

ÍNDICE

1 - INTRODUCCIÓN	3
2 - ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA	3
2.1 - SALINIDAD	5
2.1.1 - <i>Contenido de sales</i>	5
2.1.2 - <i>Cationes y aniones</i>	5
2.2 - NUTRIENTES	6
2.2.1 - <i>Nitrato</i>	6
2.2.2 - <i>Sulfatos</i>	6
2.3 - OTROS PARÁMETROS	6
2.3.1 - <i>pH</i>	6
2.3.2 - <i>Relación de Adsorción de Sodio</i>	6
2.4 - EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO	6
2.4.1 - <i>Riesgo de salinización</i>	6
2.4.2 - <i>Riesgo de sodificación</i>	6
2.4.3 - <i>Cantidad de nitrógeno aportada por el agua de riego</i>	7
2.4.4 - <i>pH</i>	7
2.4.5 - <i>Riesgo de precipitación CaCO₃</i>	7
2.4.6 - <i>Riesgo de toxicidad</i>	7
3 - APLICACIÓN DE LA DIRECTRIZ 2 AL PROYECTO	7
3.1 HIDROGRAFÍA	7
3.1.1 - <i>Red de aguas superficiales</i>	7
3.1.2 - <i>Aguas subterráneas</i>	8
3.2 - RED DE CONTROL DE RETORNOS DE RIEGO SUPERFICIALES	8
3.2.1 - <i>Puntos de control de entrada y salida de agua superficial</i>	8
3.2.2 - <i>Parámetros a analizar</i>	9
3.2.3 - <i>Programa de muestreo de la red de control</i>	9
4 - CONCLUSIONES	9

1 - INTRODUCCIÓN

Los datos de análisis de laboratorio se han obtenido a través de la página oficial de la Comunidad de Regantes de Pinyana, donde se tienen identificados puntos de análisis de la calidad del agua para el riego.

Los datos han sido obtenidos de las 7 estaciones presentes en la Comunidad de Regantes del Canal de Pinyana, en la siguiente tabla se muestra su identificación;

Muestra	Punto muestreo	Cauce	T.M.	Coordenadas UTM (ETRS89 UTM HUSO 31N)	
				X	Y
1	Inicio canal	Canal Principal	Alfarras	298.633	4.636.285
2	Anguls Rosselló	Canal Principal	Vilanova Sègria	301.046	4.620.679
3	Anguls Torrefarera	Canal Principal	Torrefarera	301.483	4.615.694
4	Balsa S. Cap	Acequia Cap	Lleida	294.767	4.611.161
5	Corregó	Acequia Adall	Corbins	304.589	4.620.768
6	Torreserona	Cadireta	Torreserona	302.964	4.617.618
7	Cadireta	Clamor de Bosch	Lleida	300.073	4.608.886

Tabla 1. Identificación puntos de muestreo.

Para cada una de las estaciones se han llevado a cabo 1 análisis, en fecha Junio 2004.

En la figura 1, se muestra el esquema de estaciones de análisis de la calidad del agua en la Comunidad de Regantes del Canal de Pinyana.



Figura 1. Esquema estaciones análisis calidad del agua Comunidad de Regantes Canal de Pinyana.

2 - ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA

Los parámetros medidos en los análisis de agua llevados a cabo, así como su interés en la razón del estudio se detallan a continuación:

- Magnesio disuelto (Mg): Es uno de los cationes que puede ser abundante en las aguas de riego. Interviene en el cálculo del SAR (relación de adsorción de sodio).
- Boro, disuelto: Es un ion que puede causar problemas de toxicidad en las plantas, incluso en niveles bajos, del orden de mg/l.
- Cloruros: La abundancia del anión cloruros es un indicador del riesgo de salinidad e igualmente de riesgo de fitotoxicidad.
- Fluoruros: Este anión presenta problemas de toxicidad incluso en niveles muy bajos.
- Nitratos: Es un anión de determinación necesaria, ya que es un indicador de la carga de este anión y objeto de cálculos y estimaciones como fuente de suministro de nitrógeno en la planta. El contenido de nitratos también está presente en la normativa de control de aguas.
- Calcio (Ca), disuelto: Es uno de los cationes que puede ser abundante en las aguas de riego. Interviene en el cálculo del SAR (relación de adsorción de sodio).

- Conductividad eléctrica 25°C: La medida de la conductividad eléctrica es un indicador de la cantidad de sales disueltas en el agua. El resultado se expresa normalmente en dS/m. Los excesos de sales pueden afectar directamente a los suelos y los cultivos.
- Potasio disuelto (K): Normalmente es un catión presente en cantidades relativamente reducidas.
- Sodio disuelto (Na): Es uno de los cationes relevantes en la valoración de la calidad de las aguas de riego. Interviene por su contenido directo, ya que puede afectar directamente a las propiedades del suelo en caso de exceso, o bien para afectar directamente a las plantas por fitotoxicidad. Interviene en el cálculo del SAR
- pH: El pH es la medida de la concentración de iones H⁺ en el agua. Es una medida directa de la mayor o menor acidez o basicidad. La amplitud normal de los valores de pH oscila entre 6,5 y 8,4.
- Sulfatos: Pueden ser unos aniones muy abundantes y son frecuentes valores muy elevados.
- Carbonatos (CaCO₃): Este anión puede contribuir a la precipitación del calcio y magnesio con el riesgo adicional de provocar obstrucciones en las conducciones de riego y los cambios en la composición catiónica (desfavorables).
- Bicarbonatos (HCO₃): Este anión puede contribuir a la precipitación del calcio y magnesio con el riesgo adicional de provocar obstrucciones en las conducciones de riego y los cambios en la composición catiónica (desfavorables).

Los datos obtenidos del análisis de agua se detallan a continuación, para cada una de las estaciones:

Análisis	Resultados muestra							Promedio	Unidad
	1	2	3	4	5	6	7		
Conductividad a 20° C	0,313	0,317	0,317	0,347	0,402	0,754	0,394	0,406	dS/m
pH	7,98	8,05	8,24	8,04	7,55	7,57	7,91	7,91	
Cloruros	15	16,43	18,58	20,72	24,29	58,59	22,86	25,21	mg/l
Sulfatos	41,44	43,39	45,04	52,47	65,63	96,97	67,46	58,91	mg/l
Bicarbonatos	129,36	133,7	133,7	132,48	155,58	314,8	148,29	163,99	mg/l
Carbonatos	0	0	0	0	0	0	0	0	mg/l
Nitratos	2,74	1,69	1,59	2,1	12,56	14,03	5,47	5,74	mg/l
Sodio	11,59	11,52	11,52	17,04	19,92	98,4	18,48	26,92	mg/l
Magnesio	8,76	9,46	7,28	9,46	14,32	5,82	13,1	9,74	mg/l
Calcio	44,09	46,01	48,01	48,41	50,01	86,02	47,61	52,88	mg/l
Potasio	0,87	0,98	1,05	1,12	1,82	7,84	2,45	2,30	mg/l
Boro	0,02	0,01	0	0	0	0,16	0,01	0,03	mg/l
Clasificación									
Wilcox	Excelente - buena	Excelente - buena	Excelente - buena	Excelente - buena	Excelente - buena	Tolerable - Tolerable	Buena - buena		
USLL	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C3-S1	C2-S1		
FAO (pH)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable		
Índice de Scott	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Tolerable	Buena		

Tabla 2. Resultados análisis de agua.

2.1 - SALINIDAD

2.1.1 - Contenido de sales

Los datos de Conductividad Eléctrica (CE) a 20 °C del Canal de Pinyana presenta un valor promedio de CE de 0,406 dS/m, el máximo de 0,754 dS/m y el mínimo 0,303 dS/m con un coeficiente de variación de 38,82%.

Para obtener el valor de la concentración de sales, se empleó la siguiente ecuación de conversión de CE a sólidos disueltos totales (SDT):

$$SDT=117,5+476,8 \cdot CE$$

Por lo tanto;

La concentración de sales en el agua de riego del Canal de Pinyana es de 311,1 mg/l.

2.1.2 - Cationes y aniones

Los datos de cationes y aniones, tienen gran importancia en el análisis del agua de riego. Ya que los cationes definen la salinidad y dureza del agua, mientras que los aniones definen la alcalinidad y pH.

Los aniones principales presentes en el agua son: Nitratos, sulfatos, fluoruros, cloruros, carbonatos y bicarbonatos.

Los cationes principales presentes en el agua son: Calcio, magnesio, potasio, fósforo, sodio y boro.

A continuación, se presentan los valores medios, expresados en mg/l de estos elementos.

	Elemento	Concentración	Unidades
Aniones	Nitratos (NO ₃)	5,74	mg/l
	Cloruros (Cl)	25,21	mg/l
	Sulfatos (SO ₄)	58,91	mg/l
	Carbonatos (CaCO ₃)	0	mg/l
	Bicarbonatos (HCO ₃)	163,99	mg/l
Cationes	Boro disuelto (B)	0,03	mg/l
	Calcio disuelto (Ca)	52,88	mg/l
	Magnesio disuelto (Mg)	9,74	mg/l
	Potasio disuelto (K)	2,30	mg/l
	Sodio disuelto (Na)	26,92	mg/l

2.2 - NUTRIENTES

2.2.1 - Nitrato

En el Canal de Pinyana el valor medio de la concentración de nitrato es de 5,74 mg/l, el máximo de 14,03 mg/l y el mínimo 1,59 mg/l con un coeficiente de variación de 93.01 %.

2.2.2 - Sulfatos

En el Canal de Pinyana el valor medio de la concentración de sulfatos es de 58,91 mg/l, el máximo de 96,97 mg/l y el mínimo 41,44 mg/l con un coeficiente de variación de 33,57 %.

2.3 - OTROS PARÁMETROS

2.3.1 - pH

En el Canal de Pinyana el valor medio de la concentración de pH es de 7,91 u.pH, el máximo de 8,24 u.pH y el mínimo 7,55 u. pH con un coeficiente de variación de 3,25 %.

2.3.2 - Relación de Adsorción de Sodio

La relación de adsorción de sodio hace referencia a la concentración del ion sodio y los iones calcio y magnesio. Su valor numérico se determina mediante la expresión:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Las concentraciones de los cationes se expresan en meq/l.

$$\text{meq/l} \times \text{peso equivalente} = \text{mg/l}$$

Si obtenemos valores de RAS mayores que 10, podemos decir que el agua analizada sería alcalizante, cuanto mayor es el número de RAS, mayor será el riesgo de alcalinización.

Para el Canal de Pinyana, se obtiene un valor promedio de SAR de 2,05 que al ser menor de 10, se puede considerar un agua óptima para el riego.

2.4 - EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

2.4.1 - Riesgo de salinización

Aguas de menos de 1.2 dS/m no suelen plantear ningún problema, por el contrario, aguas con una conductividad por encima de 2.5 dS/m no son aconsejables para el riego.

En el Canal de Pinyana, se obtiene un valor promedio de conductividad eléctrica a 20 °C de 0,406 dS/m.

Con estos valores el agua no presenta ningún problema para el riego y se clasifica como agua de poca salinidad.

El control del riesgo de salinización se realiza mediante la fracción de lavado (FL). Excepto en el sistema de riego por goteo, se considera que el cultivo puede utilizar, entre riego y riego, un 50% o incluso más de la capacidad de retención de agua disponible. Si se riega con mayor frecuencia la FL puede reducirse.

La fracción de lavado que se debería aplicar para evitar una acumulación excesiva de sales en la zona radicular es:

- 2,4 % en maíz
- 2,0 % en alfalfa
- 0,9 % en trigo
- 3,4 % en frutales

La fracción de lavado (FL) es el agua que ha de percolar por debajo de las raíces del cultivo en relación con el agua que se ha aplicado en la parcela.

En sistemas de riego donde se moja toda la superficie, si la fracción de lavado es inferior al 10%, las pérdidas de agua por percolación suelen ser suficientes para cubrir las necesidades de lavado.

Para aplicar correctamente la FL es necesario que el sistema de riego mantenga una buena uniformidad en la distribución del agua.

2.4.2 - Riesgo de sodificación

La evaluación de este riesgo se relaciona con una potencial disminución de la velocidad de infiltración del agua a través del suelo, debido a problemas derivados de su composición química. Se evalúa partiendo de la conductividad eléctrica del agua de riego (contenido de sales) y de la relación de adsorción de sodio (RAS).

Con una conductividad eléctrica de 0,406 dS/m y una relación de adsorción de sodio de 2,05 hay riesgo de que el agua cause un problema creciente de disminución de la infiltración.

El problema de disminución de la infiltración asociado al proceso de sodificación aparece cuando se favorece el sellado y el encostramiento del suelo por la acción dispersante del sodio. Al no penetrar

suficiente agua a través del suelo, no se pueden satisfacer los requerimientos hídricos de las plantas. El efecto del sodio también disminuye la conductividad hidráulica o capacidad del suelo para transmitir agua.

Para evitar el riesgo se utiliza una combinación de métodos físicos y químicos.

Los métodos físicos incluyen prácticas culturales que aumentan la velocidad de infiltración o la mantienen constante durante los periodos de riego o lluvia.

Los métodos químicos consisten en cambiar las propiedades químicas del agua y del suelo que tienen influencia sobre la velocidad de infiltración, como por ejemplo, realizar enmiendas, bien sea añadiendo yeso al agua o directamente al suelo.

2.4.3 - Cantidad de nitrógeno aportada por el agua de riego

El nitrógeno es un nutriente para la planta, que, si se aplica en cantidad excesiva, puede provocar problemas medioambientales, de crecimiento de las plantas cultivadas y de conservación de frutos. Sin embargo, la cantidad de nitrógeno aportada por el agua de riego del Canal de Pinyana es de 5,74 mg/l.

Dados estos bajos contenidos, no se considera pertinente instalar un sistema común de monitorización y control del contenido de nitrógeno en el agua de riego, antes de su aplicación.

2.4.4 - pH

El agua de riego tiene un pH promedio de 7,91 que se considera normal, aun así, en riego localizado, hay que realizar la evaluación para prevenir obstrucciones. Si se modifica el pH, éste será el nuevo valor a evaluar.

2.4.5 - Riesgo de precipitación CaCO_3

Según el pH promedio de 7,91 hay riesgo de que el agua provoque obstrucciones por precipitaciones de carbonato cálcico (CaCO_3) en el sistema de riego en parcela.

La precipitación de carbonato cálcico más frecuente se produce en los emisores (aspersores y goteros) y en los filtros, así como en las zonas donde el agua permanece estanca entre riegos.

2.4.6 - Riesgo de toxicidad

Teniendo en cuenta las concentraciones de Cloro, Sodio, Boro y Magnesio no hay problemas de toxicidad en el agua de riego del Canal de Pinyana.

3 - APLICACIÓN DE LA DIRECTRIZ 2 AL PROYECTO

La Directriz nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego, elaborados por el CSIC, define los procedimientos para establecer una red de control de calidad de las aguas de riego y sus retornos, para el uso sostenible y la proyección de los recursos hídricos, así como la prevención y control de la contaminación, reduciendo la emisión de contaminantes a las aguas y los suelos.

Su objetivo es facilitar a los redactores del proyecto las instrucciones para la implantación de esta red de control de las aguas de riego y sus retornos, siempre que las características técnicas y constructivas del proyecto lo hagan viable y adoptándolas en cada caso.

Se realizará el estudio de los procedimientos para establecer la red de control de calidad de las aguas de riego y sus retornos de la zona afectada a partir de las bases directriz para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego.

La zona objeto del presente estudio se sitúa en la comarca de Segriá y afecta a los términos municipales de Corbins, Benavent de Segriá, Torre-Serona, Vilanova de Segriá, Lleida y La Portella afectando a una superficie total de 1.880,38 ha.

Es importante reseñar que este documento es una aproximación al diseño de la red de control en la zona de estudio. Los puntos identificados como puntos de control en la red superficial deben ser corroborados en campo antes de proponer ninguna actuación, pues estos se han determinado sobre mapas.

3.1 HIDROGRAFÍA

3.1.1 - Red de aguas superficiales

En el entorno de la zona de actuación existen numerosos cursos de aguas superficiales, conformados principalmente por arroyos y gargantas. Los principales, dado que son objeto de las actuaciones, son los siguientes:

- El Reguer del Picabaix, es un afluente del Reguer de l'Ull Roig que cuenta con una longitud de 3,8 kilómetros hasta su llegada al Río Segure.
- El Reguer Gran, es un afluente del Reguer Lo Regueret, teniendo una longitud de 12,26 kilómetros hasta su desembocadura al Reguer del Picabaix.

La actuación objeto del presente proyecto, pretende realizar una captación, en el canal de Pinyana, para conducir el agua por una red primaria que distribuya el agua por toda la sectorización de la comunidad de regantes

3.1.2 - Aguas subterráneas

Las obras proyectadas no se sitúan dentro de ninguna Unidad Hidrogeológica. Tampoco se localizan masas de agua subterráneas en el entorno.

En la siguiente figura se localizan las masas de agua subterráneas más próximas a la zona de actuación:

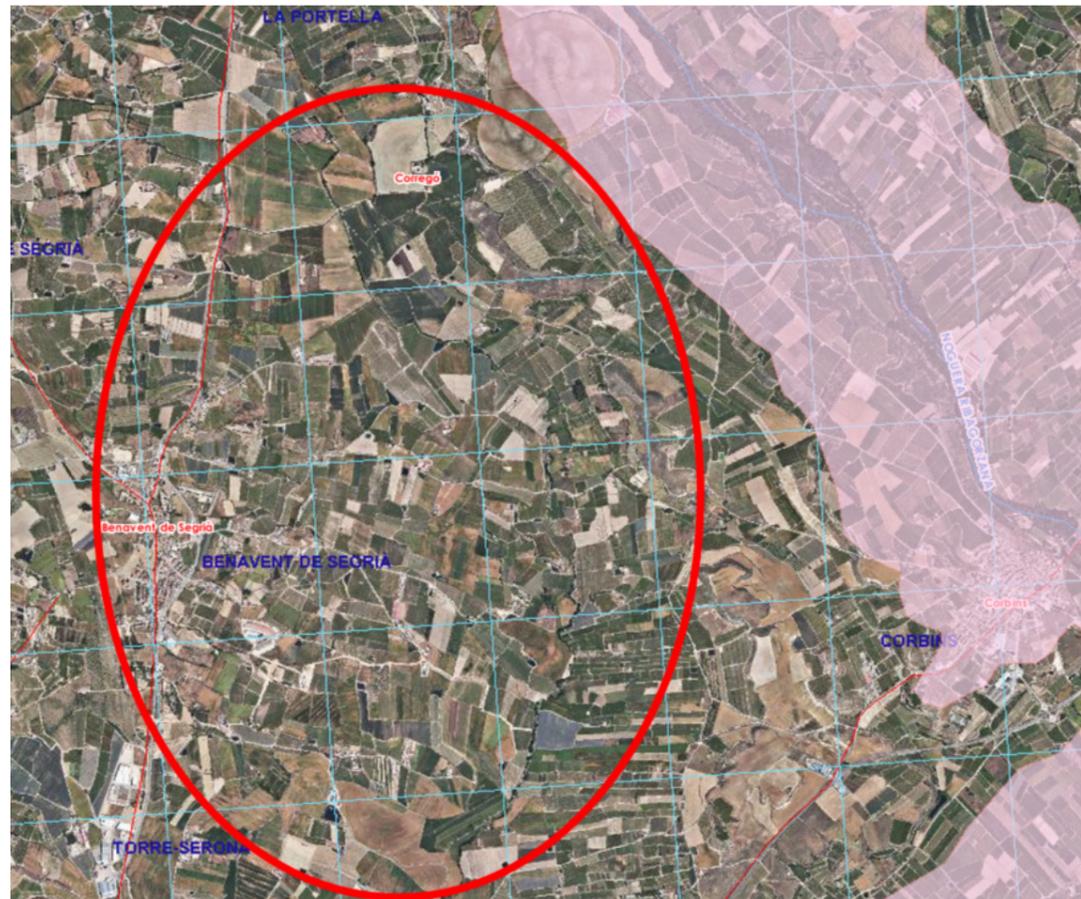


Figura 1. Masas de agua subterráneas. Fuente: CH Ebro

3.2 - RED DE CONTROL DE RETORNOS DE RIEGO SUPERFICIALES

La red de control de retornos de riego que vierten a cauces superficiales consiste en identificar los principales flujos de entrada de agua superficial, así como los flujos de salida. Una vez identificados y valorados su importancia en el balance del agua se propondrá su medio de control.

3.2.1 - Puntos de control de entrada y salida de agua superficial

Hay 3 tipos de flujos de entrada de agua:

- Agua de riego
- Precipitación
- Volúmenes de agua que proceden de zonas externas

En la zona de estudio el origen del agua de riego es superficial realizando la captación del agua del canal de Pinyana. Para el control de las aguas se van a considerar dos puntos de entrada de agua en la zona del sector de riego, el primero se instalará en el inicio del Reguer Gran y el segundo en el inicio del Reguer del Picabaix. La zona regable finaliza una vez que estos cauces se cruzan, por ello se considera la zona más adecuada para instalar el punto de control de salida antes de que desemboquen en el Río Segre. La coordenadas de los diferentes puntos son las siguientes:

HUSO 31		X	Y
PUNTO DE ENTRADA	1	303.631,616	4.620.944,505
	2	302.589,381	4.615.787,601
PUNTO DE SALIDA	3	304.797,377	4.614.886,974

Tabla 3. Coordenadas de los puntos de muestreo

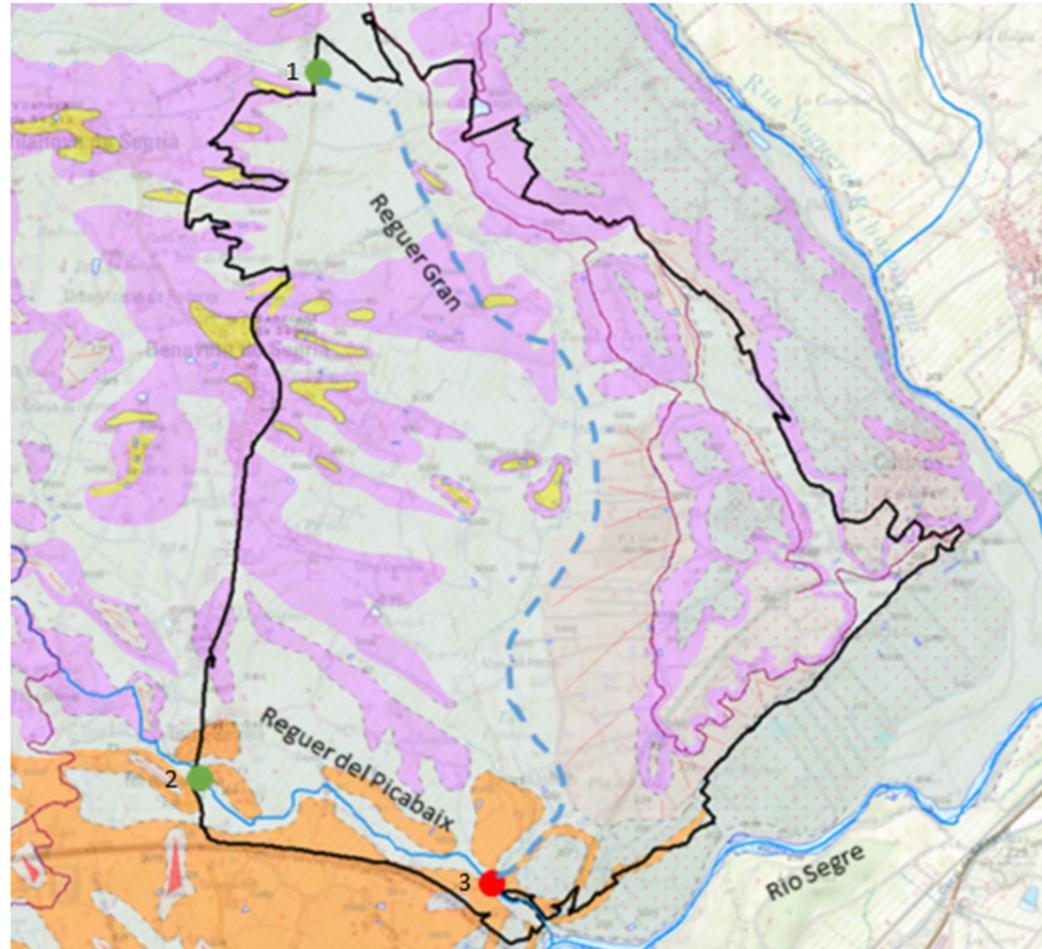


Figura 2. Ubicación de los puntos de control

3.2.2 - Parámetros a analizar

Los parámetros a analizar son:

- CE
- NO3
- NH4
- NO2
- PO4

3.2.3 - Programa de muestreo de la red de control

El programa de muestreo en los puntos de entrada es:

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
CE	1				1				1	1	1	1
NO3	1				1				1	1	1	1
NH4	1				1				1	1	1	1
NO2	1				1				1			
PO4	1								1			
Plaguicidas	1								1			

Tabla 4. Programa de muestreo en el punto de entrada

En el punto de salida los ensayos serán los mismos:

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
CE	1				1				1	1	1	1
NO3	1				1				1	1	1	1
NH4	1				1				1	1	1	1
NO2	1				1				1			
PO4	1								1			
Plaguicidas	1								1			

Tabla 5. Programa de muestreo en el punto de salida

Además , para el control de caudal se van a realizar aforos en el punto de salida mediante equipo de telemetría de nivel instalado en el puente ubicado en el punto de muestreo.

4 - CONCLUSIONES

Los valores de concentración de nitratos (NO_3^-) en las estaciones de muestreo son muy bajos, el valor más alto es de 14,03 mg/L. Estos valores están muy alejados de los valores establecidos para la contaminación por nitratos en acuíferos de acuerdo con el Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. El RD 47/2022 establece en su artículo 3, apartado 2, el valor de concentración de nitratos en masas de agua superficiales en 25 mg/l para ser consideradas contaminadas y el valor de concentración de nitratos en masas de agua subterráneas en 37.5 mg/L para ser consideradas contaminadas.

El agua de riego se califica como bicarbonatada cálcica. Su mineralización promedio es de 0,406 dS/m y su relación de adsorción de sodio (SAR) promedio es de 2,05, estos valores son bajos y no presentan riesgos importantes ni restricciones para el riego.

Sin embargo, los valores anteriores de CE y RAS apuntan a un riesgo leve de que el agua cause un problema de disminución de la infiltración asociado al proceso de sodificación. Para evitar el encostramiento del suelo por la acción dispersante del sodio se recomienda utilizar métodos físicos como el laboreo superficial.

Dado que el pH promedio del agua de riego es de 7,91, existe cierto riesgo de que el agua provoque obstrucciones por precipitaciones de carbonato cálcico en las zonas donde este implantado el sistema de riego en parcela. La precipitación de carbonato cálcico más frecuente se produce en los emisores (aspersores y goteros) y en los filtros, así como en las zonas donde el agua permanece estanca entre riegos. Por lo que se recomienda hacer un mantenimiento y limpieza de estos elementos para evitar su obstrucción y mala uniformidad del riego.

La fracción de lavado que se debe aplicar para evitar una acumulación excesiva de sales en la zona radicular es:

- 2,4 % en maíz
- 2,0 % en alfalfa
- 0,9 % en trigo
- 3,4 % en frutales

Estos valores de fracción de lavado se ven ampliamente sobrepasados ya que, debido a los Coeficientes de Uniformidad de los sistemas de riego a instalar en parcela, el exceso de agua aplicado se sitúa en torno al 8-10% evitando la acumulación de sales en la zona radicular.

Finalmente, en el Anejo Ambiental, se desarrolla el control sobre la calidad de aguas y de los flujos de retorno que se deberá realizar en la Comunidad de Regantes del Canal de Pinyana (Lleida)