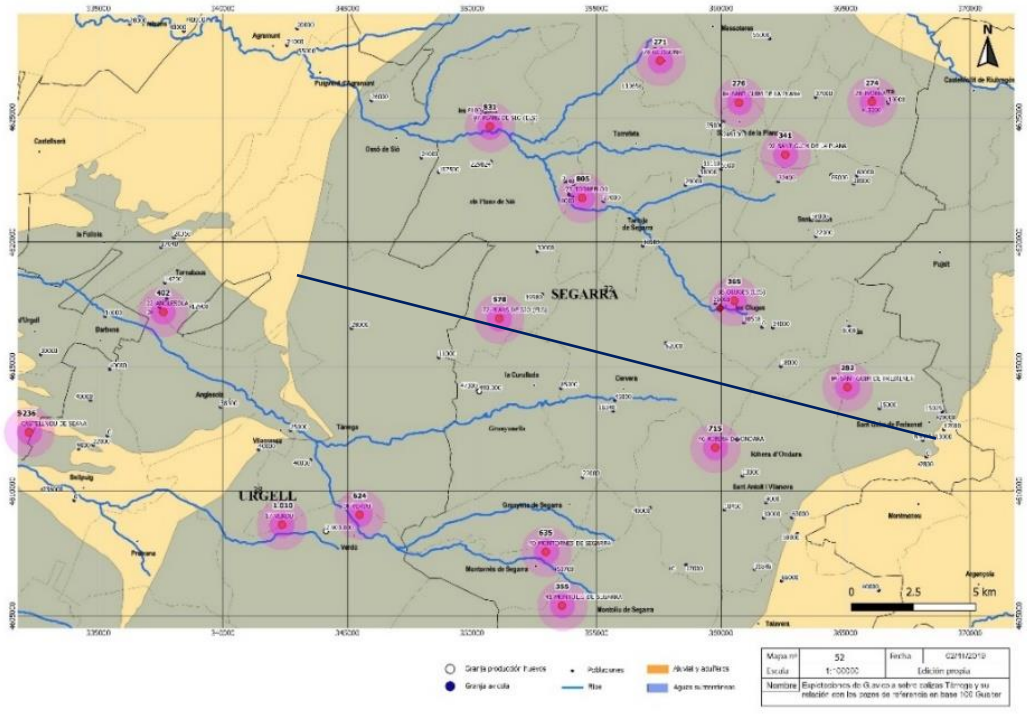


Imagen 51.7. Censo de ganado aviar. (Elaboración propia, censos y coordenadas DARP).

En la búsqueda de esta correlación. como en las anteriores, se comenzó, por el censo ganadero y el IB100G. En la tabla 23.7 se encuentran los resultados con este y otros índices con los que hemos experimentado

Tabla 23.7. Correlaciones entre los censos ganaderos el IB100G (línea R) y otros índices (líneas S a Z). (Elaboración propia)

		f	d	d	c	b	a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PCR		PO_4	NH_4	NO_2	Suma 2	Suma 3	Suma 4	IB100G	0,5 cerdos	0,5 aves	1,5 cerdos	1,5 aves	2,5 cerdos	2,5 aves	Total Cerdos	Total Aves	UGM Cerdos	UGM Aves	UGM Totales	Promedios de los índices		
																					Cerdos	Aves
Verdú 17		0,049	0,056	0,141	0,198	0,247	253,247	**1010**	0	0	3.846	0	13.958	2.903.000	17.804	2.903.000	2.136	20.321	22.457			
Verdú 18		0,045	0,046	0,009	0,056	0,100	25,510	**624**	0	0	0	0	10.318	0	10.318	0	1.238	0	1.238			
Montornès Sg 40		0,053	0,052	0,009	0,056	0,114	23,824	**635**	0	0	0	0	3.890	51.700	3.890	51.700	467	362	829			
Montoliu Sg 41		0,056	0,044	0,051	0,056	0,151	107,291	**355**	0	0	0	0	2.500	0	2.500	0	300	0	300			
Ribera d'Ondara 46		*0,068*	*0,048*	*0,042*	*0,086*	*0,158*	*62,158*	***715,53***	*752*	*0*	*0*	*0*	*250*	*23.450*	*250*	*23.450*	*30*	*164*	*194*			
									752	0	3.846	0	30.916	2.978.150	35.514	2.978.150	4.261	20.847	25.108			
Linea	**R**							**IB100G**	no se puede calcular correlación				0,636	0,820	0,708	0,820	0,708	0,820	0,820	**R**	0,684	0,820
	S						*	**Suma 4**					0,596	0,933	0,706	0,933	0,706	0,933	0,925	**S**	0,669	0,933
	T					*		**Suma 3**					0,538	0,940	0,660	0,940	0,660	0,940	0,927	**T**	0,619	0,940
	U			*				**NO_2**					0,543	0,933	0,662	0,933	0,662	0,933	0,921	**U**	0,623	0,933
	V		*					**NH_4**					0,545	0,806	0,631	0,806	0,631	0,806	0,801	**V**	0,602	0,806
	W	*						**PO_4**					-0,812	-0,317	-0,731	-0,317	-0,731	-0,317	-0,358	**W**		
	Z				*			**Suma 2**					0,7578	0,9999	0,8511	0,9999	0,8511	0,9999	0,9991	**Z**	**0,820**	**0,9999**

En las áreas anteriores, no nos hemos limitado a buscar correlaciones entre el IB100G (línea R) y los censos ganaderos. Hemos utilizado también los índices Suma 4 (Línea S) y Suma 3 (línea T). Además, en esta ocasión se han utilizado cuatro índices más: ion nitrito NO_2, (línea U), ion amonio NH_4 (línea V), ion fosfato PO_4 (línea W) y Suma 2 (ion nitrito+ ion amonio).

Los resultados han sido muy buenos, sobre todo en los relativos a la ganadería aviar. Los más significativos son los obtenidos con Suma 2. Los restantes se ajustan mejor a la ganadería aviar que a la porcina. Se plantea, de este modo, un interrogante sobre el uso de los residuos de ambas ganaderías; hasta ahora hacemos solo referencia a los residuos porcinos (purines), y omitimos siempre el uso de la gallinaza.

Con estos valores se pone de manifiesto que las correlaciones entre los contenidos de iones que se encuentran en las aguas son más cercanas a las cifras de los censos avícolas que a los porcinos.

7.14. Comparaciones entre las cinco zonas de estudio

El estudio de la evolución de la calidad del agua nos ha servido para deducir la repercusión de las acciones del hombre con el medio geográfico en el que reside. Y, sin referirnos a ello, entre líneas se deja ver que poco a poco se destruye el paisaje natural de una forma profunda y casi irreversible.

La situación que se detecta con el estudio de las aguas subterráneas queda puesta de manifiesto en las cinco áreas hidrológicas. Sobre ellas destacamos algunos de los aspectos más significativos.

Partimos de los tres grandes acuíferos: Aluvial del Segre, Aluvial de Urgell y Calizas de Tàrrega. Son masas de aguas subterráneas que interactúan con la hidrología superficial, la pluviometría, la escorrentía y las actividades de la población que ha residido a lo largo de los tiempos en la zona.

Loa acuíferos varían el volumen de almacenamiento en función de los fenómenos meteorológicos y de la actividad antrópica. La autoridad de cuenca los controla con los piezómetros instalados en estas zonas. A partir de su seguimiento se conocen las fluctuaciones que experimenta la masa de agua almacenada, y con los análisis de las aguas, su estado.

Ahora bien, lo que se puede deducir de todo ello es que durante los periodos que hemos considerado (promedio entre 9 y 11 años) los acuíferos se encuentran con agua. Y, con las estimaciones de los valores de las recargas (durante periodos largos 1971/2002), puede estimarse el volumen con el que se trasiega, y no tanto la capacidad real del acuífero, que debe ser bastante mayor.

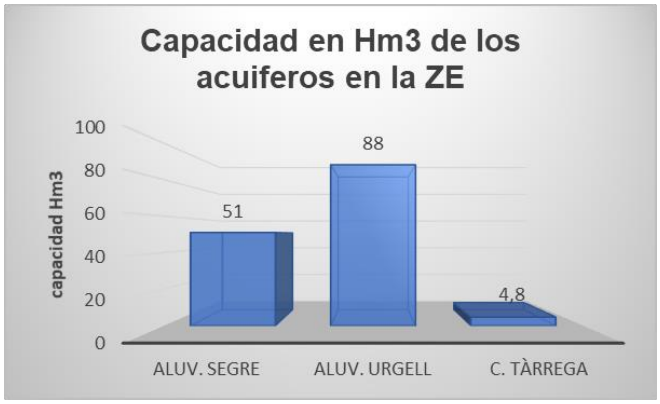


Imagen 52.7. Recarga interanual de los acuíferos. (Elaboración propia; datos de Encomienda)

En la imagen 52.7 se indican los volúmenes habituales de la recarga interanual (IGME, Encomienda). Este volumen de agua, si lo comparamos con los embalses más cercanos (Rialb, 402,8 Hm^3 y Sant Llorenç de Montgai 9,7Hm^3), representa algo más del 35% del volumen del primero, y casi 15 veces el del segundo.

Como ya sabemos el acuífero de mayor tránsito (recarga /descarga) es el Aluvial de Urgell, situado sobre el extremo sureste de la actual zona regada por los canales de Urgell y en las cercanías del curso del Segre bajo. Entre los parámetros que lo definen tiene uno destacable: se considera con un confinamiento lateral según IGME, lo cual representa que por sus laterales no presenta contacto con las zonas adyacentes y no admite aguas por ellos. Solo permite la entrada de agua, la recarga, por las filtraciones de las aguas de riego y, por el este mediante las entradas formadas por los conos aluviales que en su origen formaron los cursos de los ríos Corb y Ondara, por donde puede ser que entren aguas de las escorrentías.

7.14.1. Iones principales

Las tres masas de agua subterránea contienen una cantidad apreciable de sustancias en disolución.

En la tabla 24.7, agrupados en las cinco áreas estudiadas, figuran los valores promedio de los iones principales, para un intervalo temporal máximo comprendido entre 2000/2017.

Tabla 24.7. Comparación por Áreas de los parámetros básicos, iones principales y parámetros auxiliares. (Elaboración propia)

Área	Dureza	Alcal	Ca	Mg	Na	k	CO3H	Cl	SO4	Suma 7	Suma 8	IB100G	Pz
A1	419,16	277	134,2	19,07	38,6	3,4	287,1	40,3	146,8	652	718	276	2,8
A2	594	284	208,4	41,22	84,4	12	277,7	93	436,6	1154	1189	482	2,7
A3	492	264	135,5	42,2	40,2	3,1	281,8	48,7	162,2	714	801	325	2,83
A4	667	281	132	80	81	9	279	107	330	1018	1106	448	11,6
A5	1032	317	243	128	88	4	315	112	666	1556	1650	669	10

Entre los parámetros básicos, la dureza es uno de los que con mayor frecuencia se citan para referirse a la calidad de las aguas. En este estudio, ahora es la primera vez que nos referimos a él.

La dureza de las aguas es un indicador de la cantidad de compuestos minerales que tiene el agua, en especial iones de Calcio + Magnesio. En la imagen 53.7, la comparación entre la dureza en las cinco áreas.

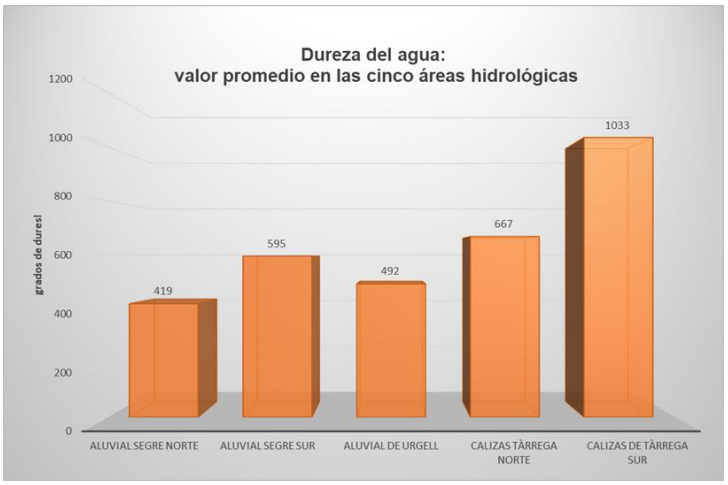
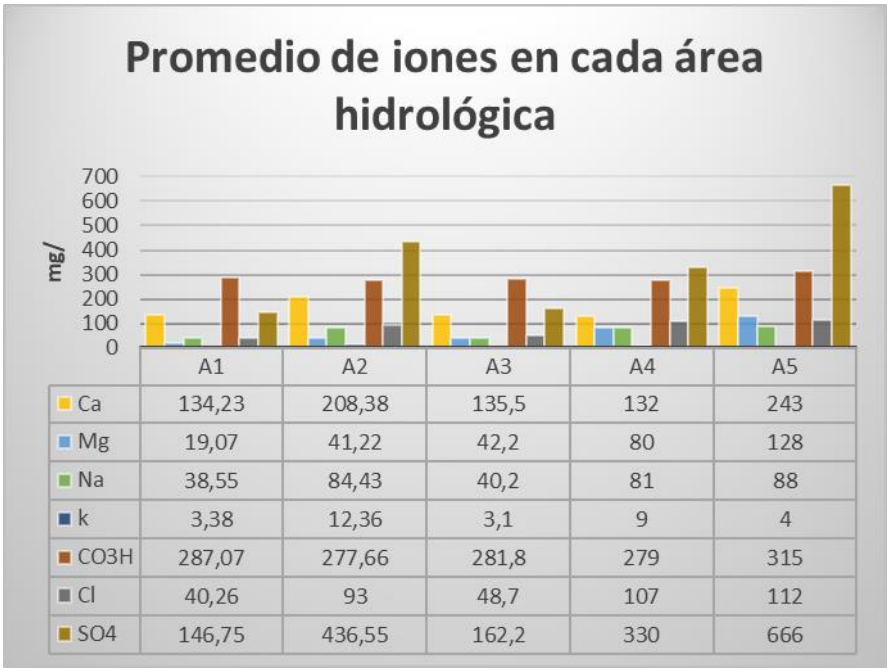


Imagen 53.7. Dureza de las aguas subterráneas en las cinco áreas hidrológicas (Elaboración propia)

A la masa de Calizas de Tàrrega, le sigue en dureza, la del Aluvial del Segre sur. Sin lugar a dudas es una consecuencia de la influencia que ejercen los retornos subterráneos de los regadíos por ambos márgenes. Las del Aluvial de Urgell, a pesar de la intensa actividad superficial y en su zona no saturada, seguramente a causa de las elevadas extracciones, la renovación de las aguas contribuye a un valor de dureza menor.

a) <u>Comparación de los iones principales</u>. Con los valores de la tabla 24.7 se puede deducir el gráfico de la imagen 54.7.



	A1	A2	A3	A4	A5
Ca	134,23	208,38	135,5	132	243
Mg	19,07	41,22	42,2	80	128
Na	38,55	84,43	40,2	81	88
k	3,38	12,36	3,1	9	4
CO3H	287,07	277,66	281,8	279	315
Cl	40,26	93	48,7	107	112
SO4	146,75	436,55	162,2	330	666

Imagen 54.7. Iones principales en cada Área. (Elaboración propia)

Lo más destacado del mismo es constatar que, globalmente, en las cinco áreas se pone de manifiesto la influencia de sus suelos yesíferos por el contenido en sus aguas de los aniones y cationes que componen el yeso (sulfato cálcico,

SO_4Ca). El ion dominante en todas las zonas es el sulfato SO_4, (que sobrepasa los máximos, 250mg/l, en tres de las cinco áreas). Le sigue en importancia el ion calcio Ca, que solo alcanza los máximos en las calizas de Tàrrega sur (área A5). En el área 5, los sulfatos sobrepasan 2,5 veces la tasa admitida. Puede ser por varias razones: por encontrarse en el subsuelo, por los efectos conjuntos de la difusión, por la dispersión mecánica e hidrodinámica de las sustancias contenidas en las aguas [43] y también porque, según los sondeos, podrían predominar en la zona los minerales de origen lacustres.

En la imagen 55.7 comparamos los valores de los parámetros auxiliares (Suma 7, Suma 8). Los valores de la suma de los siete contienen los iones mayoritarios que permiten tipificar las aguas.

Si al valor de Suma 7 le agregamos el valor de los nitratos (NO_3) obtenemos el valor de Suma 8. No debe confundirnos el gráfico: valor de Suma 8 se incrementa un mínimo respecto a Suma 7 por razón de la pequeña aportación de los nitratos (NO_3), que solo representan un incremento del orden de entre el 4 y 6%. Cuando nos referimos a la Ley, nos referimos a la suma de todos los contenidos máximos que puede tener el agua para consumo humano. (Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano,)

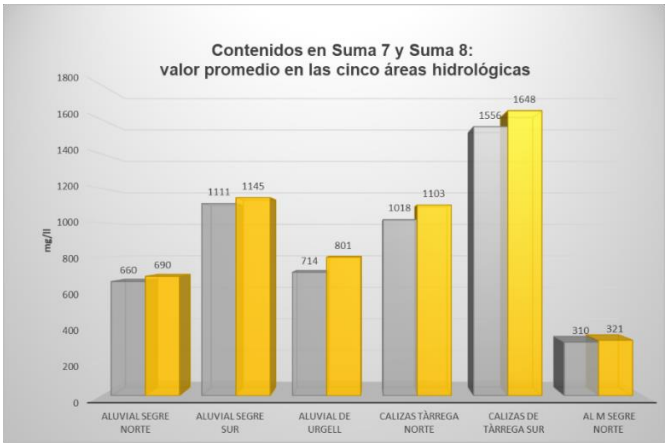


Imagen 55.7. Comparación de los valores de suma 7 y suma 8 entre las cinco áreas (Elaboración propia)

Respecto a los valores de la imagen 55.7, se puede considerar razonable que, en el Aluvial del Segre norte, los contenidos de iones, 690 mg/l, sean inferiores a los 1.111 mg/l del Aluvial del Segre sur. En este último se encuentran los efectos de todos los retornos de las actividades agroganaderas y de otras presiones como las de los vertidos de las EDAR[44] instaladas en la zona.

[43] Cap. 23 Transporte de contaminantes. Hidrología superficial y subterránea del Prof. Sánchez S. Román
[44] Estaciones depuradoras de aguas residuales

Tabla 25.7. Parámetros e iones principales y agronómicos por Áreas. (Elaboración propia).

Área	PC	PO4	NH4	NO2	Suma 3	Suma 4	Morg	O2 disuelto
A1	Aluvial Segre N	0,0347	0,0463	0,0173	0,097	28,22	0,39	7,7
A2	Aluvial Segre S	0,0988	0,0265	0,0232	0,2313	35,94	5,66	6,7
A3	Aluvial Urgell	0,049	0,0547	0,0217	0,1254	87,64	3,9	8,1
A4	Calizas Tàrrega N	0,1127	0,1312	0,0416	0,286	88,23	7,12	6,8
A5	Calizas Tàrrega S	0,05	0,05	0,127	0,2305	94,54	4,08	7,4

7.14.2. Relación entre el oxígeno disuelto y la materia orgánica

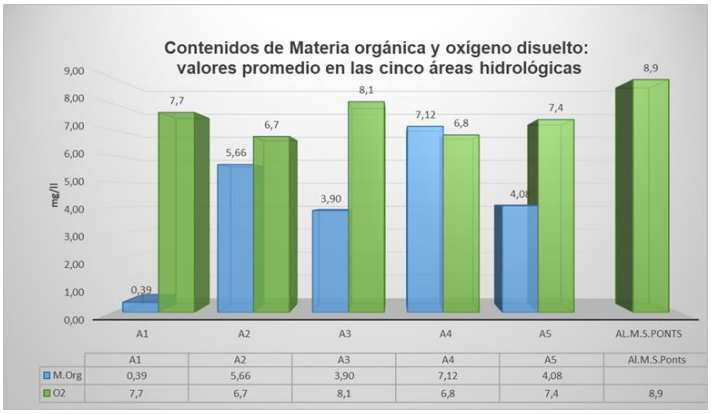
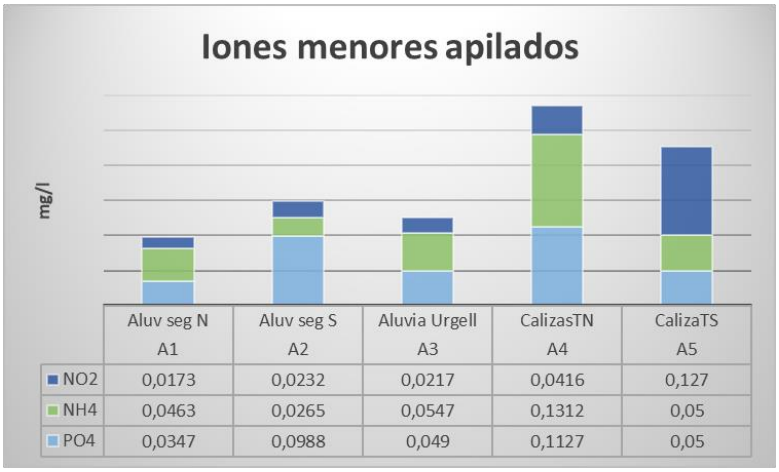


Imagen 56.7. Relación entre la materia orgánica y el oxígeno disuelto en las aguas subterráneas. (Elaboración propia).

En el gráfico 56/7, que nos permite recordar la relación fundamental en el proceso depurativo de los ríos, no se incluye la columna habitual (ley) que hace referencia a lo que admite la legislación, ya que el agua no debe contener materia orgánica, ni mucho ni poco, nada[45]. La conclusión que se alcanza es que, a mayor cantidad de oxígeno presente en las aguas, menor cantidad de materia orgánica. En presencia de oxígeno se reduce la materia orgánica[46] Es uno de los principios sobre autodepuración del curso alto de un rio, donde por efecto de turbulencias de los rápidos, el agua y el oxígeno del aire entran continuamente en contacto, de forma que la DBO[47] sea mínima ante la mínima materia orgánica que pueda contener el agua.

[45]La materia orgánica disuelta (MOD) es una compleja mezcla heterogénea de macro-moléculas, cuyos principales componentes en las aguas dulces son sustancias húmicas, carbohidratos y aminoácidos La MOD en las aguas naturales puede ser originada por la descomposición del material biológico procedente de animales, plantas y microorganismos
[46] La concentración de materia orgánica en el agua se determina directamente con la medida del carbono orgánico total (COT) e, indirectamente, midiendo la capacidad reductora del carbono existente con la determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
[47] Demanda biológica de oxígeno

7.14.3. Iones menores



	Aluv seg N A1	Aluv seg S A2	Aluvia Urgell A3	CalizasTN A4	CalizaTS A5
NO2	0,0173	0,0232	0,0217	0,0416	0,127
NH4	0,0463	0,0265	0,0547	0,1312	0,05
PO4	0,0347	0,0988	0,049	0,1127	0,05

Imagen 57.7. Valor conjunto de los iones secundarios. (Elaboración propia)

En la imagen 57.7, se representan los contenidos de los tres iones menores apilados. Es lógica la representación: a) Mayor valor en el curso sur del Segre bajo (A2) que en el tramo norte (A1), donde aún los retornos de regadíos son menores. b) Cantidades bajas en el aluvial de Urgell (A3) donde el nivel de extracciones de aguas es el más alto de las cinco zonas. c) Calizas de Tàrrega norte, área de mayor contenido. (ver en imagen 56.7, área A3: máxima cantidad de materia orgánica, superando al oxigeno contenido en el agua); se trata de un área de gran intensidad ganadera, alta densidad de población y solo dos depuradoras de aguas residuales urbanas (imagen donde la densidad de depuradoras de aguas residuales, una en Guissona y otra en el extremo nordeste próxima a Sant Guim de Freixenet.

Anteriormente ya hemos comentado que este tipo de iones obedece a la contaminación por aguas residuales urbanas y/o agrícolas. La zona A5, cuenta con tres depuradoras, una en el municipio de mayor población, Cervera, otra entre los puntos Verdú 17 y 18 donde la concentración de iones en agua es mayor y la tercera en el suroeste lindando con el Urgell cerca de Tàrrega y desembocadura del Cercavins al Ondara.

Los valores más altos se deben al amonio (NH_4)[48], procedente sin lugar a dudas de las aportaciones de fertilizantes, predominantemente de naturaleza orgánica. De una forma sintética, recordamos que los nitratos (NO_3) dan lugar a los nitritos (NO_2) y estos, a su vez, dan lugar al amoniaco (NH_3) que en un medio húmedo o acuoso da lugar al ion amonio (NH_4).

En la imagen 57.7, se observa también que los fosfatos (PO_4), que provienen directamente de los fertilizantes y del uso de detergentes, presentan un valor que sobresale mucho del resto. Así sucede en el aluvial del Segre bajo Sur, después de transcurrir por zonas muy pobladas y de recoger los retornos de los regadíos, y en el área 4ª (Calizas de Tàrrega Norte) que destaca por tener una mayor

[48] Los estiércoles, pueden liberar nitrógeno en forma de urea, que se descompone formando amoníaco. y este al disolverse en agua, puede formar el ion amonio. El ion amonio tiene una carga positiva (es un catión) de fórmula química NH_4^+: $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4+ + OH–$

densidad de población, ganadera, la escasez de depuradoras de aguas y las pocas extracciones de aguas subterráneas.

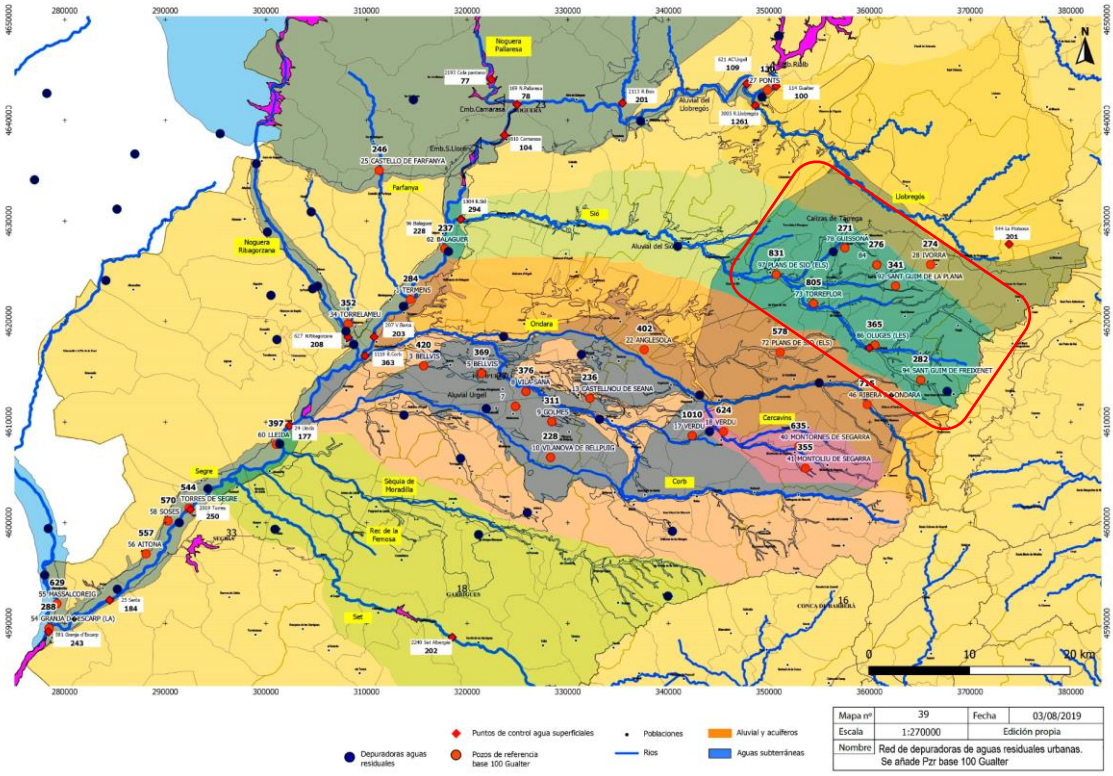


Imagen 58.7. Estaciones Depuradoras Aguas Residuales en el área 4ª (Elaboración propia coordenadas CHEbro)

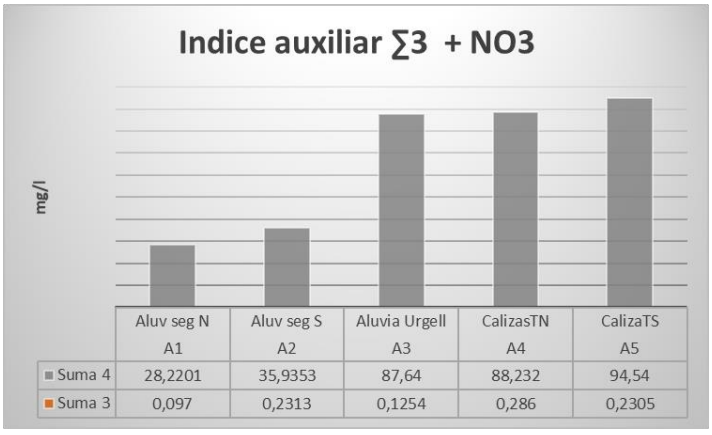


Imagen 59.7. Destacable importancia de los nitratos. (Elaboración Propia)

La persistencia de los nitratos sorprende. Se manifiesta, en los secanos, con el uso de los purines en los cereales de invierno donde ese color oscuro de las tierras al principio del otoño, pone de manifiesto donde se utilizan con generosidad, además se pone de manifiesto por la poca renovación del agua subterránea en las Calizas. de Tàrrega, por todo lo que llevamos dicho (áreas 4º y 5ª). Pero, en cualquier caso, lo sorprendente es encontrarlos en el segundo

nivel en las zonas regadas y multi lavadas (lixiviadas) del aluvial de Urgell (Área 3ª).

Los maizales y la leguminosa alfalfa, con sus múltiples cortes, deben necesitar un buen aporte de fertilizantes. Pero no cabe duda que los resultados analíticos en las aguas subterráneas ponen de manifiesto un excesivo uso excesivo de los mismos.

De la imagen 59.7, se deduce que los valores medios en los PCR durante los años estudiados de (8 a 11 años anteriores a julio 2017), son mayores en las masas de agua subterráneas de los acuíferos interiores que en los Aluviales del Segre. De las cinco zonas estudiadas, en tres se superan los valores permitidos por la legislación con un valor medio de un 65 % superior al tolerado (tabla 24.7).

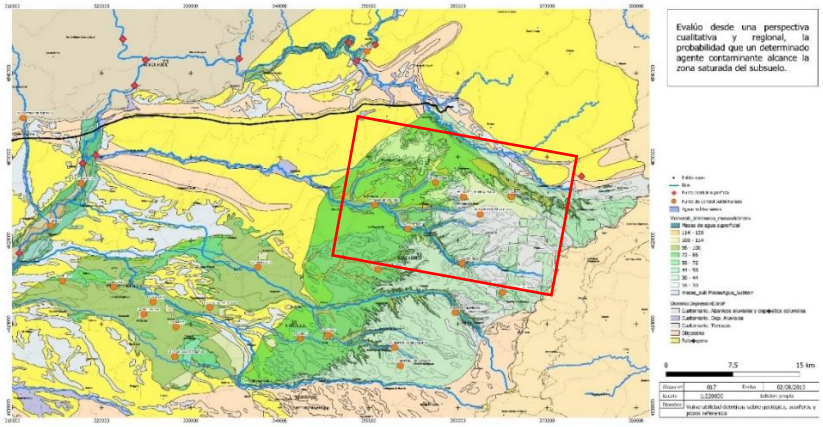


Imagen 60.7. Área A4. Vulnerabilidad de las aguas: A menor intensidad del color verde, menor vulnerabilidad a la contaminación. (Elaboración propia a partir de la información de CHEbro sobre vulnerabilidades).

7.15. Uso de fertilizantes.

Por lo que se sabe y por la trazabilidad que deja su utilización, al encontrarlos en suelos y aguas, se puede deducir que no todos los fertilizantes empleados no son utilizados por las plantas.

Cada vez se insiste más a nivel agrícola en el análisis de suelo para adecuar la dosis a utilizar en función de las carencias que se detecten, al tipo y época del cultivo y al agua disponible. Con la adecuación de la fórmula de abonado a estas variables se puede optimizar su uso en bien del mantenimiento de los suelos, del desarrollo de las plantas y de la reducción de los costes del cultivo.

Cualquier forma de aplicar fertilizantes y los Pfs[49], basada simplemente en la costumbre, no es la mejor. Si lo fuera, no los encontraríamos en los acuíferos (imágenes Áreas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª del capítulo 7º) ni en los ríos (14 fichas de los puntos de control de referencia, del capítulo 6º) ni en las aguas próximas al litoral de la Península[50] ni en las de Canarias. El volumen del empleo de fertilizantes

[49] Productos fitosanitarios, plaguicidas, y otros nombres.
[50] Los principales elementos que limitan la productividad biológica del océano, además de la irradiación, son el nitrógeno (en forma de nitrato), el fósforo (en forma de fosfato), y ocasionalmente el silicio (silicato). De estos tres elementos, en el Atlántico Nordeste, el nitrógeno es el factor limitante de la producción primaria. (Ministerio Transición Ecológica).

minerales lo podemos observar en la tabla 26.7, que en seis campañas han utilizado cerca de medio millón de toneladas en la zona estudiada.

Añadimos a continuación la serie oficial de los fertilizantes que se estiman utilizados en la zona citada a partir de la publicada para el consumo en Cataluña.

Tabla 26.7. Fertilizantes utilizados en la ZE durante los años 2012/2017. (Elaboración propia).

Fertilizantes minerales utilizados en la zona de estudio en toneladas							
Nutrientes	**2012/2013**	**2013/2014**	**2014/2015**	**2015/2016**	**2016/2017**	**2017/2018**	**Tm**
N	31.638	32.782	30.802	36.009	31.447	28.564	**191.241**
K20	13.939	17.487	19.168	15.857	19.735	17.477	**103.663**
P2O5	14.408	18.137	17.734	11.418	11.159	22.024	**94.880**
Total	75.962	83.781	83.284	86.443	85.302	68.065	**482.837**

En las imágenes 59.7 y 60.7, la representación gráfica de parte de los datos de la tabla 26.7 y las tendencias decrecientes del consumo de abonos nitrogenados y del aumento de los fosforados y potásicos.

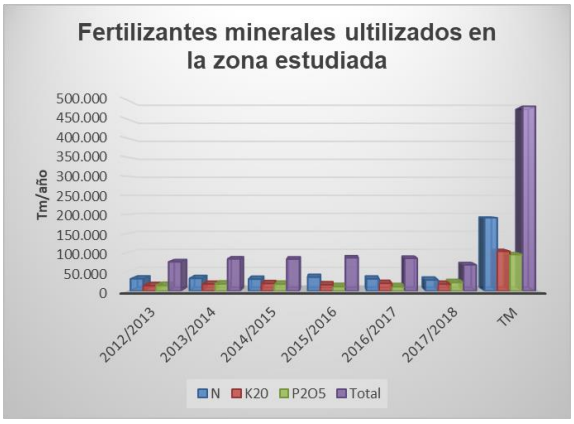


Imagen 59.7 Fertilizantes minerales utilizados en la ZE durante el periodo 2012/2018. (Elaboración propia).

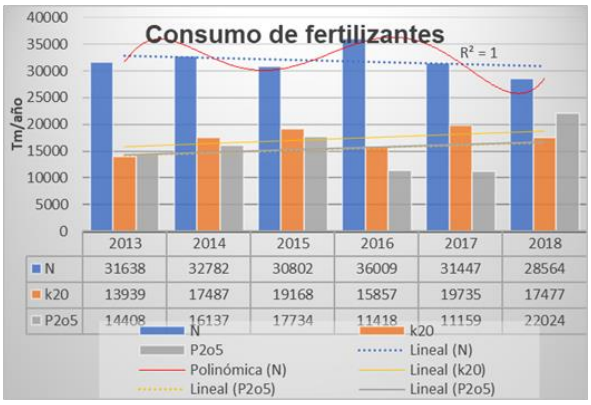


Imagen 60.7. Valores anuales y ajustes polinómicos con R^2 0,95 a 1.

El valor de los nitrogenados muestra una ligera tendencia a la disminución durante la última campaña (2018). Se detecta, así mismo, un aumento. Aumento de tendencia lineal casi igual de los abonos de fosforados (P_2O_5) y potásicos (K_2O).

A estos fertilizantes minerales podrían añadirse los estiércoles de la ganadería porcina, que son los que mayor volumen ocupan y mayores dificultades han presentado a su eliminación por desplazamiento y por falta de plantas de tratamiento. Lo hemos explicado en el capítulo 5º.

En el capítulo 5º se ha estimado que la producción anual de purines es de 3 millones de m^3/año. El 97% del contenido de los purines es agua, en la que se encuentran disueltos 13,5 Kg/m^3 de productos, que se pueden aprovechar como fertilizantes (5,7 Kg de nitrógeno, 3,6 kg de fósforo en forma de pentóxido y de 4,2 kg de potasio en forma de oxido).

También debe recordarse que los 34 millones de aves estabuladas de forma permanente en la zona, anualmente 66.000.000 kg/año de deyecciones (gallinaza). Se trata de un producto que además tiene una buena salida a los mercados como fertilizante, probablemente en una cantidad importante no sale de la zona. Su contenido en nutrientes es: nitrógeno 40,4, potasio 9,35 y fosforo 21,74 gr/kg, respectivamente.

7.15.1. Simulación de fórmulas de fertilización

Para tratar de conocer si las cantidades de nutrientes que contienen las aguas subterráneas guardan alguna relación con las cantidades disponibles (minerales adquiridos, purines y gallinaza producida), se han buscado las correlaciones entre las cantidades que aparecen en las aguas de cada área estudiada, con siete supuestas fórmulas combinando los fertilizantes de los tres orígenes: fertilizantes minerales, purines y gallinaza, a los que hemos denominado fórmulas F1 a F7.

La primera fórmula aplicada, F1, consiste en considerar la aplicación total y exclusiva de los fertilizante que hemos visto que se utilizaron entre 2012/2018 como de fertilizante mineral (tal como consta en dicha tabla 27.7). Las correlaciones encontradas figuran en la última columna de la derecha de la tabla 27.7.

Tabla 27/7. Correlación entre iones encontrado en las aguas subterráneas y las aportaciones.

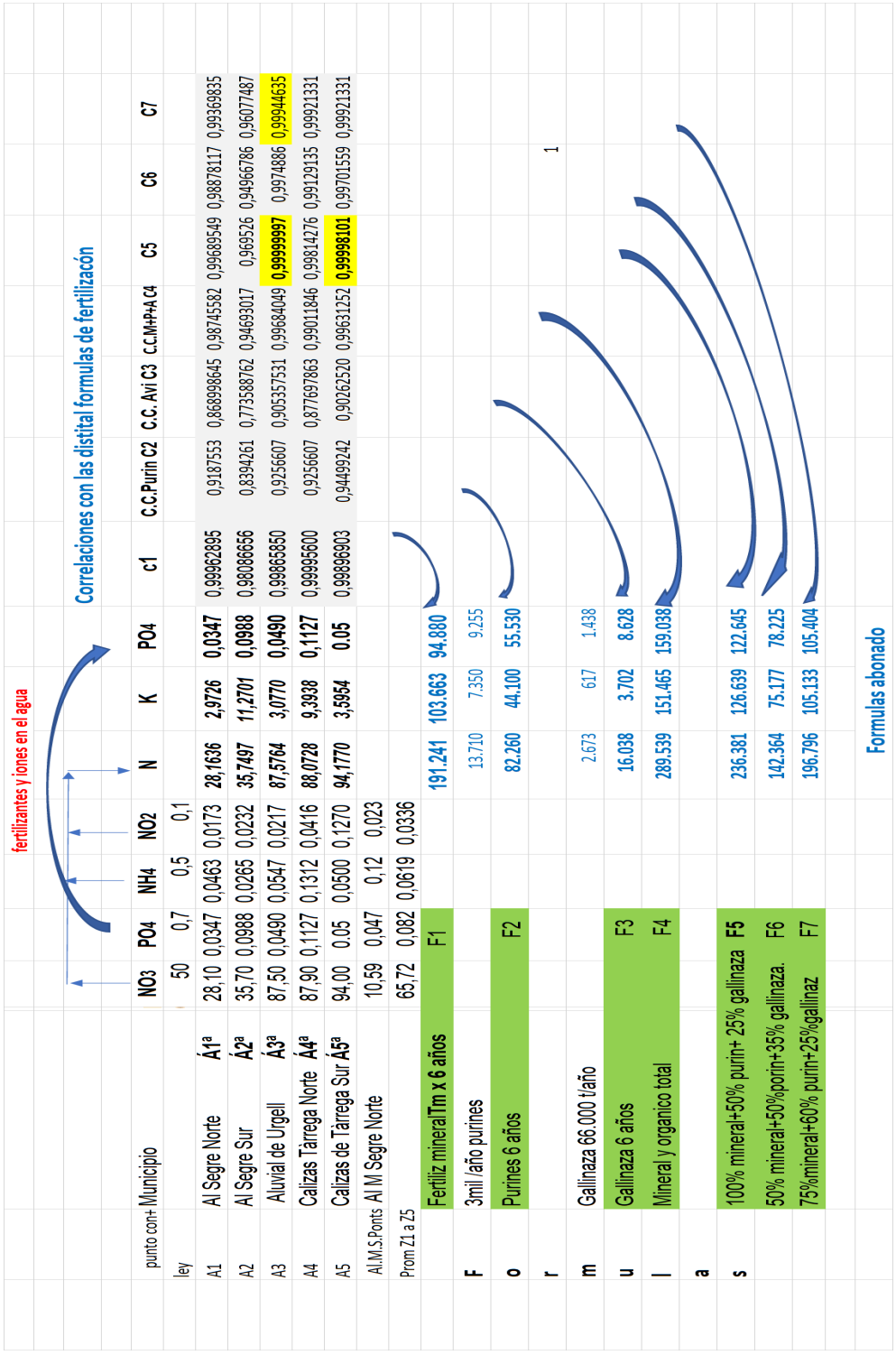
	Área	NO3	k	PO4	NH4	NO2	N	K	P	CCorrelación
A1	Aluvial Segre Norte	29,82	2,97	0,0490	0,0447	0,0143	29,8838	2,9726	0,0490	0,99998
A2	Aluvial Segre Sur	34,39	11,27	0,1448	0,0294	0,0447	34,4678	11,2701	0,1448	0,97116
A3	Aluvial de Urgell	87,25	3,08	0,0490	0,0547	0,0217	87,3215	3,0770	0,0490	0,99865
A4	Calizas Tàrrega Norte	84,83	9,39	0,1127	0,1312	0,0416	84,9996	9,3938	0,1127	0,99985
A5	Calizas Tàrrega Sur	94,31	3,60	0,0543	0,0492	0,0459	94,4011	3,5954	0,0543	0,99878
fertilizantes	**Tm en 6 años**						**191.241**	**103.663**	**94.880**	

Con estos resultados podríamos haber terminado, ya que puede parecer difícil mejorar los coeficientes de correlación (el menor 0,97116). Los coeficientes de correlación lo dicen todo sobre las cantidades de iones presentes en los PCR son directamente proporcionales a las Tm de abonos minerales utilizados durante los últimos 6 años. Las referidas cantidades proceden de la tabla 26.6.

A los coeficientes de correlación encontrados los hemos llamado serie C1,y tienen unos valores comprendidos entre 0,9711 a 0,99996.

Los resultados de la fórmula de abonado F1 , los coeficientes de correlación C1 y las siguiente fórmulas y resultados, los podemos ver en la tabla 28.7.

Tabla 28.7 Respuesta de correlaciones entre iones y las siete fórmulas de abonado



	punto con+	Municipio		NO3	PO4	NH4	NO2	N	K	PO4	c1	C.C.Purin C2	C.C. Avi C3	C.C.M+P+A C4	C5	C6	C7
	ley			50	0,7	0,5	0,1										
	A1	Al Segre Norte	Á1ª	28,10	0,0347	0,0463	0,0173	**28,1636**	**2,9726**	**0,0347**	0,99962895	0,9187553	0,868998645	0,98745582	0,99689549	0,98878117	0,99369835
	A2	Al Segre Sur	Á2ª	35,70	0,0988	0,0265	0,0232	**35,7497**	**11,2701**	**0,0988**	0,98086656	0,8394261	0,773588762	0,94693017	0,969526	0,94966786	0,96077487
	A3	Aluvial de Urgell	Á3ª	87,50	0,0490	0,0547	0,0217	**87,5764**	**3,0770**	**0,0490**	0,99865850	0,9256607	0,905357531	0,99684049	**0,9999997**	0,9974886	0,99944635
	A4	Calizas Tárrega Norte	Á4ª	87,90	0,1127	0,1312	0,0416	**88,0728**	**9,3938**	**0,1127**	0,99995600	0,9256607	0,877697863	0,99011846	0,99814276	0,99129135	0,99921331
	A5	Calizas de Tárrega Sur	Á5ª	94,00	0.05	0,0500	0,1270	**94,1770**	**3,5954**	**0.05**	0,99896903	0,94499242	0,90262520	0,99631252	**0,9999101**	0,99701559	0,99921331
	Al.M.S.Ponts	Al M Segre Norte		10,59	0,047	0,12	0,023										
	Prom Z1 a Z5			65,72	0,082	0,0619	0,0336										
		Fertiliz mineralTm x 6 años	F1					**191.241**	**103.663**	**94.880**							
	F	3mil /año purines						13.710	7.350	9.255							
	o	Purines 6 años	F2					**82.260**	**44.100**	**55.530**							
	r																
	m	Gallinaza 66.000 t/año						2.673	617	1.438							
	u	Gallinaza 6 años	F3					**16.038**	**3.702**	**8.628**							
	l	Mineral y organico total	F4					**289.539**	**151.465**	**159.038**							
	a																
	s	100% mineral+50% purin+ 25% gallinaza	**F5**					**236.381**	**126.639**	**122.645**							
		50% mineral+50%porin+35% gallinaza.	F6					**142.364**	**75.177**	**78.225**							
		75%mineral+60% purin+25%gallinaz	F7					**196.796**	**105.133**	**105.404**							

La segunda fórmula de abonado F2, ha consistido en suponer que el único abono utilizado en la zona han sido los purines del porcino, aplicados durante seis años

consecutivos[51]. Se han calculado las correlaciones C2 entre los componentes encontrados en las aguas y el valor como fertilizantes de los purines generados en seis años.

Los coeficientes encontrados son peores que los C1. Por lo tanto, la F2 no puede ser la fórmula aplicada en la realidad.

En la fórmula F3 se ha considerado que los nutrientes aplicados han sido los que contienen las 66.000 tm de gallinaza durante seis años consecutivos.

Las correlaciones encontradas, C3, no son mejores que las encontradas con el abonado mineral aplicado.

La fórmula F4 en su totalidad, considera que se ha aplicado durante seis años la suma del abono mineral con los purines y la gallinaza producidos durante el mismo número de años.

Las correlaciones encontradas, C4, mejoran en algún caso, las de la formula F1.

La fórmula F5 supone que se aplicó la totalidad del abono mineral durante los seis años, más el 50% de la producción de purines y el 25% de la producción de gallinaza, de ambos, también durante seis años.

Y con esta posible fórmula encontramos en las áreas 3ª, Aluvial de Urgell, y en la A5, Calizas de Tàrrega Sur, unos valores C5 que mejoran sensiblemente las correlaciones obtenidas con la formula 1ª: 0,99999997 y en 0,99998101. Todo ello nos indica que, muy posiblemente, en estas dos áreas se utiliza un abonado fundamentalmente mineral más una buena cantidad de purines y también de gallinaza.

Con la formula F6, formada por la cantidad del 50% del abono mineral empleado durante seis años más 50% de la producción de purines y más el 35% de la producción de gallinaza (ambos para el producido durante 6 años).

Las correlaciones C6 encontradas no mejoran ninguna de las encontradas hasta ahora. Esto nos indica que, posiblemente, no es la opción utilizada.

Por último, con la formula F7, aplicada durante seis años, por una composición del 75% del abonado mineral más 60% de purines más 25% de gallinaza. (de los consumos y producciones durante seis años).

De la correlaciones mejoran todas las encontradas para el área 2ª Aluvial del Segre bajo Sur, con un valor de 0,99677694, e indican que posiblemente en esta área utilicen una fórmula relativamente cercana a la de la fórmula propuesta.

Esta simulación de siete escenarios posibles, no quiere decir que el abonado se realice exactamente con estas proporciones. Consideramos, más bien, que nos indican que no hay una forma única de utilizar los residuos ganaderos que generamos. Quizás se puede considerar que las fórmulas de abonado mineral no son absolutas ni la utilización de estiércoles tampoco, y que posiblemente,

[51] Consideramos seis años igual que se ha realizado con los fertilizantes minerales.

como nos dicen los resultados de la simulación, la fórmula de abonado dependa del área, de los cultivos implantados o que habitualmente se realicen; o bien de los costes de cualquiera de los tres, de la filosofía dominante de los agricultores, de sus costumbres, de su experiencia y del momento económico. Lo que nos parece inobjetable es la relación que se encuentra entre los componentes que aparecen en las aguas y los que se utilizan o aplican en la superficie de los suelos.

7.15.2. Almacenamiento de sustancias en las masas de aguas subterráneas.

Estimación de los iones que contiene las aguas almacenadas en los acuíferos, que, para simplificar, la limitamos a los contenidos de nitratos.

Los valores utilizados en esta estimación proceden de los valores finales de los nitratos que hemos añadido en los comentarios discusión de cada área estudiada, y limitado al volumen estimando de cada masa de agua a las indicadas por el IGME y la CHEbro para el valor de la recarga interanual que citada en las Encomienda. Es decir, la reposición anual media entre los años 1971 y 2002.

Si durante un año se efectúa la recarga del acuífero es de suponer que se debe a las extracciones por bombeo y a la descarga natural de las masas hacia el río. Estos valores deben ser muy inferiores al volumen almacenado.

El contenido de nitratos que contiene las aguas en los acuíferos representa un coste de los agricultores del que nadie se beneficia. Se puede catalogar como un coste inútil, que encarece el producto. Tanto si procede de abono mineral (que se debe comprar y pagar)[52], como si procede de la gallinaza, que se puede vender con facilidad y generaría un ingreso[53]. Respecto a los purines es el más difícil de evaluar económicamente. Se puede vender y comprar solo para transporte de pequeñas distancias, transportar un 2 a 11 m^3 requiere hacerlo en una cuba adecuada arrastrada por tractor, con un coste, que el agricultor debe pagar. Estos costes deben imputarse al producto, para que de esta forma, el agricultor pueda recuperarlos. Y solo los puede recuperar si vende el producto a un precio que pueda resarcirse. Si es así lo paga el comprador, en caso contrario disminuye los ingresos del agricultor.

Si se han utilizado en exceso, finalizan en las aguas de la capa saturada y después en acuífero correspondiente. Nadie los aprovecha y todos lo sufragamos. Después debemos volver a pagar por el agua que ha necesitado ser sometida a un tratamiento costoso, para convertirse en agua de consumo humano. ¿Tiene sentido? ¿No es un coste inútil? Si esta aguas llegan a los ríos, como mínimo alterará la flora de ribera y la de los ríos.

[52] Precio coste Tm de abono nitrogenado 600 €/Tm
[53] Precio coste Tm de abono de gallinaza tratado y empaquetado 80 €/t

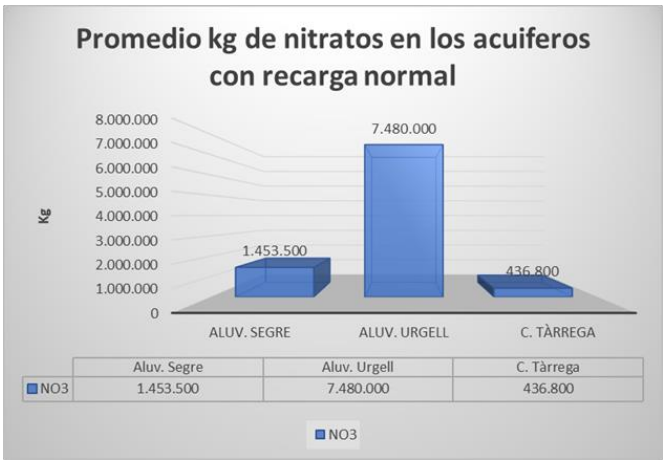


Imagen 60.7 Carga contaminante por nitratos almacenada en las masas de aguas subterráneas. (Elaboración propia).

La suma de los nitratos contenidos es las tres masas de agua es de 9.370 Tm que respecto a la cantidad de abonos mineral y orgánico nitrogenados en los últimos seis años considerados (Tabla 28.7, fórmula de abonado F4) es 289.539 en seis años 48.256 Tm/año).

Con las cifras del abono mineral comprado más los generados en purines y gallinaza (48.256 Tm/año) que terminamos de indicar y previsiblemente aplicado cada año a los suelos, el contenido en los acuíferos representa es 19,41%[54].

Otro dato a tener presente es la cantidad de nitratos 19.326 Tm/año que se contabilizan en las aguas del Segre en el último PCR de Seròs (ver balance de materias totales en el rio Segre: 6.3.11 Punto de control 25). Valor que bien podría dar lugar a otro capítulo sobre el tema, dilucidando el origen de las aportaciones al rio tanto de origen superficial como subterráneo por ambos márgenes.

Aunque estas cifras deban someterse a un análisis mucho más riguroso que la aproximación que terminamos de exponer, son lo suficientemente elocuentes para comprender la gravedad del uso actual de los nitratos, tanto para los suelos, para las aguas subterráneas, aguas continentales y marítimas. (Donde, en principio finalizarán afectando a toda la cadena trófica).

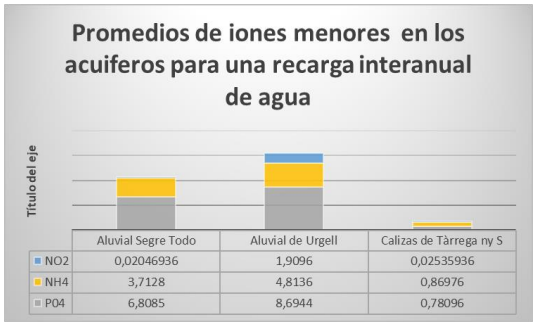


Imagen 61.7 Carga contaminante por iones menores en las masas de aguas subterráneas. (Elaboración propia).

[54] Porcentaje del nitrógeno aplicado cada año que puede terminar en los acuíferos (9.370/48.256)*100 = 19,41%

Si procediéramos con los fosfatos y potasio igual que hemos calculado para los nitratos, los contenidos en los acuíferos aumentarían sensiblemente. Los iones amonio y nitritos los hemos utilizado en el ejemplo anterior junto a los denominados nitrogenados.

El mismo proceder nos conduciría a ir considerando el resto de abonos y deducir las cantidades posiblemente almacenadas en las masas de aguas subterráneas, Y a tratar de establecer balances semejantes al realizado con los iones mayoritarios derivados del nitrógeno.

7.16. Metales pesados y Pfs en las aguas subterráneas.

Sin lugar a dudas las explotaciones mineras, la contaminación del suelo, el agua, las plantas y animales por cuenta de la industrialización, los fertilizantes, insecticidas químicos y otras actividades propias del desarrollo de las sociedades actuales han propiciado el aumento exagerado de metales pesados*:* mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), entre otros y como consecuencia directa la contaminación. Además, sumado a factores como: el cambio climático, el efecto invernadero, la deforestación, la pérdida de recursos naturales en flora y fauna han aumentado la amenaza de los metales pesados en la naturaleza.

Según la tabla periódica, son elementos químicos con alta densidad (mayor a 4 g/cm3), masa y peso atómico por encima de 20, y son tóxicos en concentraciones bajas.

-Algunos de estos elementos son: aluminio (Al), bario (Ba), berilio (Be), cobalto (Co), cobre (Cu), estaño (Sn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), selenio (Se), talio (Tl), vanadio (Va), oro (Au) y zinc (Zn) [9,10].

La presencia de metales pesados en el ambiente y los alimentos de acuerdo con lo descrito pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana y animal, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte. Es importante considerar, que elevadas concentraciones de dichos metales en el organismo de los seres vivos alteran los procesos bioquímicos y fisiológicos ocasionando diversas patologías. Asimismo es prioritario que el ser humano se concientice por proteger y conservar el ambiente de los enemigos silenciosos “metales pesados”, antes de que sea demasiado tarde, por ello se requiere con urgencia disminuir las cantidades de metales pesados en la industria, en la minería, en el sector agropecuario y más aún, en los casos que no sean de mayor utilidad. Finalmente consideramos pertinente unir sinergias o esfuerzos por parte del sector privado y oficial, así como de universidades y centros de investigación para adelantar trabajos conducentes a explorar e investigar otras sustancias o metales menos tóxicos que reemplacen o minimicen el impacto de los metales pesados descritos en este trabajo para bien de la salud pública y el medio ambiente.

El agua contiene metales pesados de forma natural, sin embargo, su incremento, aunque a veces también viene determinado por un enriquecimiento natural al

pasar por acuíferos en los que hay rocas con una elevada concentración de esta materia, mayoritariamente está vinculado a la actividad humana, como la minería y la industria, que genera residuos como el plomo, el mercurio, el cadmio, el arsénico y el cromo, que llegan a los ríos y contaminan las aguas subterráneas.

El mercurio, el zinc, el plomo, el cobre, el cadmio, el cromo y el níquel se usan en la pintura de la industria textil y gráfica, y para galvanizado de metales, así como para procesar papel en la industria papelera y como aditivo en la industria peletera, y el arsénico también se usa como aditivo en la industria del plástico.

como el plomo a la atmósfera, que llega al agua de los ríos y a los acuíferos Estas y otras actividades, como la combustión de gasolina con plomo, también liberan metales, y que se usa para la agricultura y la ganadería acumulándose en el organismo de los animales y en las plantas que ingerimos, además del agua del grifo que bebemos.

Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, establecen unos máximos en la presencia de metales:

Arsénico: 10 microgramos/l
Cobre: 2 miligramos/l
Plomo: 10 microgramos/l
Cromo: 50 microgramos/l
Cadmio: 5 microgramos/l
Mercurio: 1 microgramos/l
Níquel: 20 microgramos/l

Actualmente los niveles de metales pesados en el agua se mantienen por debajo de los límites legales, que se consideran seguros para el consumo humano. Los efectos más preocupantes son medioambientales, ya que la calidad del agua afecta al equilibrio de los ecosistemas.

En la legislación sobre los denominados metales pesados U.E. identifica como los menos deseables sobre la salud, once de ellos que se han incluido en la tabla 29.7.

Tabla 29.7. Principales metales pesados que se encuentran en las aguas.(mg/l) (Elaboración propia Bd/Acuif)

Área	Co	Cd	Se	Cu	Cr	Fe	Ni	Bo	Cianuro	Ar	Hg	Suma
A1	0,00280	0,00009	0,00138	0,0010	0,00080	0,022	0,0010	0,060	0,001495		0,000051	0,09064
A2		0,00009		0,0009	0,00049	0,050	0,0019	0,069	0,002900	0,00171	0,000090	0,12682
A3	0,00280	0,00025	0,00190	0,0014	0,00232	0,014		0,059	0,000006	0,00143	0,000088	0,08319
A4	0,00280	0,01614	0,00508	0,0037	0,00242	0,926	0,0029	0,111	0,004412	0,01128	0,000080	1,08606
A5	0,00204	0,00100	0,01026	0,0087	0,00362	0,026	0,0066	0,152	0,004932	0,00352	0,000079	0,21919



Imagen 62.7 Suma de metales pesados por áreas

El incremento de concentración en las aguas de estos compuestos se debe principalmente a contaminación puntual de origen industrial. Los lixiviados de vertederos o vertidos de aguas residuales pueden ser asimismo una fuente de contaminación. Hay que señalar también que en algunos casos existen aguas que sufren un proceso de enriquecimiento natural en metales pesados al atravesar acuíferos formados por rocas que los contienen en su composición.

Los metales pesados son, en general, tóxicos para los seres humanos, y además su característica de ser bioacumulatívo (no pueden ser eliminados por el cuerpo) provoca que las concentraciones permitidas en el agua de consumo humano por la legislación vigente sean muy pequeñas, del orden de los microgramos/l µg/l

La representación grafica de los contenidos de metales pesados en cada área la realizamos en dos imágenes de diferente escala cada una con objeto de que se puedan distinguir la aportación que cada uno hace a la totalidad de cada área.

Por razón de su escala no pomenos representar las cinco áreas en el mismo grafico, lo hacemos en dos, Imágenes (62.7 y 63.7)deben tenerse observarse las escalas.

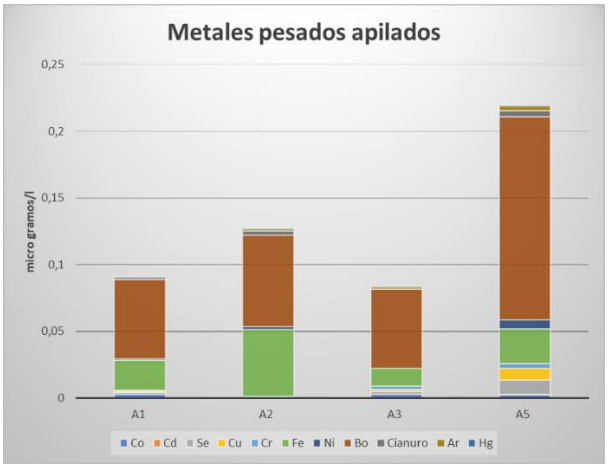


Imagen 62/7 Metales pesados (mg/l)

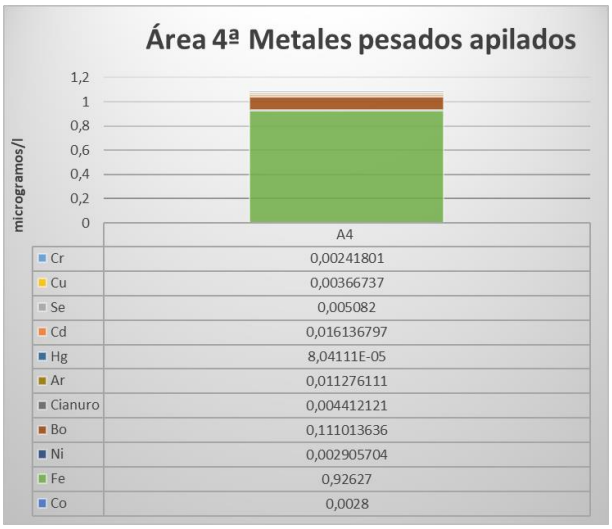


Imagen 63.7 Presencia de metales pesados en las masas de aguas subterráneas.(mg/l) (Elaboración propia).

El metal dominante, según las analíticas, es el hierro, y de forma muy destacada se encuentra en el área 4ª Calizas de Tàrrega Norte. Un área con un censo de ganado porcino de 158.519 de cabezas, (tabla 17.7.) aunque no es un valor extremadamente alto, se da la circunstancia de que los lechones de porcino padecen una carencia muy alta de ion hierro, por razón de que no es abundante en la leche materna[55] y se les debe administrar hierro a las crías durante el periodo de lactancia. (hierrodestrano inyectable), Los excesos del hierro encontrados, bien podrían deberse a pérdidas o a eliminaciones excesiva, imprevistas que acaben dando lugar a su presencia en purines y perdidas de administración.

Continua en abundancia el boro, que no aparece en las listas de contenidos en suelos ni rocas de la tabla 30.7.

Los frutales de pepita son muy sensibles a la carecía de boro, produciendo en la superficie de las frutas los clásicos botones de naturaleza semejante al felógeno de los alcornoques. Para que las frutas no se deprecien debe aportarse abonado de boro. *El boro está involucrado en la formación de la pared celular, la estabilización y la anificación, así como diferenciación del xilema. Cuando la deficiencia de Boro ocurre en combinación con una falta de Calcio, la fruta no puede ser almacenada durante periodos largos y la enfermedad carencial del Bitter Pit es más frecuente*.[56]

[55] El Hierro (Fe) desempeña un papel vital en el organismo de los animales ya que es un componente esencial de la molécula de la hemoglobina y de varias enzimas, colabora en la asimilación y transportación de substancias nutritivas, además contribuye a la formación de los sistemas de defensa del organismo. El lechón nace con unas escasas reservas corporales de Hierro, con lo que apenas cubre las necesidades para los 2 o 3 primeros días de vida. El lechón recibe a través de la leche materna 1 mg/día y sus necesidades son de 7 mg de Hierro, en promedio. Por lo tanto, esto implica que en pocos días las reservas se consumirán. https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/hierro-en-lechones

[56] Yara Iberian carencia de Boro.

El exceso de boro en las aguas subterráneas puede provenir del tratamiento a los frutales de pepita: peras y manzanas. Se da la circunstancia del progresivo aumento de frutales en espalderas en la cuenca del Cercavins, que coincide con el área5ª donde este metal en más elevado en los aguas subterráneas.

Tabla 30.7 Coeficiente. de correlación entre los valores de la tabla 4.3 y los encontrados en las aguas subterráneas.(mg/l) (Elaboración propia).

	Calizas	Suelos calizos		Presencia en agua subterranea	
mg/kg	0,028	0,35	mg/l	0,0035	Cadmio
	0,1	8		0,0049	Cobalto
	11	70		0,0019	Cromo
	5,5	30		0,0031	Cobre
	17000	40000		0,2077	Hierro
	0,18	0,06		8E-05	Mercurio
	7	50		0,0031	Niquel
	5,7	35		0,0033	Plomo
	0,03	0,4		0,0047	Selenio
	20	90		0,0276	Zinc
	0,9927	0,993		Coef.correlación	

En la tabla 30.7, en las tres primeras columnas se han colocados los valores procedentes de la investigación publicada por Mingorance Álvarez[57]. En la cuarta coluna los valores encontrados en las aguas subterráneas procedentes de nuestra tabla 29.7, en la fila inferior los valores de los coeficientes de correlación entre las tres series de elementos.

Los valores de los C.c.[58] encontrados, nos ayudan a determinar la procedencia de los metales que se encuentran en las aguas, la ligera mayoría del C.c. entre los suelos calizos respecto a las rocas calizas. Coinciden con la opinión Sánchez S. Román[59], cuando escribe que la mayor parte del currículo de las aguas subterráneas dependen de los primeros instantes, del contacto entre el agua de lluvia, sensiblemente acida, por el bióxido de carbono atmosférico que contiene, ataca y disuelve a los minerales que encuentra en los suelos, en mucho mayor porcentaje que el resultado de contacto de las aguas ya subterránea, con los minerales con quien se relaciona, aunque los contactos sean de duraciones de años.

7.17. Pfs presentes en las aguas subterráneas.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA[60]

[57] Mingorance Álvarez, investigadora del CSIC, capítulo de publicación de homenaje al doctor Julio López Gorgé
[58] C.c. coeficiente de correlación
[59] Obra citada: Hidrología superficial y subterránea
[60] Plaguicidas Comisión de Salud Pública Consejo Interterritorial del sistema Nacional de Salud. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO Secretaría General Técnica. Comisión de salud pública 1996

Introducción El mercado mundial de agroquímicos movió, en 1996, 4,4 billones de pesetas. La quinta parte de esta cantidad ocurrió en Europa, correspondiendo a España el 15% de ésta. Todo ello está medido en términos económicos, pero sirve para hacernos una idea de nuestra participación en la utilización de plaguicidas en el mercado mundial. Con respecto a los productos ureicos los más usados son fenilureas como herbicidas y benzoilureas como insecticidas. • El manejo incorrecto de los plaguicidas por los trabajadores de invernaderos produce con frecuencia intoxicaciones agudas, algunas de las cuales precisan atención médica, y otras más leves, no. Por ello en la actualidad las series más numerosas del mundo de intoxicados agudos por plaguicidas proceden del Poniente Almeriense. No obstante, estas intoxicaciones son aún más frecuentes entre los cultivadores de té de Sri Lanka y la India, pero los datos procedentes de estos países son escasos, debido a su pobre desarrollo económico y sanitario.

• Dentro de Andalucía, en el Poniente Almeriense, la agricultura intensiva en invernaderos constituye el pilar fundamental de su economía. Actualmente existen unas 25.000 hectáreas de cultivos bajo plástico, en las que trabajan más de 75.000 personas. Las altas temperaturas y la elevada humedad alcanzadas en el interior de los invernaderos favorecen la proliferación de plagas, por lo que el uso de plaguicidas es la norma.

• En nuestra perspectiva de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a plaguicidas cobran especial importancia los efectos 13 que éstos pueden tener en los trabajadores expuestos crónicamente. La pérdida de horas de trabajo y la presencia de secuelas invalidantes de por vida en algunos intoxicados ocasiona, además, importantes problemas socioeconómicos en nuestro medio.

• Prevención:

• La estrategia de sustitución en el caso de los plaguicidas no consiste tanto en encontrar sustitutos específicos para cada producto como en plantear alternativas globales a su propio uso. Un primer paso consiste sencillamente en no utilizar aquellos productos que resultan peligrosos. • Otra alternativa vendría dada por la lucha integrada contra las plagas; el objetivo no es la destrucción total de la plaga sino mantenerla controlada en niveles no peligrosos para el cultivo y ello tratando de integrar métodos de lucha biológica, genéticos, físicos, prácticas agrícolas, etc, limitando al mínimo imprescindible la lucha química (uso de plaguicidas).

• La agricultura ecológica.

Efectos sobre la salud Los efectos de la intoxicación aguda por plaguicidas sobre el organismo humano incluyen:

• Síntomas dermatológicos: sudación, prurito, erupción cutánea y cianosis.

• Neurológicos: mareo, cefalea, temblor, depresión y pérdida de consciencia, nerviosismo, convulsiones, síncope, fasciculaciones, parálisis y parestesias.

• Oculares: visión borrosa y lagrimeo.

• Cardiorrespiratorios: palpitaciones, disnea, tos, aumento de expectoración, dolor torácico, sibilancias y roncos.

• Digestivos: sialorrea, molestias faríngeas, náuseas, vómitos, dolor abdominal, diarrea, tenesmo rectal y estreñimiento.

• Antecedentes de abortos.

• Otros síntomas inespecíficos. También puede hablarse de una intoxicación leve y persistente, que frecuentemente no requiere asistencia médica y que en algunos casos puede ser considerada crónica. Incluye los siguientes efectos:

• Astenia • Anorexia • Cefalea • Alteraciones del sueño • Depresión • Cambios de carácter • Temblor • Parresias • Disminución de la libido • Impotencia sexual • Efectos crónicos o a largo plazo, destacando por su gravedad el potencial cancerígeno y mutágeno de alguno de ellos.

Tal como hemos indicado al referirnos a los metales pesado, también en el caso de los productos fitosanitarios Pfs, no ha sido el objetivo principal de la búsqueda y casualmente tampoco los hemos encontrado en todas las áreas estudiadas.

En la tabla 31.7, los agrupamos en cuatro familias de acorde con las exigencias legislativas que los ha identificado la CHEbro, en la primera fila hemos indicado las cantidades máximas aceptadas por las diferentes legislaciones.

Se debe destacar que en el caso de encontrarse más de un producto la legislación fija un máximo para las sumas. Que suele ser de 5 veces lo admitido para un compuesto, independientemente del número de compuestos presentes.

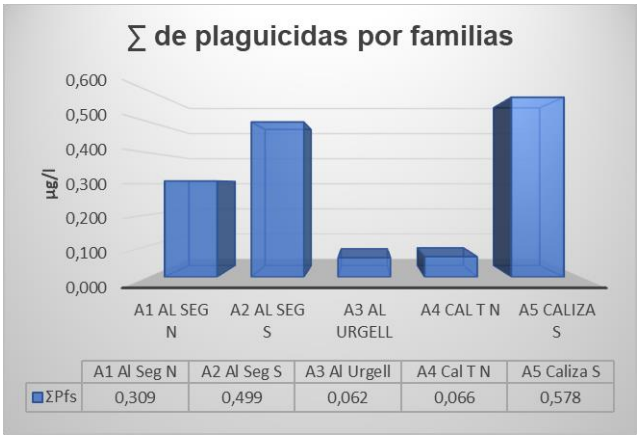
Tabla 31.7. Trazas de plaguicidas agrupados por familias, según exigencias legislativas, en las aguas subterráneas. (Elaboración propia en base a los datos de Bd/Acuif).

Áreas	DDTs D 86/280/CEE (Suma mx) 10 µg/l	plaguicidas 0,1µg/l	Aldrin, Dieldin, Hept 0,03µg/l	Total, plaguicidas RD140/2003 0,50µg/l
A1 Aluvial Segre Norte	0,00913			0,2997
A2 Aluvial Segre Sur	0,0085			0,4900
A3 Aluvial de Urgell	0,00143	0,013	0,000093	0,04766
A4 Calizas Tàrrega Norte	0,0115	0,0218	0,007570	0,02459
A5 Caliza Tàrrega Sur	0,062	0,0260		0,4900
Promedio	0,01851	0,02030	0,00383	0,270401

En el RD 1138/1990 Anexo D. substancias tóxicas nº 55

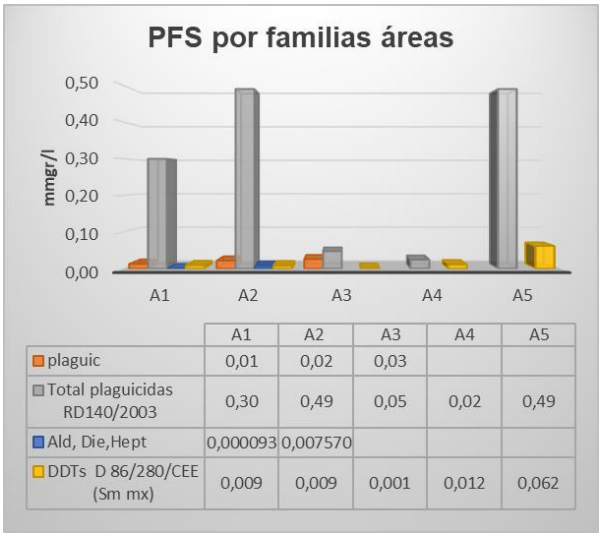
Al referirse a los contenidos máximos de plaguicidas en las aguas indica una concentración máxima admisible 0,1µg/l para la presencia de un solo plaguicida, y en el caso de más de uno, no sobrepasar en total 0.5µg/l.

Según podemos ver en la imagen 64.7, se incumplen en las áreas A2 y A5, seguramente por los factores que resaltamos en cada punto: el área 2 es el gran colector subterráneo del Bajo Segre donde “todo” se reúne y resalta. El área 5 parte baja de la masa de agua subterránea donde todo se acumula y donde la extracción es mínima.



	A1 Al Seg N	A2 Al Seg S	A3 Al Urgell	A4 Cal T N	A5 Caliza S
ΣPfs	0,309	0,499	0,062	0,066	0,578

Imagen 64.7. Presencia de plaguicidas (Pfs) en las masas de aguas subterráneas. (Elaboración propia).



	A1	A2	A3	A4	A5
plaguic	0,01	0,02	0,03		
Total plaguicidas RD140/2003	0,30	0,49	0,05	0,02	0,49
Ald, Die,Hept	0,000093	0,007570			
DDTs D 86/280/CEE (Sm mx)	0,009	0,009	0,001	0,012	0,062

Imagen 65.7. Aproximación a los contenidos de restos de pfs encontrados en las aguas subterráneas de las cinco áreas estudiadas. (Elaboración propia).

De las tabla 31.7 y de las imágenes 64.7 y 65.7 se pueden extraer dos conclusiones: a) Las aguas subterráneas contienen plaguicidas o pfs. b) Las cantidades encontradas son unas más entre los 255.000 resultados que hemos manejado, no siendo la búsqueda de los rastros de pfs, objetivo más importante del trabajo. Lo ha sido la evolución de los contenidos de los iones principales y secundarios. c) Creemos que el grado de validez no son las cantidades indicadas; son los lugares donde es más propicio que se encuentren, lo que no se encuentra en dos de las zonas A3 y A4 se encuentra aguas abajo: en la A 2 gran sumidero de flujo lento de las aguas del subterráneas que reciben las aportaciones de los regadíos del margen izquierdo del Segre y en la A5, la parte más baja del acuífero de las Calizas de Tàrrega, y donde las extracciones y renovación de las aguas son menores.

También es destacable su presencia en el aluvial del Segre bajo norte, si realmente el acuífero del Aluvial de Urgell está limitado por sus entradas laterales, debe existir una vía de salida de los retornos del riego, correspondientes las aguas de las capas saturadas aunque sean de poco espesor de zona comprendida entre la sierra de Bellmunt -Almenara y el perímetro norte del aluvial de Urgell, por algún sitio deben retornar al Segre, bien por las acequias primera y segunda, bien por filtraciones al canal auxiliar, o bien por filtraciones al tramo norte del Segre y su aluvial.

7.18. Correlaciones entre las extracciones de aguas y los contenidos de iones y substancias en las masas subterráneas. Hemos podido comprobar en este capítulo la influencia que existe entre las extracciones de aguas subterráneas y los contenidos de iones y otras sustancias en las masas de aguas.

Además de esta reflexión hemos contado los pozos de cada Área y las concesiones que tiene para extraer aguas subterráneas y lógicamente también podíamos decir que en cada área se extrae cantidades diferentes.

En el área 1ª se extraen: 661.494 m^3/año

En el área 2ª se extraen: 663.997m^3/año

En el área 3ª se extraen: 25.756.000 m^3/año

En el área 4ª se extraen: 2.560.771 m^3/año

En el área 5ª se extraen: 1.318.860 m^3/año.

Con estas cantidades hemos montado una matriz en la que forman parte todos aquellos parámetros que hemos utilizado en la investigación: Suma 7, Suma 8, Suma 3, Suma 4, oxígeno en el agua, materia orgánica en el agua, metales pesados y Pfs, especificando los valores de cada uno de los parámetros citados en cada una de las cinco áreas, y se ha añadido las cantidades de agua extraídas en cada área anualmente. Se han buscado las correlaciones entre los valores de cada parámetro y en cada área y las extracciones de aguas, en dos casos, en el primero considerando las cinco áreas y en el segundo solo las tres donde no existe una renovación continua entre el río y el acuíferos, como son las partes

norte y sur el aluvial del Segre bajo. La tabla montada es la 32.7, los coeficientes de correlación C.c. están en las dos últimas columnas de la derecha-

Tabla 32.7 Correlaciones entre las extracciones de aguas subterráneas y los sus contenidos. (Elaboración propia).

Correlaciones entre las extracciones de aguas subterraeas y las cantidades de iones y otros en el conjunto

		Aluvial Segre N	Aluvial Segre S	Aluvial de Urgell	C.Tàrrega N	C.Tàrrega S	Coeficiente de Correlación	
	Indicadores	1	2	3	4	5	5 Áreas	3 Áreas
	suma 7	660	1145	713,6	1018	1556	-0,459	-0,804
	suma 8	690	1145	801	1106	1650	-0,398	-0,802
	suma 3	0,11	0,22	0,1254	0,286	0,2305	0,402	-0,924
	suma 4	29,93	34,62	87,64	88,232	94,51	0,413	-0,602
	M.organica	0,39	5,66	3,9	7,12	4,08	-0,026	-0,504
	O2	7,7	6,7	8,1	6,8	7,4	0,694	0,866
m3 extraidos de aguas subterráneas		**661.494**	**663.997**	**25.756.000**	**2.560.771**	**1.318.860**		
	NO3	29,8	34,4	87,5	87,9	94,28	0,414	-0,582
	std	960	1137	801	1103	1648	-0,570	-0,801
	pfs	0,309	0,499	0,062	0,066	0,578	-0,602	-0,544
	Metales	0,09064	0,12682	0,08319	1,08606	0,21919	-0,243	-0,568
	Dureza	419	595	492	667	1033	-0,328	-0,778
	Alcalinidad	278	292	264	281	317	-0,636	-0,776

La correlaciones son más elevadas si se consideran solo tres áreas, pero tanto considerando cinco o tres zonas la mayor parte de las series consideradas responde de igual forma: a más extracción menos contenido de cada parámetro en las masas subterráneas.

Para el primer caso de los 12 parámetros considerados responden bien 8 que representan 66% de los parámetros

Todos los parámetros considerados menos: suma 3, suma 4, oxígeno disuelto en el agua y nitratos.

La justificación solo la tiene el oxígeno disuelto en el agua, a mayor extracción mayor entrada de aire por las áreas de recarga y por las numerosas bocas de los pozos que conectan la atmósfera con los espacios liberados del acuífero por las extracciones de agua, de forma que hay una entrada de aire para mantener la presión atmosférica sobre la capa saturada, que además de aportar oxígeno, termina ocluido con las aguas subterráneas.

En el segundo caso, considerando solo las tres áreas sin la influencia de la recarga continua del acuífero aluvial del Segre bajo, en este caso el 100% de las correlaciones son correctas: a mayor extracción todas menos el oxígeno, que debe ser positiva, el resto son negativas.



Tercera parte: recapitulación

8. Discusión y conclusiones

8.1. Consideraciones generales

En los primeros epígrafes presentamos las conclusiones más relevantes de la investigación para continuar con el detalle de efectos y presiones que han contribuido a crear en la zona que se ha analizado a través de los resultados en las aguas superficiales y subterráneas.

La aproximación al valor de algunas de las presiones en el territorio, además de la intervención del hombre en la superficie terrestre – uso agrícola y ganadero- ha permitido establecer las posibles relaciones existentes entre lo que está ocurriendo en la superficie y su efecto en el estado de las aguas en la capa saturada.[1]

Entre la superficie terrestre y las aguas subterráneas (capa saturada), se encuentra la zona no saturada, en la que se desarrolla el mundo subterráneo y vegetal y donde los efectos de las presiones en la superficie las debe percibir antes y en mayor cuantía que las aguas que la atraviesan antes de formar parte de la zona saturada.

8.2. El Segre, río mediterráneo con agua de calidad y fuente de riqueza.

Hay un cambio importante: las aguas pasan de ser bicarbonatadas cálcicas en el Segre medio, a sulfatadas cálcicas en el Segre bajo. (6.3.1. Piper)

Existe un aumento progresivo de nitratos y de los iones disueltos.

Se hallan residuos de insecticidas en las aguas, y metales pesados en los sedimentos y en la biota. (6.3.10)

Cada afluente aporta iones en disolución y en suspensión al río Segre, de tal forma que en la estación de Seròs, para un caudal medio de 65 m^3/s, se contabiliza cerca de un millón de toneladas/año transportadas por las aguas del Segre. (6.3.11)

Según el diagrama Riverside, las aguas son adecuadas para el riego, pero podrían ser mejores. (5.3.5.a)

Las aguas varían de naturalezas hidroquímica a partir del punto de control de Balaguer, de bicarbonatada cálcica pasan a ser sulfatadas cálcicas. Este cambio se puede observar en el diagrama Piper de la ficha (6.3.1)

[1] Pertenecientes a un centenar de puntos de control de aguas subterráneas, la CHEbro nos facilitó 255.000 resultados analíticos correspondientes al periodo 2000/2017.

Tabla 1.8. Iones en los 10 puntos de control de aguas superficiales

n	Nom	Libellé	Date	Grup	CE	pH	NO_3^{1-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{1-}	k^{1+}	CO_3H^{1-}	Cl^{1-}	SO_4^{2-}	Suma 7	Sum 8
1	g	Gu	2008/2017	1	289,62	7,94	3,80	51,21	7,06	7,58	1,42	115,88	11,69	36,96	231,80	235,60
2	b	Bx	2008/2017	2	273,50	8,22	4,11	49,12	5,31	8,34	1,55	130,80	11,93	35,57	242,61	246,72
3	P	Np	2008/2017	3	248,73	8,00	1,65	40,50	4,31	7,75	0,87	86,74	11,68	29,95	181,80	183,45
4	C	Cm	2008/2017	4	269,77	8,39	2,16	47,20	10,62	10,06	1,20	133,63	12,94	38,25	253,90	256,05
5	B	Bg	2008/2017	5	628,01	7,96	9,62	88,98	17,80	29,47	2,14	158,16	41,09	153,39	491,02	500,64
6	V	Vb	2008/2017	6	564,46	7,98	7,20	85,80	13,18	27,50	2,10	153,83	35,54	130,62	448,57	455,77
7	R	Nr	2002/2013	7	625,05	8,26	7,94	93,23	20,10	32,20	1,17	153,15	37,08	168,46	505,38	513,32
8	L	Ll	2002/2013	8	530,32	7,88	8,51	76,41	14,63	25,53	2,18	132,98	29,39	119,15	400,26	408,77
9	T	TS	2002/2013	9	758,64	8,10	9,37	106,17	25,31	54,15	4,00	194,53	56,26	221,85	662,26	671,63
10	S	Se	2002/2013	10	593,86	7,89	9,10	82,98	17,43	31,90	2,34	141,26	35,90	142,00	453,80	462,90
		md			478,20	8,06	6,35	72,16	13,57	23,45	1,90	140,10	28,35	107,62	387,14	393,49
		Desv.T.			188,49	0,17	3,10	23,09	6,83	15,10	0,90	28,40	15,60	68,08	154,13	156,92
		C.v			0,39	0,02	0,49	0,32	0,50	0,64	0,47	0,20	0,55	0,63	0,40	0,40

Puntos destacados del Segre NO3

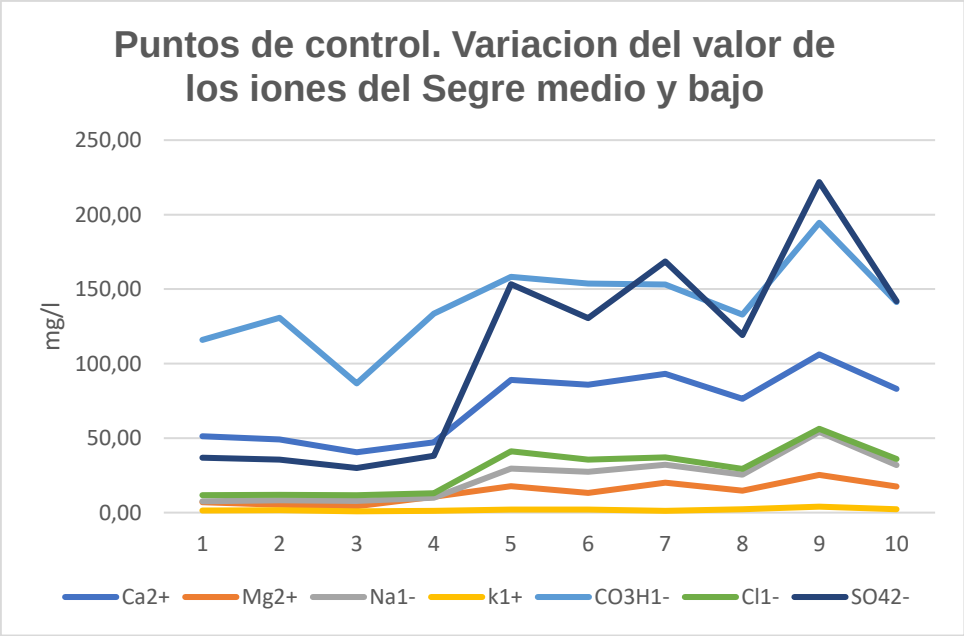


Imagen 1.8. Evolución de los iones principales en el Segre medio y bajo.

Los bicarbonatos tienen un valor alto, pero los sulfatos inician una subida desde el punto 4 (Balaguer) y continúan su crecimiento, con altibajos, durante todo el curso del Segre bajo.

En menor medida también ocurre con el calcio. Circunstancia que nos lleva a pensar que al río ha llegado sulfato cálcico, que es detectado en los análisis con el valor de sus iones de sulfato y de calcio que representamos en el gráfico que comentamos. Recordemos que los yesos son sulfato cálcico deshidratado.

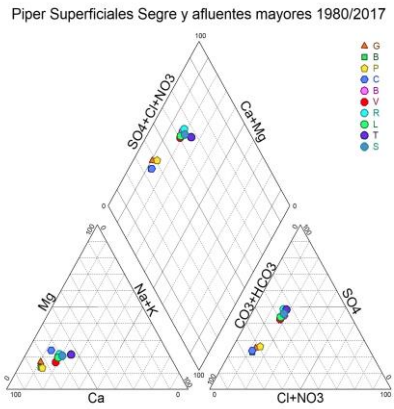


Imagen 2.8. Diagrama Piper con los puntos de control del Segre medio y bajo

En el diagrama Piper se puede apreciar lo que acabamos de exponer.

8.3. La naturaleza de las aguas superficiales.

Para los 13 puntos de control de las aguas superficiales del Segre y los existentes en los puntos de vertido de sus afluentes (ver mapa 11), se han clasificado 4 grupos, en función de su quimismo y también del valor de conductividad eléctrica. Los grupos son:

A1: Bicarbonatadas cálcicas con una conductividad eléctrica de 400 µS/cm[2];

A2: Aguas sulfatadas cálcicas con una conductividad de 800 µS/cm;

D1: Sulfatadas cálcicas con una conductividad de 1450 µS/cm

D3: sulfatadas, cloruradas, cálcicas, magnésicas y sódicas con conductividad superior a los 2.000 µS/cm.

En relación a la aportación de los afluentes, señalamos que:

- Las aguas del Segre en Gualter transportan cada año (∑8: 246,72mg/l) 56.314 t de iones, dominando sobre todos ellos los bicarbonatos con 29.852 t. De ahí que su naturaleza sea de agua bicarbonatada.
- **El Noguera Pallaresa**[3] tiene un contenido en iones/l, (∑8: 191,73 mg/l) inferior a los que tiene el Segre en Gualter (100 IB100G). Vierte al Segre 253.948 t/año de las cuales 39.377 t son de sulfatos
- **El Noguera Ribagorçana** vierte al Segre (∑8:513,32 mg/l) 181.909 t/año, entre las que destacan las 59.735 t de sulfatos
- **El río Llobregós** vierte al Segre un promedio de (∑8: 3.110 mg/l de iones, con un caudal promedio de 2 m3/s (63 Hm3/año), que durante el año

[2] mS/cm: micro siemens/cm unidad de conductividad eléctrica. 79Las soluciones acuosas es directamente proporcionar a la concentración de solidos disueltos.
[3] Noguera Pallaresa (en régimen natural aporta al Segre 1.327hm^3/año)

representan un aporte de 196.199 t, donde 94.997 t de son sulfatos y 25.000 t cloruros. Tales aportaciones, en principio, no se dejan sentir en el río Segre.

- **El río Boix** aporta 496 mg/l al Segre. Un caudal de agua que contiene 39,24 mg/l de nitratos.[4] Si suponemos que aporta al Segre un caudal próximo al 1m^3/s (no lo facilita la CHEbro), representaría una aportación global de 15.644 t /año. De las mismas 2.979 t serían sulfatos, 711 t cloruros, 3.361t de calcio, 358 t de sodio y 685 t de magnesio.
- **El río Sió**, hace una aportación de agua al Segre de 41 hm3/año y 29.709 t de iones. De la misma destacan los sulfatos, con 8.787 t.
- **El Corb-Ondara** aportan a las aguas del Segre 14.314 t/año de iones. De tal aportación destacan los sulfatos con 2.979 t.

- **En total los afluentes vierten al Segre 691.783º t/año** de ellas el 29,8% sulfatos (206.783 t/año)

El embalse de Sant Llorenç de Montgai, aguas arriba de Balaguer, es un punto de distribución importante. De él se toma el agua para el Segre y también para el Canal de Balaguer y el Canal Auxiliar de Urgell.

El canal de Balaguer desemboca en el distribuidor de Lleida, desde donde parte el Canal de Seròs, con un caudal máximo de 66 m3 /s.

Las aguas del Segre, en el inicio del tramo del Segre bajo, contienen 2,52 veces, más iones que en al inicio del tramo del río Segre medio en Gualter.

Estas aportaciones de los afluentes, más los retornos de los regadíos de los canales de Urgell, y de los del margen derecho del Segre, hacen que progresivamente aumente la cantidad de iones/l que se miden en Balaguer, como se puede observar en el gráfico 2 de la ficha 1.

En cuanto al contenido de nitratos, en las aguas superficiales del Segre, también aumentan progresivamente desde 3,8 mg/l hasta 9,10 mg/l.

La evolución que experimentan las aguas superficiales se refleja en las aguas subterráneas del aluvial del Segre bajo.

[4] No se conocen los caudales con fidelidad posiblemente no sobrepasen en m^3/s.

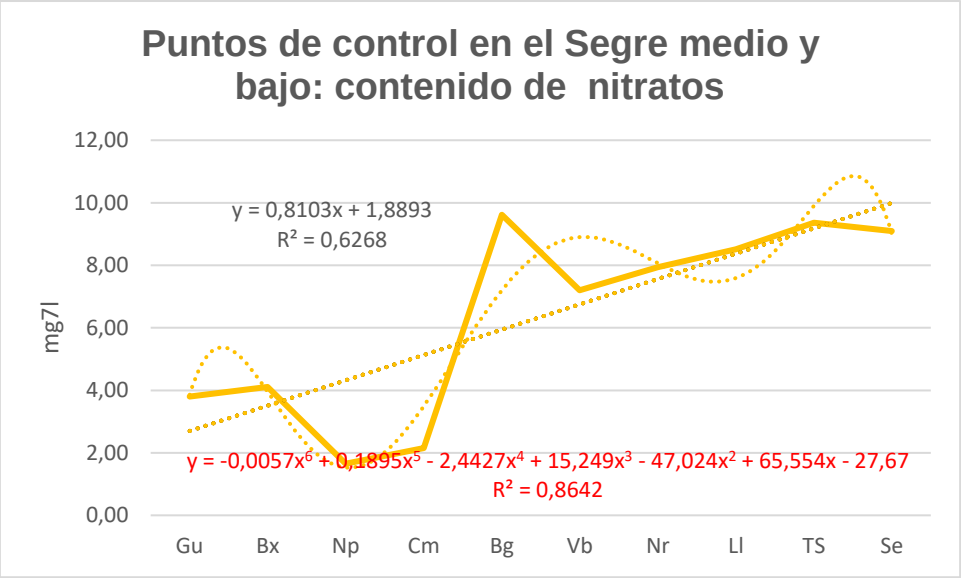


Imagen 3.8. Evolución de los nitratos en aguas del Segre medio y bajo. (Elaboración propia Bd/Asup)

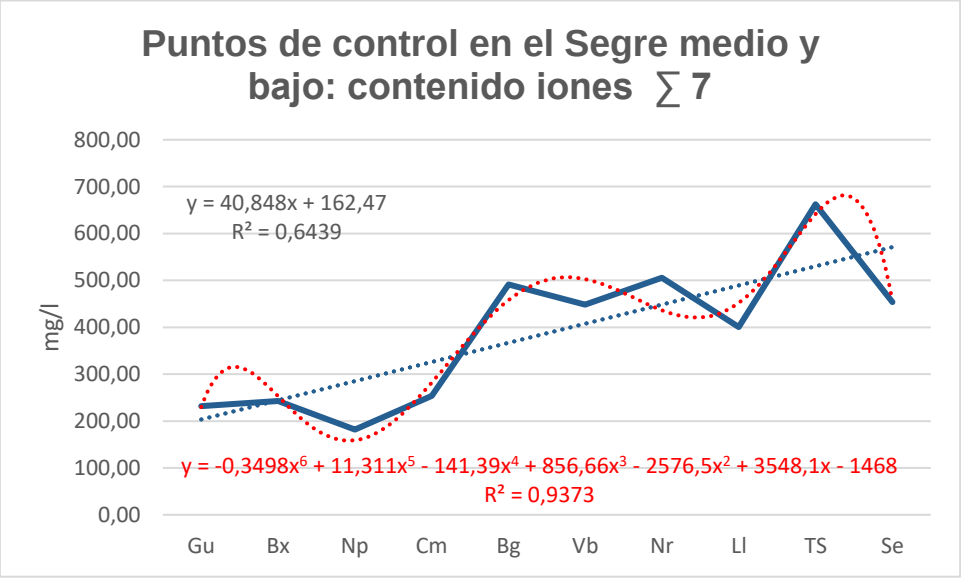


Imagen 4.8. Evolución de la suma de iones principales en el Segre medio y bajo. (Elaboración propia, procedente del Bd/Asup)

8.4. La influencia de la pluviometría.

Se han correlacionado los contenidos de iones en las aguas superficiales de los ríos Llobregós y Sió, en el punto de control de confluencia con el Segre, y las pluviometrías medias en las estaciones de MeteoCat situadas en la zona, resultando unos coeficientes de correlación negativos.

Debe interpretarse, que, a mayor pluviometría, menor contenido de iones en las aguas (seguramente por efecto de la dilución)

En el caso del sistema fluvial Corb-Ondara, el coeficiente de correlación es positivo, que indica a mayor pluviometría, mayor contenido de iones en las aguas que vierte al Segre. La justificación se encuentra después de conocer los niveles de contaminantes en la masa de agua del Aluvial de Urgell, ya que estos dos ríos están considerados hidrológicamente por el IGME como los ejes de drenaje de este aluvial.

También se puede razonar que, a mayor caudal, aumenta la lixiviación en la zona, y este hecho hace que aumente la cantidad de iones en el agua.

8.5. Régimen de utilización del agua.

Procedente del DARP de la Generalitat de Catalunya el uso del agua de riego de forma en la zona estudiada se realiza por los procedimientos de (ver tabla 5,2):

	Margen izquierdo		Ambos márgenes
Gravedad	58.279 ha	(72,19%)	68.772 ha (52,75%)
Localizado	14,889 ha	(18,44%)	31.861 ha (24,44%)
Aspersión	6.306 ha	(7,81%)	26.135,5 ha (20,04%)
Otros	942,9 ha	(1,17%)	1.664,7 ha (1,28%)
Secanos	328 ha	(0,41%)	1.915,3 ha (1,47%)
Total	80.748 ha		130.384,8 h

En la colectividad nº 2 de los Canales de Urgell se ensaya por parte del DARP y de la dirección de los Canales de Urgell, un sistema de riego localizado, partiendo de las aguas del Canal, mediante una optimización del consumo y con ayuda de energías alternativas.

En las colectividades de regantes de los Canales de Urgell, se continúa cotizando por las ha regadas, independientemente de la masa de agua utilizada. En toda la normativa que regula el coste del agua, no hemos sabido encontrar ningún canon por el saneamiento, semejante a los que, por regla general, se aplican a los consumidores urbanos.

8.6. Productos peligrosos encontrados en las aguas superficiales, sedimentos y biota.

En la ficha (6.3.7) de Vilanova de la Barca (Segre bajo norte) se encuentran insecticidas en las seis mediciones realizada anualmente y durante los años 2009 a 2018, con valores de 50 a 300 ng/l[5].

[5] nano gramo/l o milmillonésimas/l

En el punto de control (6.3.10.) en Torres de Segre (Segre bajo sur). Se encuentran en la matriz agua diez metales pesados, con valores µgr/l.

En la matriz del sedimento se encuentran tres de los metales pesados de seguimiento: cobre (53mg/kg), selenio (2,33 mg/kg) y zinc (1,75 mg/kg), en valores de mg/kg de sedimento seco.

En la matriz biota se encuentra mercurio y cromo en dos especies de peces: alburno (48/19) y rutilo (840/710), en cantidades medidas en µgr/kg de peso húmedo.

Respecto a los insecticidas, en siete medidas anuales, y durante los años 2009 a 2018, se encuentra en el embalse de Utxesa, al final del curso del canal de Seròs, en cantidades entre 50 y 550 µgr/l.

No hace falta insistir, si las cantidades y/o la forma de aplicación de los agroquímicos, no fueran las que son, no se encontrarían en el agua, aunque aparecieran en los sedimentos y en la biota. En cuanto a los insecticidas presentes en el embalse de Utxesa, es de suponer que alguna investigación específica debe haberse realizado, para determinar si proceden del canal o de los retornos de riego de la zona.

Para el caudal medio de 65,75 m^3/s, en las aguas se detecta 1,20574 t /año de Pfs. Este valor relacionado con utilizado anualmente (5.419 t/año) representa el 0,0222%. En cada litro de agua se pueden encontrar 0,581 µgr Pfs.

Los metales en suspensión y disueltos ascienden a 947 t /año, es decir en cada litro de agua se pueden encontrar 0,456 mg/l**,** Y de un variado conjunto 468 mg/l .

Derivados de los fertilizantes:

Respecto a los derivados nitrogenados el valor de los nitratos exportados en las aguas del Segre (9,328 mg/l) refrentan 19.409 t/año.

Se han simulado 7 fórmulas de abonado tanto para aplicar a aguas superficiales (Imagen.12.6) como en subterráneas (tabla 27.7) en ambos casos el valor de las correlaciones entre las fórmulas simuladas a partir de los fertilizantes minerales y los orgánicos procedentes del uso de los estiércoles y purines y las cantidades encontradas en las aguas superficiales y subterráneas son altamente significativas. En el caso de las superficiales se puede estimar que las cantidades encontradas en la PCR25 Seròs representan entre un 10 y 7 % de los derivados del nitrógeno, los derivados del potasio oscilan 5 y 4% y respecto a los fosfatos 1 y 2%

El ion fosforo es el menos soluble de los tres nutrientes, es lógico que sea el que menor porcentaje aparezca en las aguas. La reflexión general nos debe llevar a considerar: el hecho de que estos nutrientes aparezcan en las aguas del Segre, supone como hemos indicado para los fertilizantes nitrogenados, que son

consecuencia de varios procesos: las plantas no los han utilizado, el exceso de agua de riego ha efectuado un proceso disolución, el complejo arcilloso húmico, no los ha retenido aguas en exceso los han arrastrado hasta las aguas subterráneas, hasta llegar a las aguas del río. (todo nos indica un exceso de fertilizante, de aguas y un suelo con poca materia orgánica)

8.7. Los efectos de las actividades antrópicas en las aguas subterráneas

Destacamos los resultados de la comparación entre las cinco zonas hidrológicas consideradas, para continuar con el detalle de cada efecto y valores de las presiones.

El promedio del contenido de nitratos en las cinco zonas se mantiene durante más de 10 años, con un valor de 65,7 mg/l. (Tabla 24/7). Superan el promedio las áreas 3ª (87,7mg/l) , la 4ª con (84.8mg/l) y la 5ª con (92,3 mg/l/)

Los iones principales se mantienen, para el mismo periodo de tiempo 1.012 mg/l. (tabla 24/7) destacando hasta los 1.556 mg/l en la zona 5ª.

Entre los iones destacan los sulfatos que en promedio alcanzan el 34% del total (666 mg/l). En el caso de la zona 5ª el valor de los sulfatos alcanza el valor de 666 mg/l.

Los iones menores (tabla 25/7) ∑3 que excluye a los nitratos alcanza el valor promedio de 0,18 mg/l, sobre pasando este valor en el área 4ª (0,29mg/l) y la 2ª con (0,22mg/l).

En la (tabla 27/7) se pone de manifiesto la alta correlación (entre 0,9999 y 0,97) que existe entre las aportaciones de fertilizante minerales nitrogenados, potásicos y fosfóricos y las cantidades promedio encontradas en las cinco áreas.

Partiendo de los promedios de los nitratos encontrados en las puntos de control situados sobre los tres acuíferos estudiados durante un promedio de 10 años, las cantidades almacenadas en el aluvial de Segre asciende a 1,4 millones de kg. En el aluvial de Urgell 7,4 millones de kg y el las calizas de Tàrrega 436.000 kg.(epígrafe 7.15.1).

El valor promedio de la suma en las 5 áreas es 0,32118 mg/l. Destacando el valor promedio en el área 4ª 1,08606 mg/l. en el epígrafe 7.16 se citan los máximos tolerados individualmente para siete de ello, destacando que las cantidades admitida es en microgramos, solo el cobre se acepta en 2 mg.

Se encuentra una excelente correlación entre los contenido de los 10 principales en las aguas y los que se citan como contenidos normales en las calizas (0,9925) y los suelos calizos (0,9926). (Tabla 30/7)

Respecto a los Pfs encontrados en las aguas subterráneas, se agrupan en las cuatro familias que exigen la legislación. En la (tabla 31/7). Se presentan los

valores de cada familia en cada una de las cinco áreas, a pesar de ser valores altos no sobrepasan individualmente los contenidos máximos 0,1 µgramo /litro. En caso de que se encuentres más de un producto la suma no debe sobre para los 0,5 µgramos/l. Para el total de plaguicidas según el RD 140/2003 el valor promedio de las cinco áreas en 0,270 µgramos/l. Destacando los valores encontrados en el área 2ª (0,49 µg/l) y 5ª (0,49µg/l)

Se han simulado siete fórmulas de utilización de los abonos minerales y orgánicos, correlacionándolas con los iones agronómicos que se encuentran en las aguas de cada área estudiada. Y hemos encontrando coeficientes de correlación que casi alcanzan el máximo. Todo ello apunta como causa, que los niveles de fertilizantes utilizados son excesivos. (tabla 28/7)

Se ha buscado la correlación entre todos los índices y valores destacados, utilizados en el trabajo, con las extracciones de aguas por bombeo, y hallamos que**, a mayor extracción de agua**, en el 100% de los índices hay una correlación inversa; es decir que **se reducen las cantidades** contenidas en las aguas. (tabla 32/7)

De todo lo expuesto para las aguas superficiales y subterráneas, se deduce un exceso generalizado de fertilizantes y un muy mejorable uso del agua de riego. Destaca, en este sentido, la transformación iniciada por los Canales de Urgell en los sectores 4 y 5 de la colectividad 2, para racionalizar el uso del agua.

Queremos recordar lo que dijimos en el cap.2º sobre la función clorofílica: los vegetales tienen una capacidad limitada para poder transformar las materias minerales de los suelos en materia vegetal en la propia planta. Capacidad que depende única y exclusivamente de la cantidad de radiación solar que pueden utilizar y de la cantidad de clorofila en los cloroplastos, cuestión bien estudiada por la fisiología vegetal. Por lo tanto, de nada sirve la aplicación sistemática de más fertilizantes y agua. Los excesos hacen mal a los suelos, a las aguas y al bolsillo de los agricultores.

En conclusión: la producción de alimentos es fundamental para el país y para el mundo en general, pero no puede ser a cualquier coste. La premisa fundamental de cara al futuro debe ser un coste medioambiental beneficioso para agricultores y consumidores.

Las producciones ganaderas no deberían continuar extendiéndose sin tener resuelto el tratamiento adecuado de los subproductos, y en especial los estiércoles.

Se trata de un problema técnico-económico y legal, donde la legislación debería estar más presente liderando las posibles soluciones. Nadie aceptaría hoy en día la circulación de un automóvil sin contar con un tubo de escape equipado con células catalíticas para la depuración de los gases de escape. Las explotaciones ganaderas deben ser de circuito completo, e incluir un tratamiento de los

estiércoles de forma adecuada y no contar únicamente con que ya se utilizaran en la agricultura.

El modelo actual no es sostenible por los efectos que está generando, continuar primando la extensión de este modelo es agravar la situación.

Es necesario reconsiderar lo que estamos haciendo, para poder hacerlo mejor. No se trata de no consumir agua ni nutrientes, simplemente es necesario utilizarlos mejor. La palabra clave es la innovación.

La innovación en la geografía agraria de producto y proceso, debería ser el título del programa, para reconvertir en un futuro cercano el nuevo sector agrícola y ganadero de las tierras del poniente catalán. Geografía, no para conocer, valorar y discutir, y sí geografía para enseñar e influir, adelantándose a los problemas medioambientales que conlleva el cambio de usos del suelo y alcanzar un suficiente eco en la sociedad y en los ámbitos económicos, empresariales y políticos.

La denominada agricultura de precisión, basada en la localización de sensores específicos a nivel de fincas y parcelas con el uso de satélites y drones, es un paso tecnológico importante, pero hasta ahora no trata a fondo los problemas existentes en las zonas.

8.8. Piezometría y aptitud de las aguas para riego.

En función de la profundidad a la que se encuentran las aguas hemos creado cuatro grupos:

1º) En las que se encuentran el 61% de los puntos de control, el nivel freático se encuentra entre 1,7 y 4m.

2º) Están el 20% de los puntos de control, en un nivel freático comprendido entre 5 y 6 m.

3º) Los que están a un nivel freático entre los 6 y 12,) y contiene al 15% de los puntos.

4º) El nivel freático está a mayor profundidad, a 32m, y se encuentra el 4% de los puntos.

Se podría decir que aproximadamente el 80% de los puntos de control, en los que se analiza el agua, se encuentra entre 1 y 6 m de profundidad.

De los diagramas de Riverside con los que se valora la aptitud de las aguas para el regadío; en el rio Segre, en cualquiera de los PCR de superficiales, son aptas para el riego. También lo son las existentes en las cabeceras de los ríos Sió, Corb y Ondara.

No son tan idóneas para el regadío, las superficiales que se encuentran en las zonas de confluencias de los ríos Llobregós, Sió, Ondara y Corb, con el Segre (lo limitamos a los puntos de confluencia por ser los únicos puntos de medición que de estos ríos figuran en la relación proporcionada por la CHEbro).

Y son aptas, aunque con problemas por la salinidad de los terrenos, las aguas del área 5ª: Calizas de Tàrrega sur.

8.9. Nitratos encontrados en las aguas (NO_3)

Para cada una de las áreas hidrológicas consideradas, se añade un cuadro resumen que contiene el valor promedio de los nitratos para cada punto incluido en cada área hidrológica, los años de la serie y el incremento o disminución anual correspondiente (capítulo 7). En este resumen incluimos en una sola tabla los valores promedios de cada una de las áreas, donde se observa la tendencia a disminuir en tres de las áreas.

Tabla 2.8 Evolución de los nitratos en aguas subterráneas de cada área hidrológica (Elaboración propia)

Área	Valor medio	Valor inicial	Valor final	Años	Incremento/año
A1	28,13	29,615	23,525	10,25	(29,6-23,525) /10= -0,6075 mg/l /año
A2	35,72	32,14	37,6	10,9	(37,6-32,14) /10,9= 0,5 mg/l año
A3	87,5	67,15	83,58	9,25	(85,58-67,15)/9,25= 1,66 mg/l/año
A4	84,87	90,12	82,02	8,33	(90,12-82,02/8,33= - 0,975mg/l/año
A5	94,27	111,78	89,19	11,2	(111,78-89,16) /11,2= -0,2 mg/l/año
Am	66,098	66,161	63,183	9,936	(66,161- 63,183) /9,936 = -0,299 mg/l/año

Excepto en las áreas A1, A4, A5 (Aluvial del Segre bajo norte), los valores finales son mayores que los iniciales, lo que indica el aumento del contenido de los nitratos.

Los valores promedio de las cinco áreas ligeramente tiende a disminuir (-0,299mg/l/año). Se trata de un valor insignificante, a tenor de que lo han sido entre un periodo cercano a los 10 años.

Las tres zonas donde la renovación del agua es menor, los valores finales son mucho mayores que las del aluvial del río Segre donde la renovación es un proceso continuo. La zona A3 corresponde con las tierras en regadío donde, seguramente es más probable una fertilización más intensa.

A5 es la zona donde el valor es más elevado, con alta intensidad ganadera avícola, y con menor extracción de agua. También es el punto de menor msnm del acuífero, y posiblemente pueda ser un punto de sumidero de las aguas con mayor peso específico. Se trata de una hipótesis que justificaría estos datos.

8.10. Iones principales con valores significativos en las aguas

Tabla 3.8 Iones principales en cada área hidrológica (Elaboración propia)

Área	**CO3H**	**Ca**	**SO4**	**Cl**	**Na**	**Tabla**	**Suma**
A1	287	134	146	40	39	2/7	646
A2	277	208	436	93	84	7/7	1.099
A3	281	132	162	48	40	9/7	668
A4	279	132	330	107	81	17/7	929
A5	315	276	666	112	88	21/7	1.457
Promedio	288	177	348	80	66		958

Comentarios sobre la suma de iones

Los mayores valores se dan en las áreas de menor altitud de las masas de agua Aluvial del Segre Sur (A2) y en Calizas de Tàrrega Sur (A5).

Los valores menores, se localizan en las áreas A1 y A3 . En la primera se puede justificar porque su situación la hace que presumiblemente el valor de los retornos del regadío le afectan menos. En cuanto a la A3 seguramente, aunque las dosis de abonados deben ser las mayores las extracciones por bombeo de las aguas subterráneas son las mayores.

8.11. Iones menores

Tabla 4.8. Iones agronómicos o menores en cada área hidrológica (Elaboración propia)

Arena	NO_3	NO_2	NH_4	PO_4	∑3	∑4
A1	28,13	0,0173	0,0463	0,0347	0.0983	28,22
A2	35,7	0,0232	0,0265	0,0988	0,1485	35,86
A3	87,5	0,0217	0,0547	0,049	0,1254	87,62
A4	84,9	0,0416	O,1312	0,1127	0,2855	85,15
A5	94,28	0,1270	0,05	0,05	0,277	94,49
Promedio	66,7	0,046	0,06174	0,069	0,1869	66,868

Los mayores niveles de nitratos se encuentran en la zona de intensificación agrícola de regadío; el área A3, y en las zonas de intensificación ganadera, y las mínimas extracciones se encuentran en el área A4 y A5.

8.12. Sobre los efectos de las presiones sobre el territorio

a) Primera presión: La transformación de terrenos de cultivo de secano en cultivo de regadío y el trazado de los canales.

Esta transformación ha afectado al territorio modificando buena parte del paisaje natural; nos referimos a los canales de transporte y distribución del agua de regadío y a los usos hidroeléctricos: son los canales del Urgell, el canal Segarra-Garrigues y el canal de Seròs. La sola construcción de estos canales ya produjo en esta zona una alteración notable en el paisaje, unas veces de forma positiva, mejorándolo, y otras, de forma opuesta, alterándolo negativamente. Se representa su alcance en el mapa 32.

La localización de estos canales divide claramente nuestro ámbito de estudio en dos partes: al oeste; los regadíos, y a occidente; los secanos. Se pueden observar, representadas, en el mapa 33.

b) Segunda presión: Los novecientos catorce puntos de extracción de las aguas subterráneas registrados con derecho reconocido:

- 76 pozos que extraen 1,326 Hm^3/año en el Aluvial del Segre bajo norte y sur.
- 650 pozos que extraen 25,756 Hm^3/año del Aluvial del Urgell.
- 188 pozos que extraen 3,7868 Hm^3/año, de la Calizas de Tàrrega.

Hemos hallado correlaciones con las extracciones de aguas. Los resultados de los análisis realizados en cada área hidrológica se han reunido en la tabla siguiente:

Tabla 5.8. coeficientes de corrección entre los índices IB100G y los pozos existentes en la cercanía de cada PC (Elaboración propia)

Área	0,5 km	1,5Km	2,5Km	Total	Índice
A1	-0,83	-0,82	-0,48	-0,68	IB100G
A2	0,38	0,21	-0,25	-0,05	IB100G
A3	-0,6271	0,3068	-4692	-2241	IB100G
A4	-0,387	-0,502	-0,469	-0,469	Suma 3
A5	-0,273	--0,11	-0,547	-0,424	IB100G

En las cinco áreas se encuentra una correlación inversa entre el número de puntos de extracción y la cantidad de iones en las aguas (a mayor número de puntos de extracción menor concentración de iones en las aguas).

c) Tercera presión: En la zona existen seiscientas sesenta y cinco explotaciones estabuladas de ganado aviar, con un censo total para la producción de carne y huevos con de 34,567 millones de unidades. Generan un subproducto de 66 millones de Kg/año de gallinaza.

d) Cuarta presión: Coexistiendo con las explotaciones de ganado aviar, se encuentran dos mil quinientas cuarenta y tres de ganado porcino que estabulan 3.85 millones de cabezas. Generan como subproducto; tres mil millones de litros/año de purines.

Entre el ganado aviar y el porcino se cuenta, en la zona de estudio, de un total de 659.393 UGM. De los cuales 99.726 se encuentran en las cercanías de los PCR, con los que se han podido correlacionar con diversos índices representativo de cada PCR. El valor de una muestra representativa de la totalidad del censo ganadero 659.393 UGM es una cifra inferior a 1000[6]. Si tenemos presente que las UGM contabilizadas para los cálculos de correlaciones han sido: (A1 19.089; A2 8.103; A3 35.364; A4 17.062; A5 25.108.) cantidades que su sumadas son 99.726, que relacionada con la cifra de la muestra representativa (99.726/ 812 =122) representa un valor considerado 122 veces superior a la muestra representativa, por lo cual nos parecen totalmente aceptables las correlaciones obtenidas y la demostración de la relación existente entre los censos ganaderos cercanos a cada PCR y las cantidades de materias no deseadas que se encuentran en las aguas subterráneas.

[6] Muestra representativa con una probabilidad superior al 80% : $\sqrt{659.393} = 812$

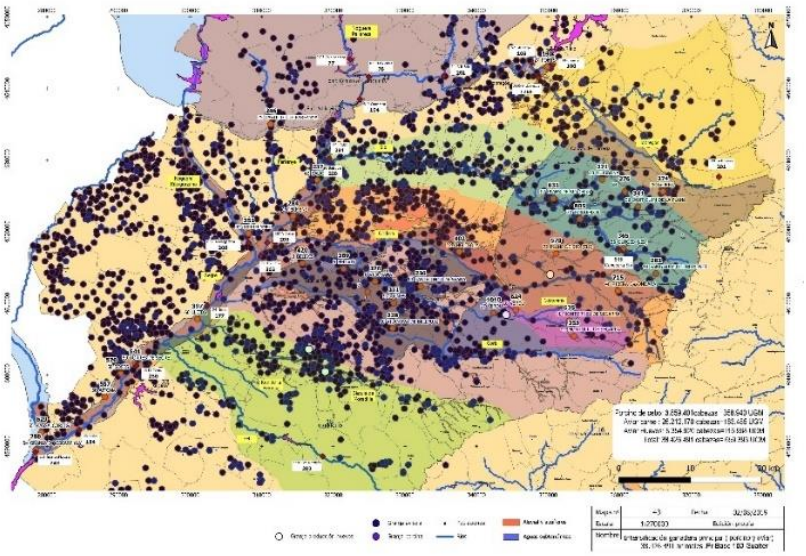


Imagen 6.8. Explotaciones ganaderas. Fuente: elaboración propia.

En todos los casos se ha podido establecer una correlación significativamente directa entre los censos de ganaderos (aviar y porcino) y los contenidos de iones principales y agronómicos en las aguas subterráneas.

Así mismo, se han se han elaborado un mínimo series de cada área respecto al IB100G, así como también otras series respecto a ∑3 y∑4, con la finalidad de poder seleccionar las de mayor índice.

Las correlaciones halladas son significativas en todas las áreas y con las dos ganaderías, si bien son más levadas en la ganadería aviar que en la porcina.

En relación con la tercera y cuarta presión, se han tenido en cuenta los purines y la gallinaza producida. Estos valores se han estimado, a partir de los datos del DARP, los contenidos específicos de los nutrientes principales que contienen. Estos contenidos son los considerados en la valoración de los efectos que pueden repercutir en las aguas subterráneas. (tablas 21 y 22/5) y explicado también el siguiente epígrafe.

e) Quinta presión: El uso y aplicación de abonos minerales con una media anual de más de 80 millones de Kg (tabla 43.5). En la (tabla 28/7) se muestran los distintos supuestos en cada una de las cinco áreas hidrológicas consideradas (A1 a A5) para la determinación de las correlaciones directas entre las siete posibles fórmulas de abonado y los iones agronómicos encontrados en las aguas:

- Fórmula F1: considera la utilización solo de abono mineral, con la que se obtiene para las cinco áreas correlaciones directas superiores a 0.97.
- Fórmula F2: considera únicamente la aportación de purines, obteniendo correlaciones superiores a 0,81.

- Fórmula F3: considera la aportación de solo gallinaza. Las correlaciones son superiores al 0,74.
- Fórmula F4: considera las aportaciones totales y conjuntas de abonado mineral + purín + gallinaza, y la correlación es superior a 0.93.

Se verifica, así, que la mejor correlación se obtiene con el uso únicamente de abono mineral.

- Fórmula F5: 100% de mineral + 50% de purín y 25% de gallinaza[7]. Con ella se obtiene un valor superior al 0,99999 para las áreas A3 (aluvial del Urgell) y A5 (Calizas de Tàrrega sur).
- Fórmula F6: 50% de mineral + 50% de purín + 35% de gallinaza. No se consigue mejorar la correlación en ninguna área.
- Fórmula F7: 75% de mineral + 60% de purín + 25% de gallinaza, con el que se obtiene un valor superior a 0,9967 para el área A2 (aluvial Segre bajo sur)

Reseñar el valor obtenido, con la única aportación de mineral, en el área A1 (aluvial del Segre bajo norte) con una correlación de 0,99998.

Por todo lo cual podemos deducir que en cada área y para cada cultivo, la experiencia y tradición de cada agricultor, teniendo en cuenta la disponibilidad de purines, gallinaza y el momento económico, determinaran la fórmula de abono aplicada. En este contexto, consideramos probable que las aportaciones de purines y gallinaza se realicen como abonado de fondo unos meses antes de las siembras, sobre todo en el caso de los cereales de invierno. (tabla 28.7)

f) **Sexta presión**: la utilización de un promedio cercano a los seis millones Kg/año de productos fitosanitarios (Pfs)[8].(5.9.11)

En la tabla 31.7 se agrupan por áreas hidrológicas y en cuatro familias de plaguicidas, los valores que se encuentran en las aguas subterráneas. También se añade lo especificado en el RD1138/1990 anexo D, sobre estas sustancias tóxicas. (Un solo Pfs se acepta en concentración de 0,1 µg/l, más de uno Pfs no pueden superar el valor conjunto 0,5 µg/l**)**

En la (imagen 64.7) se representan las familias de PFS según la agrupación que exige la legislación vigente.

El valor medio de PFS (Insecticidas) en las aguas subterráneas de las cinco zonas, es de 0,3028 µg/l, se está casi al límite de las exigencias legales:

- En el Aluvial de Segre sur; 0,499 µg/l
- En las Calizas de Tàrrega Segarra sur; 0,578µg/l,

[7] 100 % de abono mineral empleado (79.437 Tm, tabla 26/7). El 50 % de los tres millones de m^3 de purines producidos 7/15. El 25 % de 66.000 Tm gallinaza producida.
[8] Fuente AEPLA (Asociación empresarial para la Protección de las Plantas).

- En el aluvial del Urgell; 0,05µg/l.

8.13. Resultados medidos en el Segre bajo, posiblemente debido al modelo agroganadero existente en la zona.

El Segre bajo es el gran colector de las aguas procedentes de los retornos de los regadíos y, lógicamente, es un tramo en el que se detectan las mayores disconformidades en los puntos de control a los que nos hemos referido en este trabajo. El mapa 65 desplegable, aunque solo engloba el tramo del rio desde Balaguer a Seròs, nos ha permitido introducir la referencia de los parámetros más destacados en esta cuestión, reflejados por lo demás, en el informe trianual de la CHEbro.

También es evidente el efecto positivo de las dieciocho depuradoras de aguas urbanas distribuidas cerca de las principales localidades del territorio y que se localizan cerca de los núcleos ganaderos, y depuran las aguas antes del vertido al Segre.

El beneficio aportado por las depuradoras instaladas queda, de algún modo, reflejado en el mapa 39. Se trata de depuradoras en el margen izquierdo del río y, por regla general, cerca de núcleos urbanos. Se reflejan sus efectos beneficiosos en los bajos valores de amonio y fosfatos, que se recogen en el capítulo 7º.

Sobre este tramo del río, en tres puntos de control, se realizan en cinco periodos del año (febrero, mayo, junio y septiembre) en el periodo de 2009 al 2018, los análisis de aguas con especial atención a los contenidos de PFS [9]. Resultados, que aunque se circunscriben a pequeñas cantidades expresadas en µg/l), ponen de manifiesto que estos productos se utilizan, y que dejan una trazabilidad concreta. Todo ello evidencia que no se trata de productos tan biodegradables como imaginamos. Tampoco se ha de descartar, por otra parte, que se utilicen en cantidades excesivas.

8.14. Metales pesados

Los once metales pesados están presentes en las aguas de las cinco áreas, con una media de 0,321178 µg/l.

Se especifican en la (tabla 29.7) y en las (imágenes 62.7 y 63.7). El metal más abundante es el hierro, seguramente proviene de los residuos de las explotaciones porcinas, donde debe suministrarse sistemáticamente a los lechones que tienen una carencia importante de este elemento en su sangre.

Se ha buscado la correlación entre los once metales pesados que identifica la DMA, y sus valores contenidos en las analíticas de las aguas de cada una de las cinco áreas, con los indicados en el estudio de Mingorance Álvarez, del CSIC,

[9] PFS: plaguicidas, PZS, medicamentos preventivos y curativos de la ganadería

que recoge los contenidos de los elementos traza[10] que se encuentran en las calizas y los suelos calizos. Correlacionando la serie de los contenidos en las aguas de cada área y las que se indican en el estudio citado, se han encontrado correlaciones directas superiores a 0,9925 (tabla 30.7).

8.15. Correlación general entre los volúmenes de agua subterráneas extraídos y el conjunto de los índices considerados.

Entre ellos; ∑7, ∑8, ∑3, ∑4, de materia orgánica, de sólidos totales disueltos (DTD), de PFS, de metales, de la dureza y la alcalinidad. Las correlaciones se han realizado teniendo en cuenta las cinco áreas hidrológicas consideradas, dando como resultado una correlación inversa significativa en el 73% de los índices.

También se han encontrado correlaciones significativas en las tres áreas del aluvial del Urgell, Calizas de Tàrrega norte y sur, donde la relación rio/acuífero no asegura la reposición continua de aguas como ocurre en el aluvial del Segre norte y sur.

En esta segunda consideración se ha obtenido una correlación inversa significativa respecto al 100% de los índices.

En una tercera correlación entre los contenidos de oxígeno disuelto en las aguas subterráneas, en cada área, y los volúmenes de agua anualmente extraídos, y considerando por un lado las cinco y las tres áreas, que hemos diferenciado anteriormente, las correlaciones son directas, del valor de 0,694 y 0,865, respectivamente. Ambas ponen de manifiesto que al extraer agua del acuífero se debe producir una entrada de aire por las zonas de recarga y puntos de extracción, que hacen que aumente la cantidad de oxígeno presente en las aguas subterráneas.

[10] Elementos traza, pequeñas cantidades de metales pesados que contienen las formaciones rocosas y en este caso en las calizas y suelos derivados de las mismas.

8.16. Sobre el cambio de usos del suelo en la Segarra.

Quisiéramos destacar que en el caso de la comarca de la Segarra sur y centro, desde los años 50, se ha producido un importante cambio en el uso del suelo.

Se percibe el cambio del uso del suelo al comparar las fotografías aéreas del vuelo americano del año 56 con el uso del suelo actual. Aquellas tierras donde predominaban los cultivos arbóreos se dedican, mayoritariamente hoy, a los cultivos herbáceos con cereales de invierno. Cabe recordar a nivel histórico, que la maltería era una industria importante en la Segarra. Esta industria utilizaba la cebada tostada como un sustituto del café. A principio de los años cincuenta del siglo pasado, se instala una fábrica de cerveza en Lleida. Fábrica que se abastece del agua del Segre. Por otra parte, para la fabricación de la cerveza es necesaria la cebada[11]. Quizás este hecho pueda haber influido en el cambio del cultivo y uso del suelo en la comarca de la Segarra.

8.17. Zonas de especial protección para las aves (ZEPAS)

En el capítulo 1, se hace referencia a toda la problemática generada por el incumplimiento de la Directiva del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres (79/409/CEE). Actualizado en su contenido por la Directiva 2009/147 CE y por el Reglamento UE 2019/1010.

En la introducción de los fundamentos teóricos (cap. 1) se consideró de especial importancia, por la repercusión que ocasiono en el retraso, paralización y desconfianza de un proyecto de Estado ampliamente deseado por las tierras de Lleida. En el capítulo 5. (5.8.17 d) se hace una referencia a la autorización de la Generalitat para poder regar limitadamente y para riego de mantenimiento de frutales, que también transitoriamente incluimos al final de este epígrafe.

8.18. Proyecto de regadío con aguas del Canal Segarra-Garrigues

Se han clasificado como zonas de especial protección para las aves 81.000 Ha repartidas en 10 zonas. Este hecho ha frenado el desarrollo de la utilización de las aguas del Canal Segarra-Garrigues. Este extraordinario plan de regadío, proyectado sobre un total de 110.000Ha brutas, incluía un plan de concentración parcelaria y otro de adecuación de centenares de kilómetros de caminos agrícolas (ver mapa 55).

El canal Segarra-Garrigues no ha podido completar su plan de regadío por el imperativo legal de la conservación de los espacios naturales protegidos y en especial las zonas de especial protección de las aves, tanto por la legislación europea como por la legislación española transpuesta. Añadimos el mapa 58, donde, respecto a esta cuestión, figuran las zonas de especial protección para las aves (ZEPA).

[11]Para 175 gramos de cebada, 1,5 a 3 gramos de lúpulo, un gramo de levadura y dos litros de agua

Las tierras en regadío con aguas del canal SG, a finales del 2020 eran algo más de 15.000 ha de las cuales 20% realizan el riego por aspersión, 49,6% con localizado, 24%por gravedad, 2% riego de soporte a secano. (Tabla 5.2)

8.19. Espacios declarados como ZEPA y concesiones para el riego

A raíz de la irrupción de la normativa de protección referida, los planes de mejoras que se habían proyectado con este canal (concentración parcelaria, red de caminos), se han ralentizado. Y de las 110.000 Ha. brutas que se beneficiaban con este proyecto, solo se están regando 15.000 Ha., sobre todo, las alimentadas en el sur desde la estación de Albatàrrec.

Los espacios naturales protegidos, y en especial las ZEPA, se han localizado de forma que no afectara a ninguna de las tierras regadas por el canal del Urgell; pero, en cambio, incluyen 59 explotaciones de ganado porcino (cifra que representa el 2,3 % del total de las explotaciones existentes) y 15 explotaciones de ganado aviar (que representan el 2,25 % del total existente).

Con la declaración de las ZEPA, la grave afectación a los propietarios de estos terrenos, se ha intentado aliviar con disposiciones posteriores, que, de alguna forma, hicieran posible su conversión al regadío.

La declaración y delimitación de las ZEPA ha llevado a definir de nuevo la dotación de agua asignada a cada zona. Esta dotación, según Solé (2013)[12] ver cap. 5. (5.8.17d).es ahora la siguiente:

a. Zona de riego de transformación, con una dotación de 6.500 m^3/ha/año, con una superficie de 37.931 ha; una cifra que supone el 55 % de la futura zona regable.
b. Zona de riego de soporte intermedio o de cereal de invierno, con una dotación de 3.500 m^3/ha/año y una superficie de 13.652 ha, localizada dentro de las zonas ZEPA, y que supone el 19,8 % del área regable.
c. Zona de riego de soporte, con una dotación de 1.500 m^3/ha/año y una superficie de 17.358 ha., ubicadas en el margen izquierdo del canal, que representa 25,2 % del área regable.

El hecho anterior comportaría que el volumen de demanda a servir, pase de ser de 320,37 $Hm^{3,}$ en lugar de los 342 Hm^3 previstos inicialmente en el proyecto de transformación.

Como se ha comentado anteriormente, a pesar de las mejoras legislativas introducidas, la puesta en regadío de esta tierra ha sufrido y sufre un claro retroceso.

Mapa desplegable número 56 con las ZEPA y su interferencia en los municipios afectados.

[12] Solé, M. (2013). *Proyecte de cálculo del preu de l'aigua de reg. del CSG-en les zones d'especial protecció per a les aus estepàries*. C. Cantero (tut).. Treball final de grau en enginyeria agraria y alimentaria. ETS d'Enginyeria Agraria. Univ. de Lleida.



8.20. En la estación de control de Torres de Segre, se analizan además de la matriz agua, las matrices de sedimentos y biota

Sobre esta misma estación se conoce, además de los Pfs, la evolución de los nitratos y fosfatos de los diez últimos años. Concretamente el cómputo de metales pesados en la matriz agua.

En la matriz sedimento se encuentra los metales cobre, selenio.

En la matriz biota se encuentra mercurio y cromo en dos especies de peces: el alburno y el rutilo.

En la estación de Seròs nº 25, antes de que las aguas del Segre se vean alteradas por las del Cinca, se realiza un balance de todas las materias, disueltas y en suspensión.

En el mapa 65 se incluyen los resultados analíticos mencionados que corresponden a tres PCR: Vilanova de la Barca, Torres de Segre y Seròs

Resumiendo, sobre este mapa se sitúan los puntos de control de referencia del aluvial del Segre. Se añaden los diagramas Stiff, se recopilan catorce analíticas fundamentales de puntos de control de la zona del Segre, se detalla la composición del millón de toneladas/año entre iones disueltos, metales pesados, residuos, Pfs, Pzs y materias en suspensión, que se contabilizan en el PC Seròs 25.

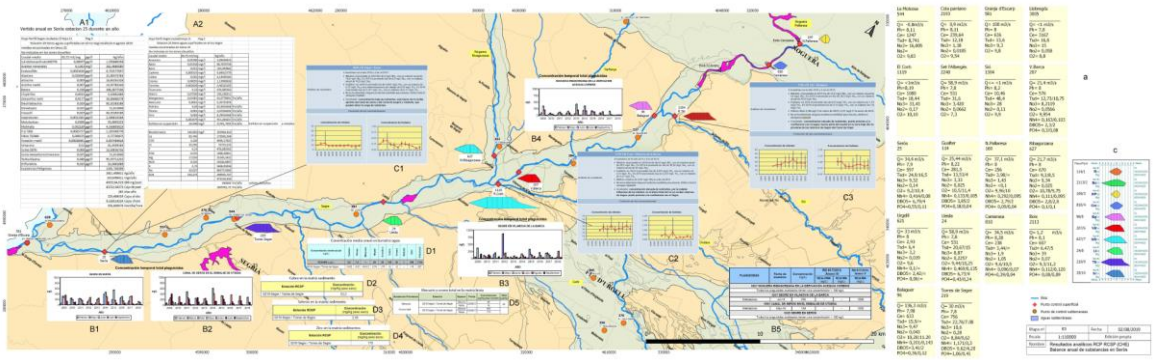


Imagen 7.8. Mapa desplegable 63. Recoge prácticamente toda la información sobre PFS, metales pesados y contenidos en agua, sedimentos y biota que se ha tratado en el capítulo sexto. Además del balance de materias disueltas y en suspensión contabilizadas en el PCR 25 Seròs.

8.21. Las actividades en las comarcas: índices económicos.

Concebidos desde una perspectiva general, los mapas 67 y 68 recopilan los datos económicos que resumen el PIB de cada comarca, así como la evolución de la población y el incremento intercensos en un periodo de 10 años.

También se indica el PIB y el valor añadido bruto en millones de euros por sectores de actividad, para cada una de las cinco comarcas que hemos estudiado.

Por último, se indica también la renta familiar comarcal disponible, que se compara, tomando como base 100, con la general de Catalunya. Cabe subrayar que hemos encontrado valores, en algunos casos, un 15 % menores.

Otro punto de vista a destacar es que la actividad que más y mejor influye en el valor de la renta familiar disponible no es la agricultura, sino la industria. Esta perspectiva nos llevó a pensar que la ganadería y la industria cárnica debían de estar incluidas como actividades industriales, separadas de la agraria. Pero después de una consulta escrita al Idescat, nos indicaron que la ganadería se incluye en la agricultura y no en la industria.

8.22. Epilogo

Podría ser útil para la gestión del uso del agua, la utilización de una herramienta sobre la huella del agua[13], cómo herramienta básica para que los agricultores y ganaderos puedan gestionar la calidad de los productos que producen sobre la base del consumo de agua unitario que se necesita en los procesos productivos. Para el sector agrícola es importante recordar, como premisa general, que gestionan el 70 % del agua dulce del mundo.

Cabe subrayar que la referida norma es, lamentablemente, de aplicación voluntaria, y nos permitimos opinar, por nuestra parte, que en los próximos años será de aplicación fundamental en los sistemas de producción como lo fue la ISO 9001 para el desarrollo empresarial y una de las herramientas básicas de la globalización.

Visto todo lo anterior, teniendo en cuenta la necesidad de alimentos y de una población que se incrementa de forma exponencial y las recomendaciones de la FAO y de la ONU del año 2019, y también las diferencias entre las producciones que se logran en los regadíos respecto a los secanos, nos permitimos remarcar que se hará necesario reconsiderar tanto los volúmenes de agua utilizados, cantidad de fertilizantes y productos fitosanitarios que se utilizan en la zona estudiada, así como el uso de los subproductos que generan las explotaciones ganaderas, ya que los suelos corren el peligro de convertirse en sumideros Fito tóxicos.

En consecuencia, hay que subrayar la necesidad de afrontar la problemática de las zonas vulnerables a los nitratos aumentan progresivamente. Se generaliza el problema de la contaminación con el producto más soluble, y que fácilmente es arrastrado por lixiviación con las aguas subterráneas hacia los acuíferos, sin que a fin de cuentas, cumpla el fin que le corresponde dentro del ciclo hidrológico, es decir, alimentar a las plantas.

Hay que ser conscientes de que, junto con los nitratos también se encuentran otros productos en los suelos, donde han llegado como consecuencia de los productos químicos utilizados con fines de sanidad animal y de las plantas. Productos usados en exceso o que no se han degradado como se preveía y que son lixiviados por las aguas de lluvia o los riegos.

Lo cierto es que las zonas vulnerables a los nitratos aumentan de forma progresiva. Y con los nitratos otros muchos productos que, en pequeñas cantidades, aparecen en las aguas, en los sedimentos y en la biota del Segre. Sin querer ser alarmista, se podría decir que estamos sobrepasando la capacidad del planeta para procesar todos los desechos que generamos.

[13] Norma ISO 14.046 huella del agua.

Es necesario producir alimentos para una población creciente, pero no puede ser a cualquier precio y con el modelo con el que hoy se actúa en la mayoría de las explotaciones ganaderas y agrícolas.

Es absolutamente necesario cambiar la dirección que seguimos. El 70 % del agua dulce del planeta se utiliza en los regadíos, siguiendo en muchos casos, procesos muy mejorables. No es posible un cambio brusco, pero sí es factible, a nuestro juicio, un cambio de tendencia que conlleve una aplicación con más ahínco de las innovaciones técnicas. Las CCRR de los canales del Urgell han comenzado a introducir mejoras, trabajando conjuntamente con el DARP de la Generalitat, para minimizar el consumo de agua. Es un inicio pero no suficiente.

Si se disminuye el consumo de agua, también se disminuiría el consumo de fertilizantes. Y con todo ello, posiblemente disminuirían los problemas derivados de las alteraciones fisiológicas que muchas veces padecen las plantas, y que permitirían reducir, con seguridad, las acciones curativas.

Finaliza la investigación con unos comentarios, de los cuales se podrá inferir claramente un no rotundo a la ampliación y continuación del modelo actual de uso del agua existente en la zona.

En la agricultura es necesario, a corto y a medio plazo, modernizar los regadíos. Sobre todo, en el sentido de materializar, en la práctica, un giro importante hacia la optimización del uso del agua con la práctica de la norma ISO 14046 sobre la huella del agua**.** Reducir sus costes de producción, con un uso adecuado de las cantidades de fertilizantes, un uso basado en los análisis de tierras y no en el método tradicional. El control sistemático y continuo de la presencia de fertilizantes y de PFS en las aguas subterráneas ayudará a encontrar las dosis suficientes para la correcta terapéutica y fertilización.

La ampliación de los regadíos, siguiendo el modo rígido del patrón actual no tendría sentido por la escasez de agua y por qué a nadie se le ocurriría hoy día ampliar regadíos sin mesura.

Las nuevas puestas en regadíos deben ser instrumentadas con la tecnología actual y contabilizando el consumo de agua como un coste de producción, incluyendo un canon por saneamiento.

Para la ganadería, señalar la necesidad de adoptar dos giros muy importantes:

a) El necesario control del uso del agua, aplicando las exigencias de la norma ISO 14046 sobre la huella del agua; su consumo contabilizado como un coste de producción incluyendo un canon por saneamiento.

b) El coste de la generación y eliminación de los estiércoles y purines, debe ser de absoluta competencia de productor ganadero, contabilizándose como un coste de producción y responsabilizándose de su eliminación por el tratamiento

adecuado; impidiendo, por tanto, el uso y la entrega de los referidos subproductos a personas o entidades no calificadas por la administración como gestores autorizados en la gestión de este tipo de subproducto.

Las exigencias para la producción de alimentos deben tener cada vez más presente el modelo ecológico de la producción que se manifiesta en el bienestar animal, en el control de las sustancias empleadas en la alimentación y en la fortificación de las tierras de cultivo. Y también ha de ser así, incuestionablemente, en el uso optimizado del agua: porque no se trata solo de no gastarla, sino de gastarla bien.

A pesar de que la legislación exige la participación de un técnico calificado y autorizado para realizar los planes de saneamiento de los cultivos, debería extremarse el control, hasta donde sea posible, a la comercialización de los PFS.

Es del todo impensable que el uso indiscriminado de los PFS sea compatible con la biodiversidad de las plantas de hoja ancha, invertebrados, y de una buena parte de la vida microbiana del suelo, así como de las aves inferiores.

En el contexto descrito, las administraciones deben esforzarse en lograr la puesta en servicio de las plantas de tratamiento de purines que cesaron su actividad, y motivar, incentivar y apoyar a las Cámaras de Comercio en la implantación de nuevas plantas.

Con la puesta en práctica de todas estas sugerencias puede ocurrir, como sucede con todo lo nuevo, un cierto revuelo, incluso oposición, pero si ahora adoptamos las medidas para su implantación progresiva, más pronto que tarde los productos que consumimos para alimentarnos, serán mejores, no contendrán trazas de elementos indeseables y se habrá utilizado solo el agua necesaria. Así mismo, los fertilizantes y restos de materias fitosanitarias reducirán significativamente su presencia en los acuíferos y en las aguas superficiales. Y todo ello ya es necesario en la actualidad, no esperemos a que el empeoramiento de las circunstancias las hagan inevitables y a un coste económico, político y social muy superior al actual.

A pesar de estas consideraciones lógicas, podemos pensar que continuarán llegando, durante un largo tiempo a los acuíferos, residuos de fertilizantes y PFS, quizás progresivamente, en menor medida. Pero es incontestable, en cualquier caso, que nuestros suelos contienen muchísimos productos no deseados, y que costará tiempo y buenas prácticas agrícolas y ganaderas llegar a normalizar. Lo mismo cabe decir de la normalización y saneamiento de los acuíferos.

8.23. Propuesta de seguimiento de la investigación

Se propone continuar en la línea de trabajo propuesta en los siguientes aspectos:

I.- Control estadístico, a nivel municipal de los siguientes productos:

- Fertilizantes minerales.
- Productos fitosanitarios.

II.- Establecer un seguimiento efectivo de las instalaciones de tratamiento de purines.

III.- Instar a la Administración el cumplimiento de la normativa sobre densidades de explotaciones ganaderas.

IV.- Favorecer y difundir el conocimiento comparativo, entre países, de la huella del agua, fundamentalmente para poder determinar territorialmente (y a todas las escalas) las zonas climáticas de máxima producción con la mínima cantidad de agua.

8.24. Apunte final



Muros de piedra seca desmoronados por falta de cuidados, desmoronamiento de bancales, aumento de la escorrentía y de la erosión, y pérdida de la memoria histórica, geográfica y agrícola. Imagen muy habitual en nuestros campos.



Tierras de secano que, con la ayuda de las balsas de almacenamiento (al fondo sobre contrafuerte en terraplén), transforman paisaje, producciones y economía.

No quisiera finalizar estas conclusiones sin hacer mío, también, el contenido de una nota de la ONU publicada en agosto del año 2.019:

"*La forma en que nos alimentamos, vestimos y extraemos recursos de la naturaleza está modificando el clima terrestre, contribuyendo con un 23 % de las emisiones que calientan la atmósfera. Y esto pone en peligro el recurso fundamental que sostiene la vida: el suelo***.**

Las posibles soluciones que plantean los científicos frente a los impactos ambientales del nuevo uso del suelo incluyen, desde una gestión forestal sostenible, hasta recomendaciones para la conservación de la biodiversidad, la producción sostenible de alimentos, la gestión del riesgo de desastres o la restauración de ecosistemas.

Los modelos integrados de gestión de la demanda y la oferta en la cadena alimentaria, además de cambios en la dieta alimentaria y la reducción de las pérdidas y desperdicios alimentarios (que suponen el 25 -30 % del total del alimento global) contribuyen igualmente a la adaptación y la mitigación del cambio climático a la vez que reducen las presiones sobre la tierra.

La forma en que se produzca la comida afectará a la seguridad alimentaria en el futuro: cada grado de temperatura que aumente se irá sintiendo cada vez más en la productividad de los cinco principales cultivos del mundo: el trigo, la soja, el maíz, el arroz y el sorgo.

Los gobiernos deben asimismo detener la deforestación, teniendo en cuenta que selvas y bosques absorben un tercio de las emisiones globales de dióxido de carbono, además de jugar un rol importante en el enfriamiento de la corteza terrestre o en la generación de lluvias."

Una declaración contra las pérdidas y el desperdicio de alimentos.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de la Organización de las Naciones Unidas y concretamente de la ODS 12[14]. Se ha calificado el tema de las pérdidas y desperdicios de alimentos como de importancia global. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, cuya meta 12.3 apunta a reducir a la mitad el desperdicio *per cápita* de alimentos y reducir las pérdidas en las cadenas de producción y distribución, para el año 2030.

En el mundo se desperdician 1.300 millones de toneladas de alimentos anuales, con lo que se podrían alimentar a dos mil millones de personas.

En América Latina y el Caribe (región en la que cerca de 42 millones de personas padecen subalimentación aguda), se pierden y se desperdician anualmente más de 127 millones de toneladas de alimentos (223 kilogramos por persona y año).

Hay grupos de alimentos, como las frutas y hortalizas, donde los niveles de pérdida superan el 50%. Este fenómeno ocurre en todas las fases de la cadena: en la producción, se pierde un 28%, en el manejo y almacenamiento otro 21%, en el procesamiento un 6%, en la distribución y mercadeo un 17%.

[14] El ODS 12 abarca la eficiencia en el uso y la gestión de los recursos naturales (meta 12.2), los efectos ambientales, tales como la gestión de desechos (meta 12.5), y la liberación de contaminantes, en especial de sustancias químicas (meta 12.4). El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Para alcanzar estas metas, todo el mundo tiene que hacer su parte: los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y todas las personas

A nivel de consumo, especialmente en hogares, se desperdicia alrededor del 28% de los alimentos producidos.

Los efectos medioambientales de este fenómeno son enormes. Se estima que, a nivel global, el 18% de las tierras productivas y el 19% de los fertilizantes se dedican a la producción de alimentos que nunca se consumen.

Considerando que cerca de 1.300 millones de toneladas de alimentos se pierden o desperdician cada año, convendría que no olvidáramos que esta cantidad, según la FAO podría alimentar a 2.000 millones de personas, en el mundo 842 millones de personas sufren de hambruna crónica.

En la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12 (ODS):

"Producción y consumo responsable",

La Meta 3 establece como horizonte: "Reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita en la venta al detalle, y a nivel de los consumidores, y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y distribución, incluidas las pérdidas posteriores a las cosechas".

Si logramos tan solo reducir el nivel actual de las pérdidas a la mitad, reduciríamos de forma sustancial el incremento previsto del 60 por ciento en la producción de los alimentos que serían necesarios para alimentar en 2050 a los 9.000 millones de población que se estima que habitaran el mundo. Por ellos, y por las generaciones que los sucederán, convendría tenerlo en cuenta.

Bibliografía consultada

Libros

Agencia Europea del Medio Ambiente (1998). “El medio ambiente en la Unión Europea”, 1995. Informe para la revisión del Quinto Programa de Acción sobre el Medio ambiente. Luxemburgo, Comunidades Europeas.

Aguiló Alonso, M. (1984). “Guía para la elaboración de estudios del medio físico”. 3ª edición. (Madrid): Ministerio de Obras Públicas. Madrid

Al Gore, A. (1993). “La Tierra en juego”, *Emecé*, Barcelona.

Albentosa Sánchez, L.M. (1989). “El clima y las aguas”, en *Geografía de España* (Puyol Antolín, R., dir.). Madrid, Ed. Síntesis. Madrid.

Alberto, F., Gutiérrez, M., Ibáñez, M.J., Machín, J., Peña, J.L., Pocoví, A. y Rodríguez, J. (1984). “El Cuaternario de la depresión del Ebro en la región aragonesa”. Zaragoza, Universidad de Zaragoza. + mapas.

Aldomà Buixadé, I. (2007). “Per un canal Segarra-Garrigues per el segle XXI. Convertir un projecte hidràulic en un projecte territorial”. Departament de Geografía i Sociologia Universitat de Lleida.

Aldomà, Ignasi, editor, (2006). “Per un canal Segarra-Garrigues per al segle XXI”. Lleida: Pagès editors. Lleida.

Allen, R. G., Pereira, L.S., Raes, D. y Smith, M. (1998). “Evapotranspiración del cultivo”. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO: Riego y drenaje nº 56. Roma

Almela, A. (1943). “Mapa Geológico de España”. Escala 1:50. Memoria explicativa de la hoja n1 294, Manlleu. Madrid, Inst. Geol. Min. España, 52 p., 9 láms. Madrid.

Álvarez Muñoz, E., (2016). “Mejoras en la escorrentía urbana. Instalación de tanque de tormentas”. Universidad Rey Juan Carlos. Alcalá.

Amores Barreo, Ma J., (2019). “Huella hídrica: Indicador para la gestión sostenible del agua”. CETAQUIA. Madrid.

Anglada, S., Balcells, J. y otros (1989). “La vida rural en la montaña española”. Instituto de Estudios Pirenaicos, Jaca.

Aparicio Mijares, F.J., (1987). “Elementos de hidrológica de superficie”. Edt. Limusa SA. México. Araujo, J. (2009).

Arenillas, M. y Sáenz. C. (1987). “Los ríos”. Guía Física de España. Alianza, 386 pp. Madrid.

Ayers, R.S. y Westcot, D.W. (1985). “La calidad del agua en la agricultura”. Estudio FAO. Riego y drenaje nº 29 (Rev.1). Roma, FAO.

Barbadillo, Fco., (2016). “Manual para observar e interpretar paisajes”. Edic Tundra. Castellón.

Blanes, A., Gil, F. y Pérez, J. (1996). “Població i activitat a Espanya: evolució i perspectives”, *Servei Estudis La Caixa nº 5,* Barcelona.

Blancas Cabello, C. (2001). “Contaminación de las aguas por nitratos y efectos sobre la salud”. Edita Consejería de Salud S.A. Sevilla.

Bover, Jaime, (1975). “Catalunya les Comarques”. Fondo Cultural de la Caja de Ahorros provisional de Barcelona.

CHEbro (2011). “Estudio piloto de prognosis de una cuenca con el Plan Hidrológico 2010-2015”. Aplicación a la cuenca del Rio Segre. Zaragoza.

CHEbro (2014). “Control del estado de las masas de aguas. *C.E.M.A.S.* Informe de situación”. Zaragoza.

Capel, H. (1981). Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea: una introducción a la geografía. Barcelona:

Capel, H. y et al. (1982) “Las nuevas geografías”. Barcelona: Salvat.

Capel Molina, J.J. (2000). “El clima de la Península Ibérica”. Ariel. Barcelona.

Carson,R. (2016). “Primavera silenciosa” . Editorial Crítica. Barcelona

Catalán Lafuente, J. (1981). “Química del agua”. Ed. J. Catalán. Madrid.

CEDEX. (2004) (Directiva 2000/60/CE). “Análisis de las características de las demarcaciones”. Caracterización de los tipos de ríos y lagos. Versión 10. MOPT Madrid.

CEDEX- (2010). “Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en Régimen Natural*”.* MOPT Madrid.

Claval, P. (1975). “Geografía Rural”. Editorial Ariel. Barcelona.

Claval, P. (1979). “La nueva geografía”. Barcelona: Oikos-Tau.

Costa, Joaquín (1911). “Política Hidráulica”. *Misión social de los riegos en España.* Biblioteca Económica. Madrid.

Creus Novau, J. (edt) (1995). “Situaciones de riesgo climático en España”. Instituto Pirenaico de Ecología. Jaca.

Custodio, E., Llamas, M., (1983). “Hidrología Subterránea”. Ediciones Omega. 2290 pp. Barcelona.

Derruau, M. (1985). «Geografía humana». Vinces Vives. Barcelona.

Díaz-Ambrona Medrano, A. (2011). “Anuario de estadística 2011 MAAMA”. Estadísticas Agroalimentarias. Madrid.

Doorenbos, J. y Kaassam, A. (1986). “Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos”. *Estudio FAO riego y Drenaje, nº33*. *ONU-FAO, Roma*, Italia. Edición en español del trabajo en inglés “Yield response to wáter” publicado en 1979.

FAO (2009). “ET Calculator, Land and Water” Digital Media Series nº 36, Roma.

FAO (2017). “Hacia el hambre cero 1945-2030”

FAO (2019). ” Código Internacional de conducta para el uso y manejo de fertilizantes”. Alianza Mundial por el Suelo (AMS). Roma

Farré, J. Ma., et. al. (2012). “El canal d’ Urgell”. Farrel editors. Sant Vicenç de Castellet, Barcelona.

Faucher, D.(1975). “Geografía Agraria”. Editorial Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

Fernández García, F. (1986). “El clima de la meseta meridional: los tipos de tiempo”. Ed. Universidad Autónoma. Madrid.

Ferrer, M. y Calvo, J.J. (1994). “Declive demográfico, cambio urbano y crisis rural”. *Las transformaciones recientes de la población de España,* EUNSA. Pamplona.

Folch, R. S.L., (1997). “El Paisatge Ambiental Mediterrànis ICC i Estudi” Ed. ICC Barcelona.

Font Tullot, I. (1983). “Climatología de España y Portugal”. Madrid, Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.

Gallego Bernad, M. Soledad, (2015). “La Red Natura 2000 en España. Régimen jurídico y análisis jurisprudencial*”.* Ed. SEO Bird life.

Gálvez López, A. (2016). “Agua y ordenación del territorio en la primera mitad del siglo XX en el Camp d’Elx”. Universitat d’Alacant.

García de Pedraza, L. y Reija Garrido, A. (1994). “Tiempo y clima en España”. Ed. Dossat. Madrid.

George, P. (1970). Geografía económica. Ariel. Barcelona.

Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (eds.) (1989). “Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo”. Instituto Universitario de Geografía. Alicante.

Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (eds.) (2001). “Causas y consecuencias de las sequías en España”. CAM e Instituto Universitario de Geografía, 574 pp. Alicante.

Girona, J. et al. (2017). “Visión sobre la gestión del agua en Cataluña” Edit. Visión IRTA nº1. Barcelona.

Giral i Redígales, J. (director general) (2006) “Atles comarcal y municipal de Catalunya” 23 vol. Enciclopedia catalana. ISBN Obra completa 978-84-412-1424-8. Barcelona

Gómez Benito, C. et al. (1987). “La política socio estructural en zonas de agricultura de montaña en España y en la CEE”. MAPA. Madrid.

Gomis, C. C. y Catalán Lafuente, J. (1971). “Estudio químico-hidrológico de los ríos Duero, Ebro y Tajo”. Sección de química y biología del agua (CSIC). Edix, SA. Madrid.

González Cebollada, C. (2005). “Efectos ambientales de la modernización de regadíos en España”. Editado por WWW/Adena Madrid.

Gros, A. (1969). “Guía práctica de la fertilización”. 9ª edición Editorial Mundi prensa, Madrid.

Grupo de Población de la AGE (1988). “Análisis del desarrollo de la población española en el período 1970-1986”. Síntesis. Madrid.

Guerrero Riascos, R. (1992). “Propiedades generales de los fertilizantes”. Consejero de edit. Monómeros Colombo Venezolanos S.A. Caracas.

Guidoment, A. (2007). “Antropología de la alimentación” *Edit. UOC*. Barcelona.

Gutiérrez Elorza, M. (ed) (1994). “Geomorfología de España”. *Ed. Rueda*, Madrid.

Humboldt, A. (2011). “Cosmos”. Edición especial del *C.S.I.C.* Madrid.

IGME. (1994). “Libro blanco de las aguas subterráneas”. Madrid.

Instituto Geográfico Nacional (1992). “Climatología”, en Atlas Nacional de España, sección II, grupo 9, Madrid.

Instituto Nacional de Meteorología (1981). “Perturbaciones típicas que afectan a la Península Ibérica y precipitaciones asociadas”. Madrid.

Iranzo García, E. (2009). “El paisaje como patrimonio rural. Propuesta de una sistemática integrada para el análisis de los paisajes valencianos”. Departament de Geografía. Universitat de València.

Kemmer, F.N., (1978). “Agua, el disolvente universal”. Editorial, P.A.G.S., S.A. Barcelona.

Lasanta, T. (2009) “Cambios de función en los regadíos de la cuenca del Ebro: Un análisis del papel de los regadíos a lo largo del tiempo”. ***Campus de Aula Dei*****. Zaragoza.**

Otremba, E. (1945). “Geografía General Agraria Económica Industrial”. Ed Omega, Barcelona, 420pp 4º .

Llamas, M.R. (1988). “El agua subterránea como recurso económico, ecológico y como agente geológico”. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid.

López, A . (dir.) (1982). “Jornades Agràries de les comarques gironines”. Fundació Caixa de Pensions.

López, A. (dir) (1986). “Jornades Agràries de les comarques de Barcelona”. Fundació Caixa de Pensions.

Lorenzo Pardo, M. (dir.) y otros (1933). “Plan Nacional de Obras Hidráulicas”. MOPU, 3 vols. Madrid.

MAGRAMA, (2018). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/estadisticas/. “Estadísticas ganaderas”.

MAPA (1989). “Supervivencia de la montaña”. Actas del Coloquio hispano-francés sobre las áreas de montaña. MAPA, Madrid.

MAPA (2003). “El libro de la Agricultura y el Desarrollo Rural”. Tres volúmenes. Madrid.

MAPA (2020). “Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Informe sobre Regadíos en España” Madrid.

MAPA (2020). “Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Informe sobre Cultivos en España” Madrid.

Margalef, R. (1983). “Limnología”. Ed. Omega. Barcelona.

Margulis y Sgan, D. (1996). “¿Qué es la vida?” Tusquets Barcelona.

Martín Ramos, B. (2014). “Estudio sobre métodos de evaluación del paisaje y su potencial en la integración de las autopistas en el paisaje, nueva propuesta metodológica basada en sistemas de información geográfica y aplicación a autopistas en operación”. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Martín Vide, J. (1987). “Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibérica”. Institut Cartogràfic de Catalunya, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

Martínez de Pisón, E. y Tello, B. (eds.) (1986). “Atlas de Geomorfología”. Alianza, 364 pp. Madrid.

Martínez de Pisón, E. (1998). “Paisaje y medio ambiente” editado por Fundación Duques de Soria, Grupo Endesa y Universidad de Valladolid.

Masachs Alavedra, V. (1941). “Régimen de los ríos peninsulares”. Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Geológicas, CISC, Barcelona.

Meadows, Donella y Dennis L. Randers, J. (1972) “Los limites del crecimiento”. Fondo Cultura Economica, Ciudad de México.

Meadows, Donella y Dennis L. Randers, J. (1992) “Más allá de los limites del crecimiento”.El Pais-Aguilar. Madrid.

Ministerio de Medio Ambiente (1997). “Guía resumida del clima de España (1961-1990)”. Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.

Ministerio de Sanidad y Consumo (1999). “Plaguicidas. Protocolos de vigilancia sanitaria específica”. Madrid.

Ministerio de Agricultura y pesca Alimentación y Medio Ambiente. (2015). “Perfil Ambiental de España”.

MOPU (1992). “Análisis de calidad de aguas, Desde 1972-73 a 1988-89”. Madrid.

Molinero, F. (1980). “Los espacios rurales”. Ariel. Barcelona.

Mulero Mendigorri, A. (1999). “Introducción al medio ambiente en España”. Ariel. Barcelona.

Muñoz, A. (2016). “Texto básico para el profesional en ingeniería “. Área de Fisiología vegetal. Publicado en Loreto, Perú.

Muñoz, J. y Sanz, C. (1995). “Las montañas”. Guía Física de España. Alianza. Madrid.

Murphy, A.B. (2002). “Geografía ¿Por qué importa?”. Alianza Editorial, S.A. Barcelona.

Navarro García, G. (2019). “Química Agrícola. Evolución y concepto”. Mundi prensa. Madrid.

Orús, F., Quíles, D., Beltrán, J. (2001). “El código de buenas prácticas agrarias (I). Fertilización nitrogenada y contaminación por nitratos”. Gobierno de Aragón. Informaciones Técnicas nº 93. Zaragoza.

Plans-Derruau et al. (1993). “Geografía agraria” Geografía Física y Geografía Humana, EUNSA. Pamplona.

Primo Yúfera, E, Carrasco Dorrein, J.M. (1983). “Química agrícola: Suelos y fertilizantes”. Editorial Alambra. Madrid.

Recaño, J. (2009). “Las migraciones interiores en el área mediterránea. (1860-1960)” Centre d’estudis Demogràfics i Universitat Autònoma de Barcelona.

Recaño, J. (2017). “La sostenibilitat demogràfica de l’Espanya buida”. Centre d’estudis Demogràfics i Universitat Autònoma de Barcelona.

Riba Pijoan, F, et al. (2006). “Historia natural de la Segarra”. Edición Consejo Comarcal de la Segarra.

Sánchez San Román, F.J. (2017). “Hidrología superficial y subterránea”. Edit. Sefe CREATIVE. Madrid.

Segrelles Serrano, J.A. (1993). “La ganadería avícola y porcina en España. Del aprovechamiento tradicional al industrializado”. Publicaciones Universidad de Alicante.

Soldevila i Lafon, M. (2008). “Les repercussions de la Directiva Nitrats sobre la febre porcina a Catalunya”. Premi Josep LLovet i Mont-ros, 2008. Barcelona-

Solé i Sabaris, L. (1958). “Geografía de Catalunya.” editorial AEDOS 3 volúmenes. Barcelona.

Steinfelf,H. et al (2006) “Larga sombra de la ganaderia”. FAO. Roma.

Tarrago Cid, S. director y editor (2005). “La Construcció de Pedra seca”. CIEPAC-UPC. Barcelona.

Tort, Joan, (1986). “Aproximació de la Segarra”. XX Premi “Sant Bernat” Gràfiques Ateu. Barcelona.

Tort, Joan, (2004). “Pau Vila, L’esperit de la terra”. Publicacions de l’Abadia de Montserrat.

Tort, J y Nogueira, G., (1993). “L’Urgell, aproximació a un anàlisi regional”. Ed. Caixa d’Estalvis de Catalunya. Barcelona.

UOC. (2016). L'evolució demogràfica de la comarca del Pla d'Urgell al llarg del segle XX". Universitat Oberta de Catalunya.

Vendrell, E. (2007). "La força del canal de Seròs". *El Dr. Pearson i les obres de La Canadenca***.** Ajuntament de Lleida.

Vila, P. (1926). "La Cerdanya". Empúries edc. Ed. Bàrcino. Barcelona

Vilar, P. (1983). "Historia de España". 17ª edición. Grijalbo. Barcelona.

Vilar, P. Dirección. (1992). "Historia de Catalunya", 4ª edición. Edic. 62. Barcelona.

Capítulos de libro

Abreu Pidal, J.M. (1981). "Condicionantes para la delimitación y gestión de áreas de montaña", en Supervivencia de la montaña*. Casa de Velázquez y Ministerio de Agricultura, Madrid, pp. 35-50.*

Aguilera Klink, F. (1995). "El agua como activo económico, social y ambiental", *El Campo, nº 132, Banco Bilbao-Vizcaya, Bilbao, pp. 15-28.*

Alberto, F. (1985). "La salinización de las aguas del Ebro". En; Martínez Gil, F.J. (ed.), *Seminario del agua en Aragón, Zaragoza, 26 de enero – 6 de abril, 1984. Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias, Cátedra de Geodinámica Externa. pp. 131-153. Zaragoza*.

Alberto, F. y Aragüés, R. (1986). "Curvas de tendencia salinidad-tiempo en las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro". *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar*: *Convenio de cooperación técnico Hispano-norteamericano: 237-251.*

Alberto, F., Aragüés, R., y Quiles, D. (1986). "Balance de sales de la Cuenca del Ebro" En: *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar*. *Convenio de cooperación técnico Hispano-norteamericano: 279-291.*

Alberto, F. y Navas, A. (1986a). "La participación de los yesos en la salinización de las aguas superficiales de la cuenca del Ebro. I. Cartografía de síntesis de las formaciones con yesos". *Anales de Aula Dei* 18(1-2): 7-18.

Alberto, F. y Navas, A. (1986b). "La participación de los yesos en la salinización de las aguas superficiales de la cuenca del Ebro. II. Contribución relativa de los iones SO_4^{2-} y Ca^{2+} a la salinidad". *Anales de Aula Dei* 18(1-2): 19-29.

Alberto, F. y Navas, A. (1987). “Caracterización de los niveles de saturación en calcita, dolomita y yeso de las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro”. *Anales de Aula Dei* 18(3-4): 199-228.

Alberto, F., Machín, J. y Aragüés, R. (1986a). “La problemática general de la salinidad en la Cuenca del Ebro”. En: *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar. Convenio de cooperación técnico Hispano-norteamericano: 221-236.*

Aragüés, R, Alberto, F, Quíles, D (1986a). “Relaciones entre los parámetros químicos de aguas superficiales de la cuenca del Ebro”. *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar*. *Convenio de cooperación. técnico Hispano-norteamericano: 253-277.*

Molinero Herrando, F. (2009) Secanos y regadios. En *Geografia de España 5ª reimpresión*. Ariel Geografía. Capítulo 13: 341-369.

Estudios e informes

ACA, Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya (2007). *Estudi d’actualització de l’avaluació de recursos hídrics de les conques Internes de Catalunya*. Document de síntesis. Barcelona: ACA.

AIH (Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español) (2019). “Jornadas sobre la aplicación de la Ley de Aguas en la gestión de las aguas subterráneas”. Zaragoza.

Aliaga Muñoz, B. (2017). “Historia y evolución de la alimentación”. *Publicaciones didácticas* nº 85. Madrid.

Aragüés, R. (1985). “Predicción y control del volumen y la salinidad de afluentes de riego en Aragón” (291-319). En: *Martínez Gil, F.J. (ed.), Seminario del Agua en Aragón, Zaragoza, 26 de enero – 6 de abril, 1984*. *Universidad de Zaragoza, Facultad de ciencias, Cátedra de Geodinámica Externa, Zaragoza, España: 291-319.*

Arrojo Agudo, P. (1997). “El agua a debate: Plan Hidrológico Nacional, Pacto del Agua y Trasvases” en *Rolde de Estudios Aragoneses, Col. Cuadernos Cultura Aragonesa*, Zaragoza.

Causapé, J. (2002). “Estudio de las aguas subterráneas en la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas (Zaragoza)”. *XX Congreso Nacional de riegos,* Ciudad Real.

C.H.E. (2002). “La cubierta forestal de la cuenca del Ebro”. *Caracterización espacio-temporal y afectación en la disminución de los recursos hídricos.1001-PH.32I*. Confederación hidrográfico del Ebro Q 5017001H.

CHE (2003). “Revisión bibliográfica sobre la eficiencia del riego e impacto medioambiental en los recursos hídricos de zonas regables de la cuenca del Ebro”. 62 pp. http://oph.chebro.es/ContenidoAgronomico.htm

CHE. (2003). “Red integrada de calidad de las aguas (Red ICA) aguas superficiales”. *Informe anual*.

CHE (2004ª). “La red de control de los regadíos de la cuenca del Ebro”. *Metodología y Aplicación al sistema de Bardenas*. 51 pp. http://oph.chebro.es/ContenidoAgronomico.htm

C.H.E. (2005). “Control del Estado de las Masas de Agua Superficiales”. *Informe de situación*.

C.H.E. (2005). “Evaluación preliminar de la incidencia del cambio climático en los recursos hídricos de la Cuenca del Ebro”. *CHE Q 5017001 H. Clave 2005-PH-22-I*.

C.H.E. (2005). “Caracterización de la calidad de las aguas superficiales y control de los retornos del riego en la Cuenca del Ebro”. *Ministerio dee Medio Ambiente. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. C.H.E. Q50170001 H.*

C.H.E. (2006). “Control de los retornos de las actividades agrarias de la Cuenca del Ebro” *Evaluación de las tendencias de la calidad del agua, control experimental de los retornos y propuesta de red de control*. *C.H.E. Q50170001 H.*

C.H.E. (2006). “Control del Estado de las Masas de Agua Superficiales”. *Informe de situación*.

C.H.E. (2007). “Control del estado de las masas de agua superficiales”. *Informe de situación*.

C.H.E. (2008) “Evaluación de los efectos socioeconómicos de las inversiones previstas en el Plan Hidrológico”. *C.H.E. Q50170001 H. 2008 –PH-30-J.*

C.H.E. (2010). “Estudio de la incidencia de la lengua salina de la desembocadura del río Ebro en el acuífero superficial del Delta”. *CHE Q 5017001 H. calve 095/09/SNS.*

C.H.E. (2012). “Evolución de la temperatura y la precipitación en la Cuenca del Ebro*”. C.H.E. Q50170001 H. 2012.*

C.H.E. (2012). “Evolución de la temperatura y la precipitación en la Cuenca del Ebro”. *C.H.E. Q50170001 H. 2012.*

C.H.E. (2012). “Seguimiento del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro”. Evolución del pH y de la temperatura del agua en los ríos de la Cuenca del Ebro. *C.H.E. Q50170001 H.*

C.H.E. (2012) “Valoración de la relación hidráulica entre diversos pozos de abastecimiento y el río Ebro aguas abajo del Flix” (Tarragona).

C.H.E. (2013). “Explotación de la red de control ecológico de ríos en la Cuenca del Ebro en aplicación de la Directiva Marco del Agua”. *Área de calidad de aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro*.

C.H.E. (2015). “Explotación de la red de control ecológico de ríos en la Cuenca del Ebro en aplicación de la directiva marco del agua”. *Área de calidad de aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro*.

C.H.E. (2014) “Red de control de plaguicidas”. *Informe anual.*

C.H.E. (2015). “Red Control Plaguicidas”. *Informe anual.*

C.H.E. (2015) “Planes de gestión de los espacios naturales protegidos de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro”.

C.H.E. (2016). “Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario en la demarcación del Ebro”. *(Periodo 2012-2015).*

C.H.E. (2016). “Red de control de sustancias peligrosas”. *Agua, sedimentos y biota.*

C.H.E. (2017). “Red de alerta de calidad de aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro”. *Proyecto SAICA Ebro. Informe de gestión 2015-2016.*

C.H.E. (2019). “Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación (ciclo 2015-2021) y Plan de Gestión del Riesgo de Inundación”. *Estudio Ambiental Estratégico*.

DARP, (2014). Estadístiques ramaderes. http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR/

DARP. “15 Pactes territorials per el món rural”. Departament d’Agricultura i Pesca. Rural’06.

DARP. “Pacte Territorial 9”. *Diagnosi del territori*. Rural’06.

DARP. “Pacte Territorial 9. Garrigues, Segarra i Urgell”. Estratègies proposades.

FAO. (2014). “Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030”. *Informe resumido*

Garcia Codrón. JC.(2017) “Ecosistemas agrarios” Aula abierta. Departamento de geografia .Universidad de cantabria

Generalitat de Catalunya de (2000). “Agencia Catalana de l’Aigua (ACA)”; Estudi de caracterització i perspectives de les demandes d’aigua a les comarques internes de Catalunya i a les comarques catalanes de l’Ebre. Barcelona: Departament de Medi Ambient.

Generalitat de Catalunya de (1981). “DPTOP, D.G. Obres Hidràuliques”. *Estudi del Canal Segarra-Garrigues*. Barcelona

Generalitat de Catalunya de (1981). “DPTOP, D.G. Obres Hidràuliques”. *Estudi d’alternatives de regulació del riu Segre per a regadius;* Barcelona

Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge (2010). “Pla de gestió y Pla especial de protecció del medi natural y del paisatge de los ENP de la Plana de Lleida”.

Generalitat de Catalunya. Agència catalana de l’Aigua. Annex I. Llistat y tipologia de masses de agua. Pla de gestió del districte de conca fluvial de Cataluña 2016-2021.

ITG Granadera (2005). “Necesidades de agua y producció de purines en porci”. *Residus de Ramaderia, Porcins*. www.itggnadero.com

Pla de regadius de Catalunya (2008-2020). Mayo 2008. Generalitat de Catalunya Departament d’Agricultura, Alimentació i Acció Rural. REGSA.

Ramos Mompo, C. et al. (1992). “La agricultura y la contaminación de las aguas por nitrato”. Hojas divulgadoras 7/92 MAPA.

Articulos

Abrisquéta, J.M., Ruiz, A. y Franco, J.A. (2001). “Water balance of apricot under drip irrigation”. *Agricultural Water Management* 50:211-227.

Aguilera Klink, F. (1995). “El agua como activo económico, social y ambiental”, *El Campo, nº 132, Banco Bilbao-Vizcaya, Bilbao, pp. 15-28.*

Alberto, F. (1985). “La salinización de las aguas del Ebro”. En; Martínez Gil, F.J. (ed.), Seminario del agua en Aragón, Zaragoza, 26 de enero – 6 de abril, 1984. Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias, Cátedra de Geodinámica Externa, Zaragoza, España, 131-153.

Alberto, F. y Aragüés, R. (1986). “Curvas de tendencia salinidad-tiempo en las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro”. *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar: Convenio de cooperación técnico Hispano-norteamericano: 237-251.*

Alberto, F. y Navas, A. (1986a). “La participación de los yesos en la salinización de las aguas superficiales de la cuenca del Ebro. I. Cartografía de síntesis de las formaciones con yesos”. *Anales de Aula Dei 18(1-2): 7-18.*

Alberto, F. y Navas, A. (1986b). “La participación de los yesos en la salinización de las aguas superficiales de la cuenca del Ebro. II. Contribución relativa de los iones SO_4^{2-} y Ca^{2+} a la salinidad”. *Anales de Aula Dei 18(1-2): 19-29.*

Alberto, F. y Navas, A. (1987). “Caracterización de los niveles de saturación en calcita, dolomita y yeso de las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro”. *Anales de Aula Dei 18(3-4): 199-228.*

Alberto, F., Aragüés, R., y Quilez, D. (1986). “Balance de sales de la Cuenca del Ebro” En: *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar*. *Convenio de cooperación técnico Hispano-norteamericano: 279-291.*

Alberto, F., Gutiérrez, M., Ibáñez, M.J., Machín, J., Peña, J.L., Pocoví, A. y Rodríguez, J. (1984). El Cuaternario de la depresión del Ebro en la región aragonesa. *Universidad de Zaragoza, 217 pp. + mapas.*

Alberto, F., Machín, J. y Aragüés, R. (1986a). “La problemática general de la salinidad en la Cuenca del Ebro”. En: *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar*. *Convenio de cooperación técnico Hispano-norteamericano: 221-236.*

Aliaga Muñoz, B. (2017). “Historia y evolución de la alimentación”. *Publicaciones didácticas nº 85 pag. 314. Madrid*.

Amézketa E., Aragüés R., Carranza R., Urgell B. (2003). “Chemical, spontaneous and mechanical dispersion of clays in arid-zone soils”. *Spanish J. Agric*. *Res. 1(4): 95-107.*

Angelopulos, K. Dichio, B. y Xiloyannis, C. (1996). “Inhibition of photosynthesis in olive trees during water stress and rewatering”. *Journal of Experimental Botany 47: 1093-1100.*

Aragüés, R. (1985). “Predicción y control del volumen y la salinidad de afluentes de riego en Aragón” (291-319). En: *Martínez Gil, F.J. (ed.), Seminario del Agua en Aragón, Zaragoza, 26 de enero – 6 de abril, 1984*. *Universidad de Zaragoza, Facultad de ciencias, Cátedra de Geodinámica Externa, Zaragoza, España: 291-319.*

Arbonés, A, Pascual, M. y Rufat, J. (2014). “Análisis técnico-económico de diferentes sistemas de plantación de olivo en zonas semiáridas del Valle del Ebro”. ITE, Vol. 110 (4), 400-413.

Armesto López, X.A. (2005). “Notas teóricas en torno al concepto de postproductivismo agrario”. *Investigaciones Geográficas nº 36 pp. 137-156. Universidad de Barcelona.*

Arrojo Agudo, P. (1996). “España-California: un contraste de modelos de planificación y gestión del agua diferentes”, en *Revista O.P. nº 37, España y el agua, III, Colegios Oficiales de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Barcelona, pp. 76-85.*

Arrojo Agudo, P. (1997). “El agua a debate: Plan Hidrológico Nacional, Pacto del Agua y Trasvases” en *Rolde de Estudios Aragoneses, Col. Cuadernos Cultura Aragonesa*, Zaragoza.

Asseng, S. y Hasiao, T.C. (2000). “Canopy CO_2 assimilation, energy balance, and water use efficiency of an alfalfa crop before and after cutting”. *Field Crops Research 67(3): 191-206.*

Basso, L.A., Machín, J. y Pellicer, F. (1990). “Masa de sales exportada por la red de drenaje de Bardenas I, Monegros y Cinca a las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro”. *Anales de Aula Dei* 20:163-181.

Behboudian, M.H. Walher, R.R. y Torokfalvy, E. (1986). “Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio”. *Science Horticulture* 29: 251-261.

Cabré, A., Moreno, J. y Pujadas, I. (1985). “Cambio migratorio y reconversión territorial en España”. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, *nº 23, pp. 43-65.*

Causapé, J. (2002a). “Estudio de las aguas subterráneas en la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas (Zaragoza)”. *XX Congreso Nacional de riegos, Ciudad Real, 12-14 de junio de 2002.*

Causapé, J., Quílez, D., Aragüés, R. (2004a). “Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level”. *I: Irrigation quality*. *Agricultural Water Management. 70: 195-209.*

Catañà I Pinén, J. (1995). “Actes de les III Trobades d’Història de la Ciència i de la Tècnica (Tarragona, 7-9 desembre 1994*). SCHCT p. 121-126. Barcelona.*

Cossani, C.M., Savin, R. y Slafer, G.A. (2007). “Contrasting performance of barley and wheat in a wide range of conditions in Mediterranean Catalonia (Spain)”. Annals of Applied Biology 151:167-173.

Cots Rubió, Ll. et al. (2014). “El regadiu a Lleida”. Resultats de diverses avaluacions a la zona regable dels canals d’Urgell. *Quaderns Agraris 36(2014) p 25-50.*

Cubillos et al. (2017). “La geografía como aprendizaje para la resistencia y la transformación territorial”. *Espacio y Sociedad nº 1.*

Deffontaines, P. (1946): “A contribution a une Géographie humaine de la montagne”. *Revista del Instituto de Estudios Pirenaicos. Jaca*.

Edin Cuadra, D. (2013). “Teoría de la geografía: reflexiones en torno a la identidad de la disciplina”. *Perspectiva Geográfica vol.18 nº2 pp.325-346*.

Faci, J.et al. (1985). “Water and salt balance in an irrigated area of the Ebro River Basin (Spain”). *Irrigation Science 6 (1): 29-37*.

García Ballesteros, A. (1985). “La Geografía de la Población en España”, *Estudios Geográficos*, 178-179, pp. 29-47.

García Ruiz, J.M. (1976). “La evolución de la agricultura de montaña y sus efectos sobre la dinámica del paisaje”. *Revista de Estudios Agro-Sociales, nº 146, pp. 7-37.*

Gómez Mendoza, J. (1999). “Paisaje y espacios naturales protegidos en España)”, *Boletín Institución Libre de Enseñanza (BILE), II época, mayo nº 34-35, pp. 131-152.*

Guzmán, M. et al. (2004). “Población, agua, suelo y fertilizantes: El ferti-riego”. *Producción Vegetal Universidad de Almería*.

Lodoño-Franco, L.F. et al. (2016). “Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal”. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol.14 nº2 (145-153).*

Marta Pinilla, M. (1996). “Creatividad, estancamiento y evolución de la política del agua en España”, *Revista O.P. nº 37. Colegios Oficiales de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Barcelona, pp. 4-13.*

Maqueda Valbuena, M.A. (CEPC 1968). “Los regadíos en España. Su evolución, estructura y programación”. *Revista de Economía Política nº 40*.

Marta Pinilla, M. (1996). “Creatividad, estancamiento y evolución de la política del agua en España”, *Revista O.P. nº 37. Colegios Oficiales de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Barcelona, pp. 4-13.*

Miralbes Bedera, R. et al. (1993). “Reflexiones sobre el espacio geográfico”. *Epto. De Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.*

Navas, A. (1989a). “La participación de los yesos en la salinización de las aguas superficiales de la cuenca del Ebro”. III. Metodología de cuantificación*. Anales de Aula Dei 19(3-4):345-349.*

Navas, A. (1989c). “Implicaciones geomorfológicas del contacto en los cauces entre las litofacies yesíferas y las aguas circulantes en la Cuenca del Ebro”. *Anales de Aula Dei 19(3-4): 313-320.*

Navas, A. (1989d). “Incorporación de los yesos a las aguas circulantes en el contacto directo en los cauces de la red Hidrográfica del Ebro”. *Anales de Aula Dei 19(3-4): 321-333*.

Raya-Pérez, J.C. et al. (2008). Evaluación y evolución de la fotosíntesis C_4.*Pub. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14 (1)*

Perez-Urria Carril, E .(2009) Fotosintesis:Aspectos básicos. Reduca (Biología) Fisiología vegetal. 2. Pag 1-47

Ricart, S. et al. (2014). “La gestión del regadío catalán: entre eficiencia compatibilidad de usos y legitimidad social*”. Instituto Interuniversitario de Geografía Universidad de Alicante.*

Ramos Mompo, C. et al. (1992). “La agricultura y la contaminación de las aguas por nitrato”. *Hojas divulgadoras 7/92 MAPA*.

Siso Quintero,G. (2010)¿Que es la Geografia?. *Terra Nueva etapa, nº 39. Pag 147-182. Univ. Central Venezuela*

Sunyer Martín, P. (1993). “La formación del mapa agronómico de Catalunya. Una aportació d’en Marià Faura i Sans al progrés de Catalunya”. *Scripta Vetera. UB.*

Sunyer Martín, P. (1993). ”La perspectiva geográfica en la edafología española”. *Scripta Vetera. UB.*

Troitiño Vinuesa, M.A. (1995). “Espacios naturales protegidos y desarrollo rural: Una relación conflictiva*”, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 20, pp. 23-37.*

Tesis doctorales

Abrahäo, R. (2011)” Impactos ambientales del riego: La transformación de la cuenca de Lerma” Tesis de master Instituto agronómico Mediterráneo. Universidad de Zaragoza.

Alcalá García, FJ, (2005). “Recarga a los Acuíferos Españoles mediante balance Hidrogeoquímico”. *Tesis doctoral. ETSECCP UPC*, Barcelona 2005.

Basso, L. (1994). “Los retornos salinos del polígono Bardenas I y su contribución a la salinización de los ríos Arba y Riguel”. *Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, Facultad de Filosofía y Letras*. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.

Berga, A. (1993). “Relaciones clima-suelo-agua-subsuelo en Monegros II”. *Tesis doctoral, Universitat de Lleida, Lleida*, 2 tomos.

Causapé, J. (2002). “Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre los recursos hídricos de la comunidad de regantes nº V de Bardenas (Zaragoza)”. *Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza*.

Clavero Aparicio, P.L. (1978). “Los climas de la región valenciana”. *Dep. de Geografía (Tesis doctoral). Universidad de Barcelona.*

Gomis Gomis, C. (1968). “Estudio químico hidrológico del río Ebro y alguno de sus afluentes”. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias. U. Complutense, Madrid.

Isidoro, D. (1999). “Impacto del regadío sobre la calidad de las aguas del barranco de La Violada (Huesca): salinidad y nitratos”. *Tesis doctoral, Universidad de Lérida, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria*.

Navas, A. (1988). “La participación de los yesos en la salinización de las aguas superficiales de la cuenca del Ebro”. *Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza*.

Quílez, D. (1998). “La salinidad en las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro: Análisis del impacto Potencial del Regadío de Monegros II”. *Tesis doctoral*. *Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo*, *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, universidad de Lleida.*

Raso Nadal, J.M. (1978). “El clima de Baleares”. Universidad de Barcelona. Dep. de Geografía (tesis doctoral).

TRABAJOS FINAL CARRERA

Aran Clavería, E., (2014). “El canvi d’usos de sòl en un poble de secà: Alfés (Segrià**)”.** *L’Efecte del Canal Segarra-Garrigues*. *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, universidad de Lleida.*

Basso, J.A. (1989). “La contribución de los efluentes de riego de los polígonos de Bardenas I, Monegros I y Cinca a la salinización de las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro”. *Tesis de Master, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, España, 197 pp.*

Mir Bergadà, A. (2016). “Anàlisi de l’impacta socioeconòmic del canal Segarra-Garrigues”. *UPC (ETSECCP). Barcelona*,

Navas, A. (1983). “Las litofacies yesíferas en la cuenca del Ebro. Síntesis cartográfica y consideraciones sobre su papel en la planificación territorial”*, Tesis de Master, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ*), Zaragoza.

Quílez, D. (1985). “Descripción, análisis y aplicación de un modelo hidrosalino del sistema “flujos de retorno de riego”. *Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Sección Físicas, Universidad de Zaragoza.*

Salvador, R. (2003). “Estudio de las pérdidas por evaporación y arrastre en los sistemas de riego por aspersión: Diferencias entre riesgos diurnos y nocturnos”. *Proyecto fin de carrera de la Ingeniería Agrónoma, Universidad de Lérida, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria*.

Tejero, M. (2003). “Cálculo de la variabilidad temporal de las necesidades hídricas de los cultivos en las comarcas de Aragón”. *Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de Lérida.*

Torres, M., (1983). “Balance hidrosalino de un polígono de riego en los Llanos de La Violada (Huesca)”. *Tesis de Master, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ)*, Zaragoza.

LEGISLACIÓN

Directiva 86***/***280***/***CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas (DDTs).

Directiva 86/278/CE de 12 de junio, relativo a la protección del medio ambiente (DOUE nº 181, 04/07/1986).

Directiva 86***/***280***/***CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas (DDTs).

Directiva 74/464/CEE de 4 de mayo de 1976, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.

Directiva aves 79-409/ CEE (1979). Del consejo de 2 de abril de 1979 relativa a la conservación de las aves silvestres.

Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece *un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas [4], establece una estrategia para luchar contra la contaminación del agua****.***

Directiva 2006**/**44**/**CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

Directiva 2006/118/CE relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro**.**

Directiva (2008/105/CE). La Orden ARM/2656/2008. Normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

Directiva 2009/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la protección de las aguas subterráneas contrala contaminación y el deterioro. (DOUR nº 372, 27/12/2006).

Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.

Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención integrados de la contaminación y control) (Directiva DEI) (DOUE nº 334, 17/12/2010).

Directiva 91/676/CEE de 28 de marzo de 2013. Relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola. Designación de las Zanas Vulnerables a Nitratos (ZVN). Establecimiento de los códigos de buenas prácticas agrícolas.

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, IIV-V-VI y VII de la ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. BOE, nº 103, de 30 de abril; corrección de errores en BOE, nº 157, de 2 de julio.

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre la protección de las aguas (BOE nº 61, 03/11/1996).

Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen las reglas básicas de las granjas de cría de cerdos (BOE nº 11, 01/12/2001.

Ley 16/2002, de 01 de julio de 2002 sobre el control y prevención integrados de la contaminación (BOE nº 157, 04/02/2002).

Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003. Relativo a los abonos.

Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero por el que se establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Real Decreto 479/2004, de 26 de marzo, que establece y regula el registro general de explotaciones ganaderas (BOE nº 89, 13/04/2004).

Real Decreto 486/2009, de 3 de abril, que establece los requisitos legales y buenas condiciones agrícolas y gestión ambiental que debe cumplir a los agricultores que reciben pagos directos del PAC. (BOE nº 9417 de abril 2009).

Reglamento (CE) nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, normas sobre la salud aplicable a los subproductos animales y productos derivados no destinados al consumo humano. (DOUE L-2009-82155).

Real Decreto 1514/2009 de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (BOE nº 255, 22/10/2002).

Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios,

Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales. (BOE nº 277, 17/11/2012.

RD 817 2015 consolidado, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Real Decreto 817/2015. Criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (RDSE).

Real Decreto 817/2015. La evaluación de la calidad de las aguas de las zonas protegidas a consumo humano. Real decreto 817/2015 y en el Real decreto 14/2003.

Real decreto Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y

comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano. BOE-A-2018-10940

Acord de GOV 128/2009, de 28 de juliol, de revisió i designació de noves zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries (DOGC n1 5435, de 04/08/2009).

Decret 476/2004, de 28 de desembre, pel qual es designen noves zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries (DOGC nº 4292, de 31/12/2004).

Decret 50/2005, de 29 de març de gestió de les dejeccions ramaderes, pel qual es desplega la Llei 4/2004, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats existents a la Llei 3/1998, de 27 de febrer, i de modificació del Decret 220/2001.

Decret Legislatiu 1/2009, de 21 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la Llei reguladora dels residus.

Decret 136/2009, d'aprovació del programa d'actuació aplicable a les zones vulnerable en relació amb la contaminació de nitrats que procedeixen de fonts agràries i de gestió de les dejeccions ramaderes

Decreto 283/1998, de 21 de octubre, la designación de zonas vulnerables en relación con la contaminación por nitratos de origen agrícola (DOGC nº 2760, 11/06/1968).

Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge (2011). Resolució MAH/3644/2010 de 22 d'octubre de 2010, per la qual es fa públic l'Acord de declaració d'impacte ambiental del Projecta de regadiu i concentració parcel·laria del Segarra-Garrigues.

Llei 20/2009 del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats.

Llei 4/2004, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats reguladora de les activitats d'incidència ambiental al que estableix la Llei 3/1998, del 27 de febrer, de la intervenció de l'Administració ambiental.

Ordre AAR/5006/2010 de 2 de novembre, per la qual s'estableixen els criteris per a l'aplicació dels nivells de reducció en l'excreció de nitrogen del bestiar porcí.

MAPAS

Mapa topográfico Nacional nº 416, escala 1:50.000.

Mapa topogràfic de Catalunya Cervera, escala 1:25.000

Mapa topogràfic de Catalunya Oliana, escala 1:25.000

Mapa topogràfic de Catalunya Segre mitjà el Llobregos, escala 1:25.000

Mapa topogràfic de Catalunya Tàrrega, escala 1:25.000

Mapa topogràfic de Catalunya Tremp, escala 1:25.000

Mapa geològic comarcal de Catalunya, Noguera, escala 1:50.000

Mapa geològic comarcal de Catalunya, Pla d'Urgell, escala 1:50.000

Mapa geològic comarcal de Catalunya, Segarra, escala 1:50.000

Mapa geològic comarcal de Catalunya, Urgell, escala 1:50.000

Mapa de conques hidrogràfiques de Catalunya, Urgell, escala 1:250.00.

Mapa del sistema d'espais natural protegits de Catalunya, escala 1:250.000.

Mapa dels hàbitats a Catalunya, Urgell, escala 1:50.000

Mapa comarcal de Catalunya, escala 1:50.000

Mapa provincial de Lleida, escala 1:200.000

RECURSOS INFORMÁTICOS

Aliaga Muñoz, B. (2017). "Historia y evolución de la alimentación". Publicaciones didácticas nº 85. Madrid.

FAO. (2011). "Base de datos FAOSTAT en línia", *disponible en el enlace http://faostat.fao.org/*

ICG. Cat. - Història geològica de Catalunya.

ICONA y MOPU (1978). "Inventario abierto de espacios naturales de protección especial", Madrid, ICONA y Dirección General de Urbanismo del MOPU.

IDESCAT, (2018). "Institut d'Estadística de Catalunya". *Cens agrari i enquesta sobre l'estructura de les explotacions agràries*. http://www.idescat.cat/cat/economia/agricultura/

INE. (2112). "Anuario Estadístico de España 2011.12. Agricultura, silvicultura, ganadería y pesca.

INE: Censos y padrones de población (diversos años).

Olmo, M. Nave, R. (2015). Gluones. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/particles/expar.html

ANEXO I

Identificación de los puntos de control utilizados en la investigación

cod_punto_r	Municipio	UTM_X	UTM_Y
311630020	GRANJA D´ESCARP (LA)	779771	4591157
311630026	MASSALCOREIG	779729	4597592
311630027	MASSALCOREIG	780385	4593635
311640026	AITONA	788884	4599187
320980025	BARRUERA	810957	4715259
321270002	AGER	807459	4656691
321370003	CASTELLO DE FARFANYA	809356	4638861
321420029	ALGERRI	797493	4636522
321440006	BALAGUER	816417	4631508
321470008	VILANOVA DE LA BARCA	810067	4622645
321470030	TORRELAMEU	807333	4623386
321480010	TERMENS	814127	4626855
321480012	BELLVIS	815124	4619751
321480034	TERMENS	813354	4626232
321480042	BELLVIS	816719	4621006
321520001	LLEIDA	801047	4610954
321530002	LLEIDA	804009	4614544
321550019	SOSES	790707	4602358
321550036	TORRES DE SEGRE	792839	4604008
321550037	SOSES	790829	4602587
321560028	LLEIDA	798036	4609389
321680005	JUNCOSA	815672	4586666
331110001	PALLARS JUSSA	821302	4684848
331170001	PALLARS JUSSA	828761	4679576
331180002	PALLARS JUSSA	835889	4680208
331270001	VILANOVA DE MEIA	833691	4659964
331330012	ARTESA DE SEGRE	832921	4649337
331340019	ARTESA DE SEGRE	838290	4648613
331360016	ALOS DE BALAGUER	828234	4648091
331370059	FORADADA	834630	4646451
331370065	ARTESA DE SEGRE	834969	4645947
331470028	IVARS D´URGELL	832968	4621615
331470046	FULIOLA (LA)	834419	4625627
331470061	IVARS D´URGELL	832691	4621641
331470064	ANGLESOLA	836907	4622888
331480037	TARREGA	843268	4621879
331510045	BELLVIS	820928	4619401
331510056	POAL (EL)	822893	4619856
331510057	MOLLERUSSA	824513	4616370
331520036	VILANOVA DE BELLPUIG	828356	4611548
331520113	VILANOVA DE BELLPUIG	829784	4614065
331520116	VILA-SANA	825455	4617917
331520141	GOLMES	828231	4615105
331530009	CASTELLNOU DE SEANA	831857	4617691
331530034	BELLPUIG	833629	4611783
331530051	BELLPUIG	831692	4615674
331540015	VERDU	845347	4615307
331540024	VERDU	842263	4614690
331610062	CERVIA DE LES GARRIGUES	822872	4592712

331670022	VINAIXA	833071	4592238
341310006	PONTS	847335	4649543
341410053	OSSO DE SIO	846012	4631267
341410066	PLANS DE SIO (ELS)	849491	4631240
341420004	GUISSONA	858116	4634577
341420005	GUISSONA	855664	4635057
341420006	GUISSONA	856127	4634354
341420007	GUIMERA	857094	4634505
341420030	GUISSONA	855325	4631547
341420068	GUISSONA	856502	4635085
341420069	GUISSONA	856055	4634301
341420070	GUISSONA	856151	4634215
341420071	GUISSONA	855032	4634862
341420122	GUISSONA	857011	4634829
341420136	GUISSONA	857313	4634572
341430022	SANT GUIM DE LA PLANA	859413	4632892
341430063	IVORRA	864747	4633294
341440026	MOLSOSA (LA)	871955	4635674
341450058	PLANS DE SIO (ELS)	850408	4623566
341460016	CERVERA	857191	4626883
341460036	TORREFLOR	853390	4628633
341470001	SANT GUIM DE LA PLANA	861416	4630937
341470006	ESTARAS	865466	4628862
341470015	OLUGES (LES)	859816	4624928
341470016	OLUGES (LES)	859749	4624891
341470017	OLUGES (LES)	859776	4624941
341470018	OLUGES (LES)	859791	4624912
341470020	OLUGES (LES)	859800	4624937
341470056	ESTARAS	863458	4626779
341470068	OLUGES (LES)	859808	4624945
341470069	OLUGES (LES)	859815	4624948
341510011	GRANYANELLA	850189	4620137
341510047	GRANYANELLA	851994	4619851
341510060	GRANYANELLA	849753	4620064
341520053	MONTOLIU DE SEGARRA	857129	4614681
341520066	CERVERA	857622	4621421
341520198	MONTORNES DE SEGARRA	852921	4614340
341530003	RIBERA D´ONDARA	859429	4618996
341530042	SANT GUIM DE FREIXENET	864565	4621790
341530057	TALAVERA	863125	4616237
341530060	RIBERA D´ONDARA	861457	4618157
341540030	SANT GUIM DE FREIXENET	867446	4621208
341560001	MONTOLIU DE LLEIDA	859099	4612334
341560014	MONTOLIU DE SEGARRA	853736	4612214
341560082	MONTOLIU DE SEGARRA	853725	4612231
311780010	RIBARROJA DE EBRO	787391	4571547
311780016	RIBARROJA DE EBRO	786119	4570861
311820014	BATEA	777670	4554630
311880003	GANDESA	790914	4548808
311880005	GANDESA	790950	4548786

311880007	GANDESA	788207	4544665
311880020	GANDESA	791581	4548977
311880058	CORBERA DE EBRO	791063	4552430
311880063	GANDESA	791840	4548922
311940001	PRAT DE COMPTE	786468	4542321
311940003	PAULS	789506	4536031
311940009	PRAT DE COMPTE	786644	4542269
311940016	PRAT DE COMPTE	788440	4544200
311940022	PAULS	786948	4535537
311960001	ARNES	773995	4534007
311960002	ARNES	773922	4533985
311970002	HORTA DE SAN JUAN	779709	4529002
311970004	ALFARA DE CARLES	783475	4528783
311970011	PAULS	784979	4534246
311980078	XERTA	792469	4532180
311980080	TORTOSA	790427	4526748
311980084	ALDOVER	791768	4529046
312020002	ROQUETAS	779519	4516436
312020012	ROQUETAS	778695	4517591
312030002	MAS DE BARBERANS	780395	4516417
312030010	ROQUETAS	780093	4516560
312030012	ROQUETAS	779915	4516510
312040006	ROQUETAS	791557	4525275
312080006	GODALL	792552	4508103
312080015	SANTA BARBARA	793411	4514048
312080019	GODALL	793966	4508523
312080030	GALERA (LA)	791501	4509391
312120022	CENIA (LA)	778562	4506577
312140029	ULLDECONA	790364	4499782
321760044	TORRE DEL ESPAÑOL	803515	4566157
321760045	VINEBRE	801941	4564918
321770009	MOLAR (EL)	810430	4563896
321770010	MOLAR (EL)	809890	4564166
321780023	VILELLA BAJA	815057	4570111
321780054	GRATALLOPS	817368	4567270
321820030	ASCO	802764	4563218
321820031	ASCO	802832	4563000
321820039	MORA DE EBRO	804701	4557010
321820084	GARCIA	805437	4557501
321830002	GARCIA	806262	4560132
321830011	GARCIA	806258	4560135
321830012	MORA LA NUEVA	807096	4557013
321830066	TIVISA	811788	4555473
321830072	TIVISA	812009	4555818
321830100	GARCIA	807606	4560145
321840001	MASROIG (EL)	813426	4560037
321840034	MARSA	816148	4559295
321840158	MARSA	816373	4559592
321840194	FALSET	819776	4561813
321840203	MARSA	816174	4559813

321840206	FALSET	817960	4562208
321860049	GINESTAR	805737	4549172
321860066	MORA DE EBRO	805460	4554048
321860139	RASQUERA	803691	4547038
321860198	GINESTAR	804949	4550099
321860218	MIRAVET	802128	4549466
321860225	MIRAVET	803496	4549089
321860227	MORA DE EBRO	804057	4554164
321860228	MORA DE EBRO	806259	4552930
321860254	BENISSANET	804626	4551904
321860266	GINESTAR	805777	4549247
321870040	TIVISA	807175	4551701
321870088	BENISSANET	806447	4551338
321870107	MORA DE EBRO	806621	4553115
321880002	TIVISA	814378	4549797
321910001	BENIFALLET	798025	4544567
321910073	BENIFALLET	796909	4542262
321920014	RASQUERA	805981	4539535
321920016	BENIFALLET	799866	4541005
321920024	RASQUERA	805525	4541705
321930028	PERELLO (EL)	808092	4538246
321950008	ALDOVER	794826	4531274
321950022	XERTA	793811	4534887
321950032	TIVENYS	795749	4534523
321950103	TORTOSA	797953	4528880
321950207	ALDOVER	794828	4531278
321950252	TORTOSA	797195	4529270
321950276	TORTOSA	796491	4527577
321950316	ALDOVER	794810	4531277
322010001	TORTOSA	796781	4523409
322010002	TORTOSA	796780	4523405
322010003	TORTOSA	796776	4523401
322010049	TORTOSA	798746	4519420
322010101	TORTOSA	798320	4522179
322010106	TORTOSA	795343	4520551
322010108	TORTOSA	794756	4520495
322010187	TORTOSA	796500	4521021
322010256	TORTOSA	794098	4518357
322010282	ROQUETAS	795024	4523663
322010284	TORTOSA	799766	4518455
322010285	TORTOSA	799820	4518513
322010286	TORTOSA	795742	4525658
322010316	TORTOSA	799140	4518260
322020026	ALDEA (L´)	806283	4519130
322020049	TORTOSA	801296	4518684
322030048	CAMARLES	808937	4519362
322030049	AMPOLLA (L´)	811923	4526409
322050010	AMPOSTA	799997	4511015
322050013	AMPOSTA	800778	4516323
322050041	MASDENVERGE	799499	4512707

322050079	FREGINALS	796122	4507727
322050086	SANTA BARBARA	795377	4515358
322050100	SANTA BARBARA	795938	4515634
322050101	SANTA BARBARA	793940	4514407
322050112	SANTA BARBARA	795355	4515482
322050113	AMPOSTA	800804	4512615
322050114	AMPOSTA	800743	4512361
322060005	AMPOSTA	803737	4508696
322060018	ALDEA (L´)	803455	4513073
322060066	AMPOSTA	802635	4508161
322060069	ALDEA (L´)	806371	4515219
322060090	AMPOSTA	801690	4514851
322060092	ALDEA (L´)	804631	4515960
322080001	DELTEBRE	815016	4514913
322110013	SAN CARLOS DE LA RAPITA	801204	4504289
322110014	SAN CARLOS DE LA RAPITA	801156	4504552
322110016	SAN CARLOS DE LA RAPITA	801257	4504786
322110019	ULLDECONA	795734	4505314
322110026	FREGINALS	798308	4507440
322120026	SAN CARLOS DE LA RAPITA	803355	4503724
322120085	SAN CARLOS DE LA RAPITA	801453	4504053
322120086	SAN CARLOS DE LA RAPITA	803964	4504205
322120120	SAN CARLOS DE LA RAPITA	803363	4503725
331720002	CORNUDELLA DE MONTSANT	829648	4575231
331720029	CORNUDELLA DE MONTSANT	829243	4575951
331730012	PRADES	834084	4579381
331730013	PRADES	834061	4580918
331730014	PRADES	834006	4580513
331730015	PRADES	834559	4581246
331730032	PRADES	834352	4583456
331730035	PRADES	833586	4580834
331730036	PRADES	833702	4580596
331730037	PRADES	833542	4580436
331730038	PRADES	835030	4581847
331730039	PRADES	835043	4581842
331730041	PRADES	833284	4581311
331750013	POBOLEDA	821918	4570876
331750023	POBOLEDA	822852	4572053
331750042	POBOLEDA	821838	4571724
331760060	ARBOLI	831030	4573303
331810015	TORRE DE FONTAUBELLA	825612	4559684
331810127	FALSET	821195	4561336
331810128	FALSET	820887	4561635
331810129	FALSET	821488	4562554
331810151	FALSET	820419	4561869

cod_pto_r	toponimia	MuniNombre	ETRS89_LA	ETRS89_	ETF
0020-FQ	Carol / Puigcerdá (FQ)	PUIGCERDÀ	42,42435	1,9161	31
0022-FQ	Valira / Anserall (FQ)	SEU D'URGELL (LA)	42,36067	1,4533	31
0023-FQ	Segre / Seo de Urgel (FQ)	ALÀS I CERC	42,3561	1,506	31
0024-FQ	Segre / Lleida (FQ)	LLEIDA	41,60954	0,6381	31
0025-FQ	Segre / Serós (FQ)	SERÒS	41,45343	0,4199	31
0096-FQ	Segre / Balaguer (FQ)	BALAGUER	41,7939	0,8082	31
0114-FQ	Segre / Puente de Gualter (FQ)	PONTS	41,92841	1,1997	31
0146-FQ	Noguera Pallaresa / Pobla de Segur (FQ)	POBLA DE SEGUR (LA)	42,25126	0,9778	31
0169-FQ	Noguera Pallaresa / Camarasa (FQ)	CAMARASA	41,90681	0,8899	31
0206-FQ	Segre / Plá de San Tirs (FQ)	RIBERA D'URGELLET	42,32473	1,398	31
0207-FQ	Segre / Vilanova de la Barca (FQ)	VILANOVA DE LA BARCA	41,69539	0,726	31
0219-FQ	Segre / Torres de Segre (FQ)	TORRES DE SEGRE	41,53645	0,5128	31
0543-FQ	Err / Llivia (FQ)	LLÍVIA	42,45547	1,9995	31
0544-FQ	Llobregos / Mas de Culneral (FQ)	MOLSOSA (LA)	41,79077	1,4823	31
0545-FQ	Sio / Olujas (FQ)	OLUGES (LES)	41,69565	1,3176	31
0546-FQ	Santa Ana / Sort (FQ)	SORT	42,40981	1,1386	31
0547-FQ	Noguera Ribagorzana / Albesa (FQ)	ALMENAR	41,7812	0,6126	31
0581-FQ	Segre / Granja de Escarpe (FQ)	GRANJA D'ESCARP (LA)	41,42355	0,3482	31
0591-FQ	C. Serós / Embalse de Utxesa (FQ)	AITONA	41,48922	0,5112	31
0597-FQ	Viñasola / Vilaller (FQ)	VILALLER	42,47303	0,7304	31
0606-FQ	Noguera Pallaresa / Sort (FQ)	SORT	42,40667	1,1295	31
0607-FQ	Flamisell / Pobla de Segur (FQ)	POBLA DE SEGUR (LA)	42,24943	0,9623	31
0608-FQ	Noguera Pallaresa / Tremp (FQ)	TALARN	42,17585	0,8997	31
0615-FQ	Ebro / Almatret (FQ)	ALMATRET	41,30847	0,3716	31
0619-FQ	Negro / Vielha (FQ)	VIELHA E MIJARAN	42,67579	0,7745	31
0621-FQ	Segre / Derivación Canal de Urgel (FQ)	PONTS	41,93004	1,1645	31
0625-FQ	Noguera Ribagorzana / Alfarrás (FQ)	ALGERRI	41,82436	0,5803	31
0627-FQ	Noguera Ribagorzana / Derivación Acequ	CORBINS	41,69457	0,6949	31
0631-FQ	Canal Internacional Puigcerdá (FQ)	PUIGCERDÀ	42,45236	1,9334	31
0634-FQ	Barranco San Antonio (FQ)	LES	42,80958	0,7015	31
0635-FQ	Barranco (abastecimiento a Bossost) (FQ)	BOSSÒST	42,7822	0,6671	31
0636-FQ	Malo / Baqueira (FQ)	NAUT ARAN	42,703	0,9552	31
0638-FQ	Son / Esterri de Aneu (FQ)	ALT ÀNEU	42,62265	1,1111	31
0641-FQ	Barranco Odén (FQ)	ODÈN	42,13442	1,4645	31
0648-FQ	Segre / Derivación Acequia del Cup (FQ)	OS DE BALAGUER	41,83433	0,8261	31
0705-FQ	Garona / Es Bordes (FQ)	BÒRDES (ES)	42,7385	0,7236	31
0810-FQ	Segre / Camarasa - Puente Romano (FQ)	CAMARASA	41,87902	0,8756	31
0811-FQ	Embalse de Camarasa / C.N. La Massana (	CAMARASA	41,92871	0,8582	31
0812-FQ	Embalse de San Antonio / Chiringuito Car	CONCA DE DALT	42,22037	0,9731	31
0813-FQ	Embalse de San Antonio / Salas de Pallars	SALÀS DE PALLARS	42,20249	0,9386	31
0814-FQ	Embalse de San Antonio / Talarn, Campin	TALARN	42,18532	0,9222	31
1096-FQ	Segre / Llivia (FQ)	LLÍVIA	42,46194	1,9889	31
1097-FQ	Segre / Aguas abajo de Martinet (FQ)	MONTELLÀ I MARTINET	42,36626	1,6561	31
1101-FQ	Segre / Puente de Alentorn (FQ)	ARTESA DE SEGRE	41,90932	1,0692	31
1105-FQ	Noguera Pallaresa / Isil (FQ)	ALT ÀNEU	42,67995	1,0862	31
1106-FQ	Noguera Pallaresa / Llavorsí (FQ)	LLAVORSÍ	42,49488	1,2119	31
1108-FQ	Noguera Pallaresa / Gerri de la Sal (FQ)	BAIX PALLARS	42,32365	1,0662	31
1110-FQ	Flamisell / Pobleta de Bellvehi (FQ)	TORRE DE CABDELLA (LA	42,34033	0,9551	31
1113-FQ	Noguera Ribagorzana / Pont De Suert E.A	PONT DE SUERT (EL)	42,40015	0,7415	31

1119-FQ	Corp / Vilanova de la Barca (FQ)	VILANOVA DE LA BARCA	41,67824	0,7158	31
1294-FQ	Noguera Cardós / Lladorre (FQ)	LLADORRE	42,6206	1,2492	31
1298-FQ	Garona / Arties (FQ)	NAUT ARAN	42,70196	0,877	31
1299-FQ	Garona / Bossost (FQ)	BOSSÒST	42,78212	0,6919	31
1304-FQ	Sio / Balaguer E.A. 182 (FQ)	BALAGUER	41,80295	0,826	31
1419-FQ	Vallfarrera / Alins (FQ)	ALINS	42,54059	1,3074	31
1420-FQ	Valira / Aduana (FQ)	VALLS DE VALIRA (LES)	42,42907	1,4661	31
1421-FQ	Noguera de Tor / Llesp (FQ)	PONT DE SUERT (EL)	42,45474	0,7597	31
1453-FQ	Segre / Organyá (FQ)	ORGANYÀ	42,21107	1,334	31
1478-FQ	Segre / Aguas arriba embalse Rialb (FQ)	OLIANA	42,06864	1,3003	31
1519-FQ	Carol / La Tour de Carol (Francia). Toma d	PUIGCERDÀ	42,47834	1,8669	31
2008-FQ	Ribera Salada / Altés (FQ)	BASSELLA	42,02063	1,3197	31
2113-FQ	Boix / La Pineda (FQ)	ARTESA DE SEGRE	41,91042	1,016	31
2156-FQ	Pallerols / Noves de Segres (FQ)	VALLS D'AGUILAR (LES)	42,29052	1,3483	31
2158-FQ	San Antoni / Surp (FQ)	SORT	42,44619	1,1212	30
2174-FQ	Noguera Ribagorzana / Senet (FQ)	VILALLER	42,544	0,7396	31
2186-FQ	Garona / Aguas abajo Aubert (FQ)	VIELHA E MIJARAN	42,73256	0,7723	30
2193-FQ	Noguera Pallaresa / Cola de E. De Camara	ÀGER	42,03923	0,8848	31
2208-FQ	Noguera Pallaresa / Puigcercós (FQ)	TREMP	42,12139	0,9005	31
2240-FQ	Sed / L'Albagés (FQ)	ALBAGÉS (L')	41,42862	0,8283	31
2243-FQ	Noguera de Tor / Barruera (FQ)	VALL DE BOÍ (LA)	42,50896	0,8127	31
3004-FQ	Rialb / Puig de Rialb (FQ)	BARONIA DE RIALB (LA)	42,04217	1,1772	31
3005-FQ	Llobregós / Ponts (FQ)	PONTS	41,91094	1,1751	31
3006-FQ	Cervera / Cervera (aguas arriba) (FQ)	CERVERA	41,66211	1,2965	31
3013-FQ	Torrente de Bescarán / La Seu d'Urgell (F	SEU D'URGELL (LA)	42,35754	1,5208	31
3024-FQ	Conqués / Gavet de la Conca (FQ)	GAVET DE LA CONCA	42,12382	0,9224	31
3034-FQ	Llosa / Martinet (FQ)	MONTELLÀ I MARTINET	42,36217	1,6961	31
3035-FQ	Segre / Derivación Acequia de Sant Llorer	CAMARASA	41,8623	0,8344	31
3043-FQ	Segre / Aguas arriba EDAR de Lérida (FQ)	LLEIDA	41,60403	0,6172	31
3044-FQ	Segre / Aguas abajo EDAR de Lérida (FQ)	LLEIDA	41,59172	0,6205	31
3050-FQ	Segre / Queixans (FQ)	FONTANALS DE CERDAN	42,39756	1,899	31
3103-FQ	Ebro / Embalse de Ribarroja (Abto. a Mai	ALMATRET	41,34095	0,3616	31

ETRS89_Y30