ANEJO Nº6

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

INDICE DEL ANEJO Nº6

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE PARTIDA 4
1.1. LA COMUNIDAD DE REGANTES. SUPERFICIES DE RIEGO 4
1.2. OROGRAFÍA Y NECESIDADES DE PRESIÓN 5
1.3. DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES POR ALTURAS 5
1.4. SUMINISTRO ENERGÉTICO 8
1.5. CAPTACIÓN Y SUMINISTRO DE AGUA 9
1.5.1. SISTEMA ACTUAL DE TOMAS Y ACEQUIAS 9
1.5.2. SELECCIÓN DEL PUNTO OPTIMO DE CAPTACIÓN 9
1.6. ESTUDIO DE UBICACIÓN DE BALSAS 11
1.6.1. BALSA DE PIE DE CANAL 11
1.6.2. BALSAS ELEVADAS 12
2. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS. DESCRIPCIÓN 13
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS 13
2.1.1. ALTERNATIVA 0 13
2.1.2. ALTERNATIVA 1 14
2.1.3. ALTERNATIVA 2 16
2.1.4. ALTERNATIVA 3 17
2.2. CUADRO RESUMEN DESCRIPTIVO DE LA ALTERNATIVAS 18
3. CALCULOS Y DIMENSIONADO DE LAS ALTERNATIVAS 20
3.1. NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 20
3.1.1. BALSA DE PIE DE CANAL 20
3.1.2. BALSAS ELEVADAS 23
3.2. DIMENSIONADO OPTIMO DE LAS IMPULSIONES 26
3.3. POTENCIAS NECESARIAS DE BOMBEO Y PARQUES FOTOVOLTAICOS 27
3.4. DIMENSIONADO DE REDES DE RIEGO 29
3.5. ANALISIS DE LAS PRESIONES 31
4. VALORACION ECONOMICA 35
5. VALORACIÓN TÉCNICA 37

5.1. PRESIONES EN HIDRANTE 37
5.2. CAPACIDAD DE RESERVA HIDRICA Y GARANTIA DE SUMINISTRO DE AGUA... 37
5.3. EVALUACIÓN DE LAS AFECCIONES SOBRE EL MEDIO 38
5.4. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS 38
5.5. GEOLOGÍA DE LOS TERRENOS SOBRE LOS QUE SE PROYECTAN LAS BALSAS 39
6. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN FRENTE A LA ALTERNATIVA 0 40
7. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA 44

APENDICE Nº1. -PLANOS

1. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE PARTIDA

1.1. LA COMUNIDAD DE REGANTES. SUPERFICIES DE RIEGO

La Comunidad de Regantes de La Alegría de Monzón se ubica en el T.M. de Monzón, limita al norte con el Canal Principal de Aragón y Cataluña y la Acequia de San Sebastián y al este con el Canal de Zaidin según se muestra en los planos aportados en el presente proyecto.

Tiene una superficie censada en la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña de 827,4107 ha, la cual, tras un proceso de depuración de superficies en el que se descartaron algunas parcelas aisladas, así como las destinadas a balsas de la Comunidad de Regantes, quedó una **superficie de 822,0556 ha según censo, que fue la utilizada para la redacción del presente estudio de alternativas.**

Tras la realización del estudio de alternativas se produjeron nuevas bajas de superficie en la Comunidad de Regantes, además de incrementarse la superficie que finalmente fue necesario adquirir para la instalación del parque fotovoltaico y balsa de pie de captación resultando que el conjunto de parcelas que finalmente formará parte de la presente actuación suman, de acuerdo con el censo de la Comunidad de regantes, quedo reducida a 801,2938 ha de las que, según se ha comprobado con la información catastral, 762,3666 ha son de cultivo de regadío, mientras que el resto se corresponderían con superficie que originalmente era de cultivo de regadío pero que con el transcurso de los años han ido cambiando parcialmente de orientación productiva destinándose a superficies ganaderas, balsas de riego y otros usos.

De acuerdo con el listado de beneficiarios facilitado por la propia Comunidad de Regantes cuenta con un total de 185 propietarios con una superficie media por propietario de 4,44 ha. Hay que tener en cuenta que existen dos propietarios que en realidad son sociedades de pequeños propietarios. Es el caso de la Comunidad Valle de Tamarite constituida por 21 parcelas y la Comunidad Camino de San Esteban formada por 24 parcelas.

Actualmente en la infraestructura general de riegos de la comunidad, se combinan instalaciones de cobertura total más o menos modernas, con riegos por inundación tradicionales en fincas niveladas. Las actuaciones que han posibilitado la modernización puntual de algunas parcelas dentro de la comunidad se han debido principalmente a iniciativas privadas que en la mayoría de los casos se acogían a diferentes ayudas que las administraciones han establecido a lo largo de estas últimas décadas.

Existe también una situación particular en esta Comunidad de Regantes por la gran cantidad de parcelas de reducida superficie destinadas a un uso recreativo la mayor parte de ellas dotadas de pequeñas casetas agrícolas o de aperos con pequeños huertos asociados. Esta circunstancia justifica el elevado grado de atomización de la propiedad y el elevado número de tomas de riego que se requerirá instalar con el consiguiente encarecimiento de la instalación.

1.2. OROGRAFÍA Y NECESIDADES DE PRESIÓN

La superficie de riego de la Comunidad de Regantes de La Alegría presenta en general una orografía bastante llana y uniforme con pendientes suaves y sin accidentes geográficos destacables.

La Zona regable se encuentra delimitada al norte con la Acequia de San Sebastian y al este con el Canal de Zaidín. Ambas acequias discurren en su mayor parte del trazado en torno a las cotas 350-355 marcando estas las mayores altitudes de la zona regable dominada. Desde ambos canales parten las 4 acequias de riego principales (2 desde cada canal), encargados de distribuir por gravedad el agua de riego a través de una red ramificada de acequias y brazales principalmente de tierra con algunos tramos entubados al conjunto de la superficie de la C.R. la cual presenta en general una ligera pendiente descendente de entre el 1 y 2% hacia el oeste y sur, es decir hacia el río Cinca.

En el extremo noreste de la zona regable y coincidente con la superficie con derecho a riego, aunque actualmente sin riego, se eleva una zona de terreno en el paraje conocido como “Binafoc” donde se alcanza la cota 395 m.s.n.m. siendo la máxima del entorno más próximo de la zona regable.

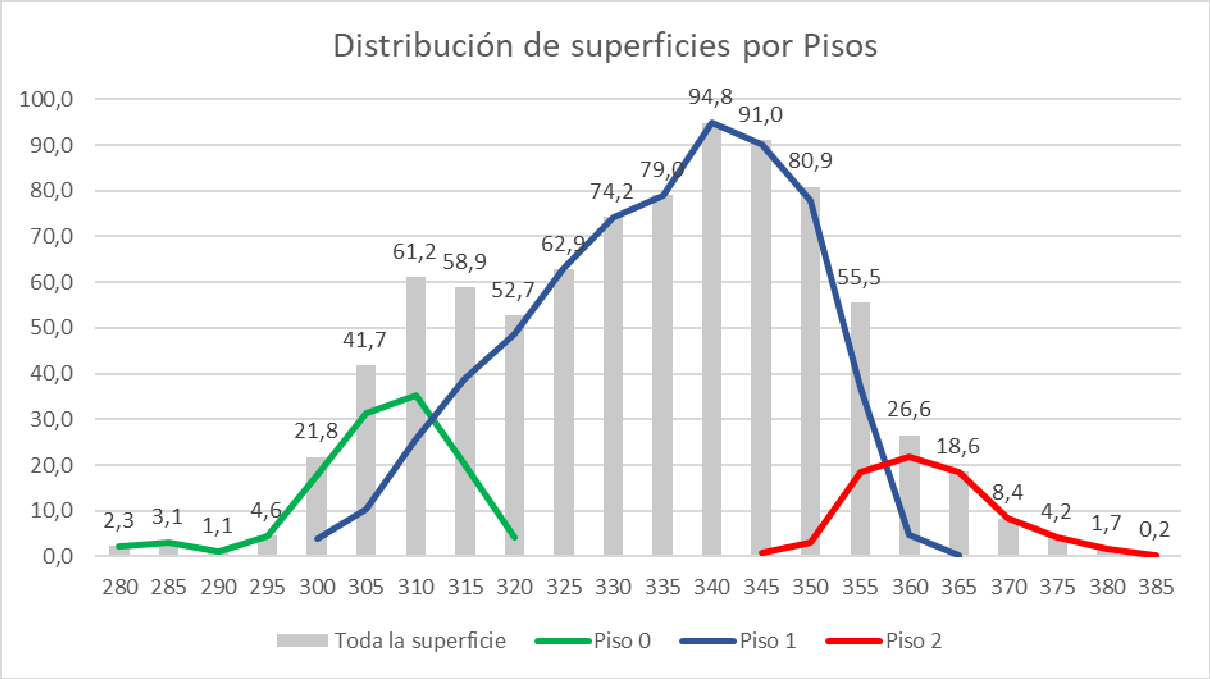
Por otro lado, las menores altitudes de la zona regable se extienden en la zona más occidental de la C.R. llegándose a unas cotas mínimas de en torno a la 285-290 m.s.n.m.

Mención especial requiere la existencia de una zona que aun no encontrándose dominada por gravedad por la red de acequias, por encontrarse por encima de estas a altitudes comprendidas entre las cotas 350 y 380, si se riegan y pertenecen a la C.R. gracias a la instalación en estas zonas de sistemas de riego a presión.

1.3. DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES POR ALTURAS

Con el objetivo de definir con mayor precisión las necesidades específicas de presión que será necesario suministrar al futuro regadío modernizado y si será posible establecer diferentes pisos de riego para optimizar las potencias de bombeo se ha realizado un cálculo

de la distribución de superficies de riego en función de la cota en intervalos de 5 metros obteniéndose la siguiente distribución de superficies por cotas:

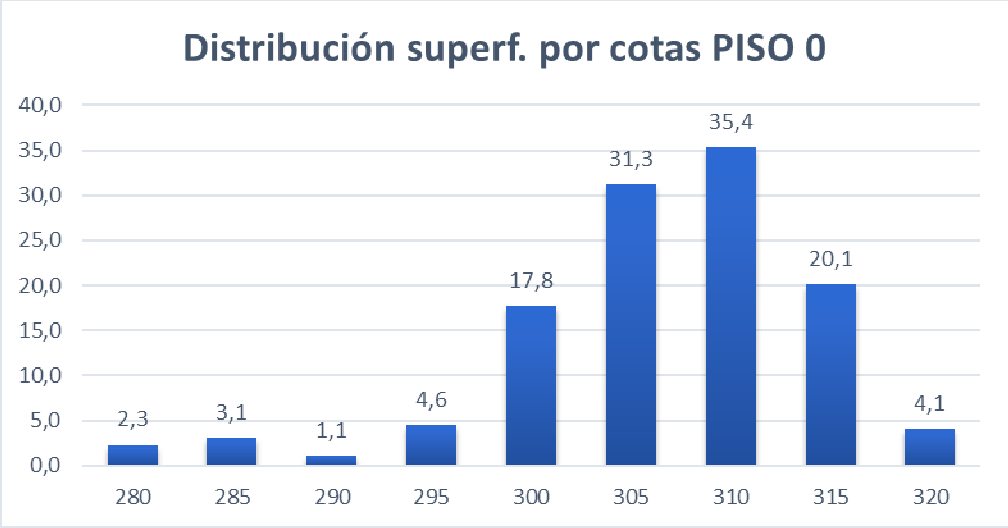


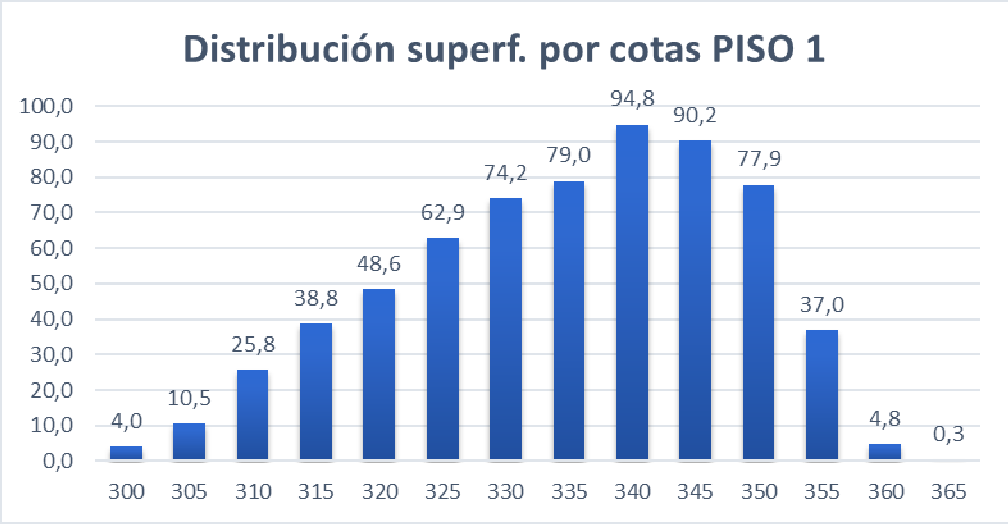
Se observa que existe una importante diferencia de alturas dentro de la superficie regable de hasta 100 metros entre el punto más bajo al más elevado, lo que implica unas grandes diferencias en cuanto a las necesidades de presión.

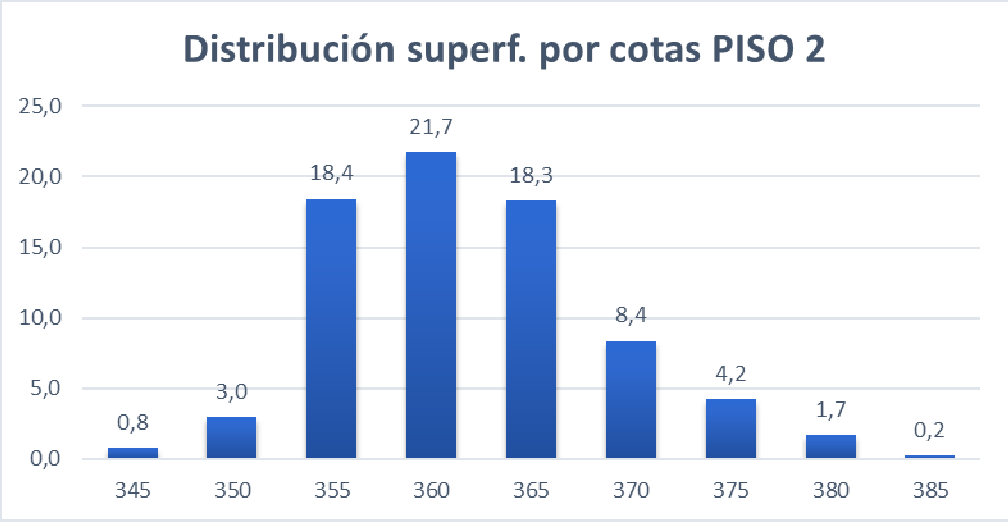
En el gráfico se representan en barras grises verticales la superficie total existente en cada rango de alturas.

A partir de los hidrantes generados en función de la distribución de la propiedad, y teniendo en cuenta la cota a la que se encuentran y atendiendo además a criterios de optimización de redes se han establecido 3 pisos con 3 redes de riego independientes con la siguiente distribución de hidrantes y superficies:

PISO	RED	Superficie (ha)	Porcentaje	Número de hidrantes	Sup. media (ha)
0	A	120,1343	14,65 %	31	3,88
1	B	474,3656	57,70 %	55	9,03
2	C	227,5557	27,07 %	20	12,04


Distribución superf. por cotas PISO 0
40,0
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
2,3
3,1
1,1
4,6
17,8
31,3
35,4
20,1
4,1
280
285
290
295
300
305
310
315
320


Distribución superf. por cotas PISO 1
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
4,0
10,5
25,8
38,8
48,6
62,9
74,2
79,0
94,8
90,2
77,9
37,0
4,8
0,3
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365


Distribución superf. por cotas PISO 2
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
0,8
3,0
18,4
21,7
18,3
8,4
4,2
1,7
0,2
345
350
355
360
365
370
375
380
385

1.4. SUMINISTRO ENERGÉTICO

El presente proyecto de modernización del regadío de la C.R. La Alegría ha sido seleccionado como beneficiario de las ayudas incluidas dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia promovido por el Gobierno de España a través de los Fondos Europeos Next Generation para la implementación de estrategias y soluciones que fomenten el uso exclusivo de energías renovables para el suministro de energía eléctrica.

La presente actuación contempla que el **suministro de agua a presión a las redes de riego se realice de manera prácticamente exclusiva mediante el uso de energías renovables**, en este caso mediante la instalación de una planta solar fotovoltaica.

El suministro energético de un bombeo exclusivamente a través de una planta solar fotovoltaica requiere de un sistema de almacenamiento de energía que permita suministrar agua de riego a presión a las redes de manera continua y estable a lo largo de toda la jornada de riego y permita cubrir de una manera eficiente los periodos de baja producción eléctrica por los efectos de una insolación insuficiente.

La solución más económica y eficaz pasa por la necesidad de integrar en el sistema balsas elevadas que actúen como acumuladores de energía, almacenando el agua bombeada durante las horas de mayor insolación y suministrando agua a las redes de riego de manera ininterrumpida durante todo el día. El **suministro de agua a presión a la red de riego se deberá realizar de manera exclusiva a través de las balsas elevadas.**

Esta situación nos lleva a buscar **terrenos para el emplazamiento de la balsa elevada a una cota suficiente que garantice la presión mínima necesaria para el riego por aspersión a las zonas más elevadas de la comunidad.**

La balsa elevada también deberá contar con **capacidad suficiente para almacenar agua suficiente que garantice el poder cubrir la demanda de varios días** ante la posibilidad de un déficit prolongado de insolación.

Uno de los objetivos y deseos transmitidos desde la propia comunidad de regantes es la de tratar de **simplificar la solución** que finalmente se alcance con el objeto de **facilitar la futura gestión y el manejo** de los diferentes elementos e infraestructuras hidráulicas de la comunidad de regantes. Hay que tener en cuenta que se trata de una comunidad relativamente pequeña que actualmente se abastece de agua a través de 4 tomas de agua diferentes ubicadas en 2 canales distintos, el canal de Zaidín y la Acequia de San Sebastian.

El deseo manifiesto de los representantes de la Comunidad de regantes es el de tratar de **concentrar el abastecimiento de toda la superficie regable desde una única toma** del canal de tal manera que únicamente requerirá la ejecución de una única balsa de pie de canal desde la que se abastezca la totalidad de la superficie regable concentrándose en ese punto la estación de bombeo, filtrado y parque fotovoltaico.

1.5. CAPTACIÓN Y SUMINISTRO DE AGUA

1.5.1. SISTEMA ACTUAL DE TOMAS Y ACEQUIAS

Partiendo de los listados de propietarios, superficies y parcelas facilitados por la propia Comunidad de Regantes La Alegría obtenemos que la superficie objeto de la presente modernización se abastece a través de cuatro tomas de riego independientes, de las cuales 2 se sitúan en la Acequia de San Sebastián y las otras 2 en el canal de Zaidín, con la siguiente distribución de superficies según acequia y toma de captación.

TOMA	Superficie (ha)	Caudal máximo suministrado por la toma (l/s)	Cota fondo inicio tubería/acequia de riego (m)
S-2.1	327,1987	130	354,10
S-3.1	144,1172		343,45
Z-2.4	135,7970	150	356,27
Z-4.1 Dcha.	218,7238		349,47
TOTAL	**825,8637**		

Desde cada una de las 4 tomas nacen sendas acequias de riego que distribuyen el agua por gravedad a toda la superficie regable según la siguiente distribución de superficies.

- Zona regable abastecida desde la Acequia de San Sebastián: 471,3159 ha
  - Toma S.2.1: 327,1987 ha
  - Toma S.3.1: 144,1172 ha
- Zona regable abastecida desde el Canal de Zaidín: 354,5208 ha
  - Toma Z 2.4: 135,7970 ha
  - Toma Z 4.1: 218,7238 ha

1.5.2. SELECCIÓN DEL PUNTO OPTIMO DE CAPTACIÓN

La transformación del actual sistema de distribución del agua por acequias a un sistema presurizado de redes de tuberías a presión permitirá abordar la modernización de

una manera integral sin tener en cuenta la actual sectorización de la C.R. condicionada por el sistema de acequias existente.

Premisas y objetivos a tener en cuenta:

- Concentrar el abastecimiento de toda la superficie regable desde una única toma de tal manera que simplifique la solución adoptada ya que únicamente requerirá de una única balsa de pie de canal desde la que se abastezca la totalidad de la superficie regable concentrándose en ese punto la estación de bombeo, filtrado y suministro eléctrico obteniéndose un abaratamiento de la solución adoptada.
- Priorizar la elección de la toma ubicada a mayor cota, lo que permitirá minimizar los costes energéticos y a ser posible que se ubique en la parte más alta de la zona regable.
- Priorizar aquellas tomas más centradas con respecto a la superficie regable que minimicen la longitud de tubería a instalar.
- Tener en cuenta la disponibilidad e idoneidad de terrenos próximos a la captación para el emplazamiento de una balsa de pie de canal.
- Considerar la proximidad de la captación seleccionada con respecto a los terrenos donde se vaya a emplazar la balsa elevada con el objetivo de minimizar la longitud de la tubería de impulsión.
- Prever la posibilidad de que desde esa toma se pueda ampliar la dotación de caudal suministrado desde el Canal de Zaidin o bien desde la Acequia de San Sebastian.

Teniendo en cuenta esto obtenemos que la **toma Z-2.4 del Canal de Zaidin** cumple con todas todos las premisas y objetivos planteados por lo que se concluye que la solución óptima para el suministro hídrico de la superficie de la C.R. se realice a través de esta toma que concentrará la totalidad de los caudales concesionales.

Hay que tener en cuenta que esta solución pasa necesariamente por la solicitud de agrupación de caudales y la modificación de la toma para adaptarla al nuevo caudal concentrado que para toda la superficie sería de 519,3 l/s, si bien se propondría que tuviera capacidad para un mínimo de 650 l/s en previsión de posibles ampliaciones futuras de la zona con derecho a riego próxima al partidor del Canal de Zaidín.

Toma Z-2.4 sobre el Canal de Zaidin

Tras la consulta a la Comunidad de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña sobre la intención de ampliar la actual toma Z-2.4 con el objeto de concentrar en una única toma todos los caudales de la CR se nos informa que se autoriza el suministro de todo el caudal solicitado ampliándose la toma hasta un caudal máximo de 670 l/s.

1.6. ESTUDIO DE UBICACIÓN DE BALSAS

1.6.1. BALSA DE PIE DE CANAL

Todas las alternativas analizadas parten de la necesidad de construir una balsa de almacenamiento a pie de canal encargada de regular los caudales continuos suministrados desde el canal con respecto a la curva de extracción variable en el tiempo del bombeo solar. Deberá tener además capacidad suficiente para almacenar posibles excedentes de pedidos no consumidos por los usuarios al no poder realizarse retornos al canal.

Partiendo del punto de suministro del canal seleccionado, toma Z-2.4, se ha tratado de seleccionar el terreno más adecuado para su construcción teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Proximidad a la toma del Canal y ubicación en torno a la misma cota del canal con el objetivo de no perder altura de presión.

- Disponibilidad de terrenos con una extensión suficiente para las necesidades de espacio de la balsa a ser posible que sean terrenos de secano o en el caso de ser de regadío evitar las parcelas amuebladas.

- Disponibilidad de superficie próxima a la balsa para la instalación del parque solar fotovoltaico que proporcione el suministro eléctrico necesario a la instalación de bombeo.

- Acuerdo previo con el propietario para la disposición de los terrenos necesarios

Teniendo en cuenta todas estas premisas y analizando con detalle la orografía y características de las parcelas y terrenos próximos a la captación obtenemos como los terrenos más idóneos para el emplazamiento de la balsa de pie de Canal así como para el parque fotovoltaico los ubicados en la parcela 90 del polígono 20, perteneciente a la C.R.

1.6.2. BALSAS ELEVADAS

El objetivo es la búsqueda de terrenos lo más próximos a la zona regable posible y ubicados a una altura suficiente que garanticen la posibilidad de suministrar agua a la presión necesaria para el correcto funcionamiento de las redes de toda la superficie regable. El éxito de la solución de suministro exclusivo de energía mediante parque solar fotovoltaico pasa por la posibilidad de ejecutar estas balsas elevadas.

En el entorno más próximo de la zona regable únicamente nos encontramos con un altero ubicado en el paraje Binafoc, ubicado entre el Canal de Aragón y Cataluña, el Canal de Zaidin y la Acequia de San Sebastián. La cota máxima de este pequeño altero se sitúa en torno a la cota 394 que coincidiría por cuestiones constructivas con la altura máxima de balsa. Desde esta balsa únicamente se podría suministrar agua a una presión suficiente a la superficie regable situada por debajo de la cota 340-345, es decir a los pisos 0 y 1.

Para la superficie del piso 2, es decir por encima de la cota 345, el único emplazamiento que garantizaría la presión suficiente en hidrante se encuentra en el altiplano de la Sierra de San Quilez que se eleva entre las cotas 415 y 420. Los terrenos idóneos para el emplazamiento de la balsa se situarían entre las parcelas catastrales de secano 3 y 4 del polígono 34 pertenecientes a del T.M. de Binaced.

2. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS. DESCRIPCIÓN

En el presente apartado se describen todas las combinaciones posibles para el suministro de agua a los 3 sectores o pisos de riego en los que se ha distribuido la superficie en función de las necesidades especificas de presión.

El suminstro de energía electrica de los equipos de bombeo para la elevación de aguas a las balsas de copa se realizará en todos los casos exclusivemente mediante energía solar.

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS

2.1.1. ALTERNATIVA 0

Alternativa de partida consistente en no realizar ninguna actuación y mantener el actual sistema riego y distribución de agua.

Actualmente la distribución de agua entre los comuneros se realiza por gravedad mediante una red de acequias constituida por 4 acequias principales e independientes que se abastecen de agua de la acequia de San Sebastián y Canal de Zaidin. De estas acequias parten una serie de ramales o brazales de riego fundamentalmente de tierra y hormigón que permiten la distribución del agua de riego a cada una de las parcelas o bancales que se encuentran en su mayor parte acondicionadas para el riego por inundación.

El sistema de reparto de agua se realiza dentro de cada acequia por turnos según los pedidos realizados diariamente a la comunidad de regantes por los usuarios.

A nivel particular, algunos comuneros han amueblado sus fincas o explotaciones mediante la instalación de riego por aspersión o goteo. Para ello han ejecutado en sus propias fincas pequeñas balsas de regulación abastecidas por gravedad desde la red de acequias de la comunidad de regantes junto a las cuales han instalado grupos de bombeo diésel o eléctricos según casos con el objeto de suministrar la presión necesaria para la instalación de riego en parcela.

Se han identificado un total de 23 fincas que han modernizado o amueblado su explotación de manera total o parcial cubriendo una superficie de 243,90 ha que representan el 32% de la superficie de cultivo de regadio de la comunidad de regantes.

En el resto de la superficie regable el riego sigue realizándose por inundación, lo que requiere la creación de pequeños bancales nivelados. Este sistema productivo requiere de una alta dedicación fundamentalmente para la realización del riego que necesita de la

presencia prácticamente continua del regante durante todo el turno de riego y que en ocasiones puede ser de varios días consecutivos incluidas las noches. También conlleva un mayor coste productivo ya que las parcelas son generalmente de pequeñas dimensiones para poder adaptarse a la orografía y sistema de riego y son en su mayor parte incompatibles con el actual parque de maquinaria agrícola, más moderno, de mayor potencia y tamaño, y que está diseñado para explotaciones de mayor tamaño generalmente de riego por aspersión.

La realización del riego por inundación se ha convertido en una tarea ardua y pesada que requiere de una alta dedicación no solo para el riego sino también para el mantenimiento y conservación de brazales de riego, arquetas y compuertas, taludes o balates de los bancales y que pocos jóvenes agricultores están dispuestos a seguir con este modelo de agricultura.

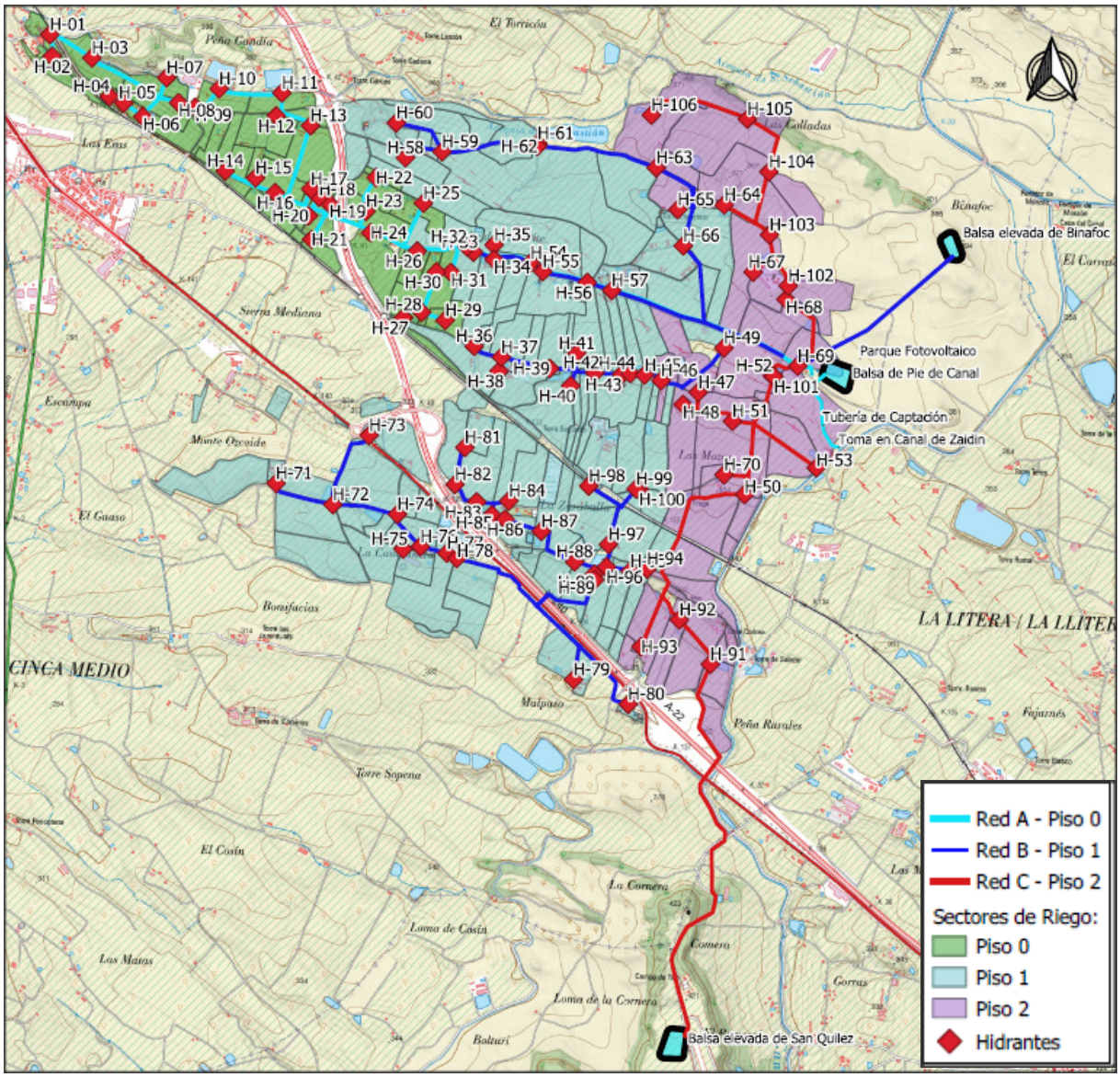
Esta situación, unida a la escasa adaptación al actual parque de maquinaria, más moderno y potente, convierte a estas explotaciones en poco atractivas para las nuevas generaciones de agricultores, además de poco rentables para el actual sistema productivo y eso conlleva al deterioro y abandono de las mismas.

Entre los que han apostado por modernizar su explotación, es decir por transformar el sistema de riego por inundación por otro de riego por aspersión sufragando ellos mismos los costes energéticos se han encontrado con la actual subida de precio de los combustibles con unos costes de producción elevadísimos que ponen en riesgo la viabilidad de las explotaciones.

No podemos obviar por otro lado que la practica totalidad de las fincas amuebladas por iniciativa privada se suministran de agua a presión a través de equipos de bombeo accionados por motores diésel altamente contaminantes.

2.1.2. ALTERNATIVA 1

Modernización integral del regadio mediante suministro de agua a presión natural de toda la superficie de riego que se distribuye en 3 sectores de riego independientes o 3 pisos con diferentes alturas manométricas, con 3 redes de riego independientes. (Pisos 0,1 y 2, asociadas a las redes A, B y C respectivamente)



- **Piso 0. Red Baja o Red A:**

  - El piso 0 se abastecería desde una arqueta junto a la balsa de pie de canal, conectada por vasos comunicantes con la obra de toma en el canal de Zaidin a través de la tubería de captación. Cuenta con un aliviadero que descarga el excedente de caudal a la balsa de tal forma que siempre se garantiza que la red que abastece al piso 0 tenga siempre la altura máxima de agua, coincidente con la de captación en el canal (356,20). Tendrá un nivel constante igual al de la cota de captación de agua en la Toma del Canal de Zaidin Z-2.4 ubicada a la cota 356,20. Se adopta como cota máxima de riego para este sector de riego la curva de nivel 320.

  - La superficie obtenida para este sector de riego teniendo en cuenta esta limitación de altura de riego es de 120,13 ha distribuidas entre 31 hidrantes y

128 tomas, con una superficie media de por hidrante de 3,87 ha. La práctica totalidad de los hidrantes cuentan con agrupaciones de propietarios a los cuales se les asignará una toma independiente. El número medio de tomas por hidrante es de 4,12 unidades mientras que la superficie media por toma es de 0,93 ha.

- Se trata de la zona de riego más atomizada y donde se ubican la mayor parte de las pequeñas explotaciones de recreo y huertas familiares.

- Se observa que ninguna de las fincas donde la presión puede ser limitante se encuentra amueblada por lo que pueden ajustar su instalación de riego a las condiciones de presión y caudal suministrado.

- **Piso 1. Red intermedia o Red B:**

  - Suministro de agua desde una balsa elevada ubicada en el paraje Binafoc ubicada en torno a la cota 390, a la cual se elevarán las aguas desde la balsa de pie de canal a través de un sistema de bombeo solar ubicado a pie de balsa.

  - Se establece el mismo criterio que para la red baja de fijar un diferencial mínimo de 40 metros con respecto a la zona regable de tal forma que el límite de este sector de riego se establece en la cota 350, obteniéndose una superficie de 474,36 ha.

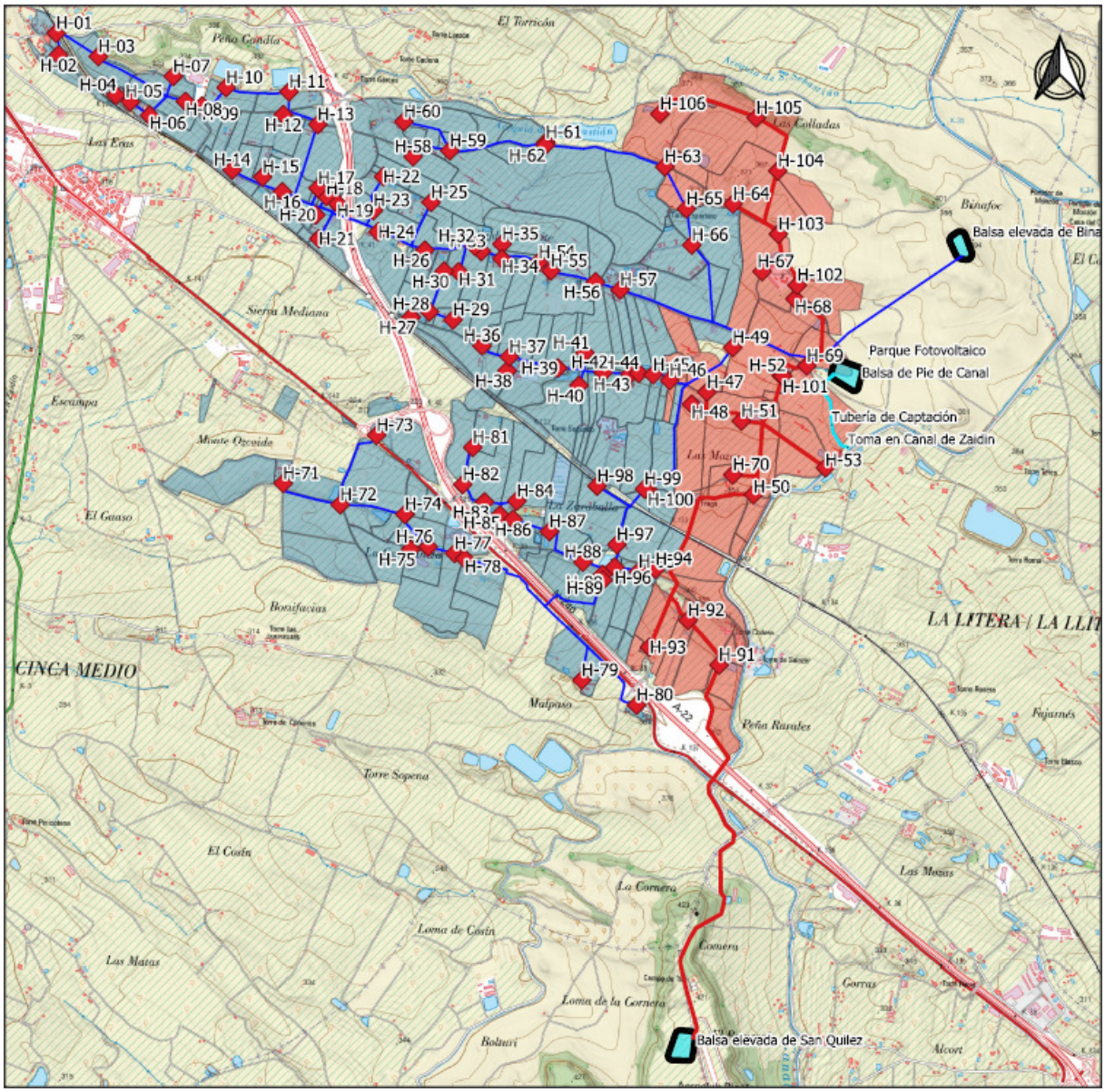
- **Piso 2. Red Alta o Red C.**

  - Suministro de agua desde una balsa elevada ubicada en el paraje San Quilez ubicada en torno a la cota 420, a la cual se elevarán las aguas desde la balsa de pie de canal a través de un sistema de bombeo solar ubicado a pie de balsa.

  - Se establece el mismo criterio que para la red baja de fijar un diferencial de 40 metros con respecto a la zona regable de tal forma que el límite de este sector de riego se establece en la cota 380, obteniéndose una superficie de 227,55 ha.

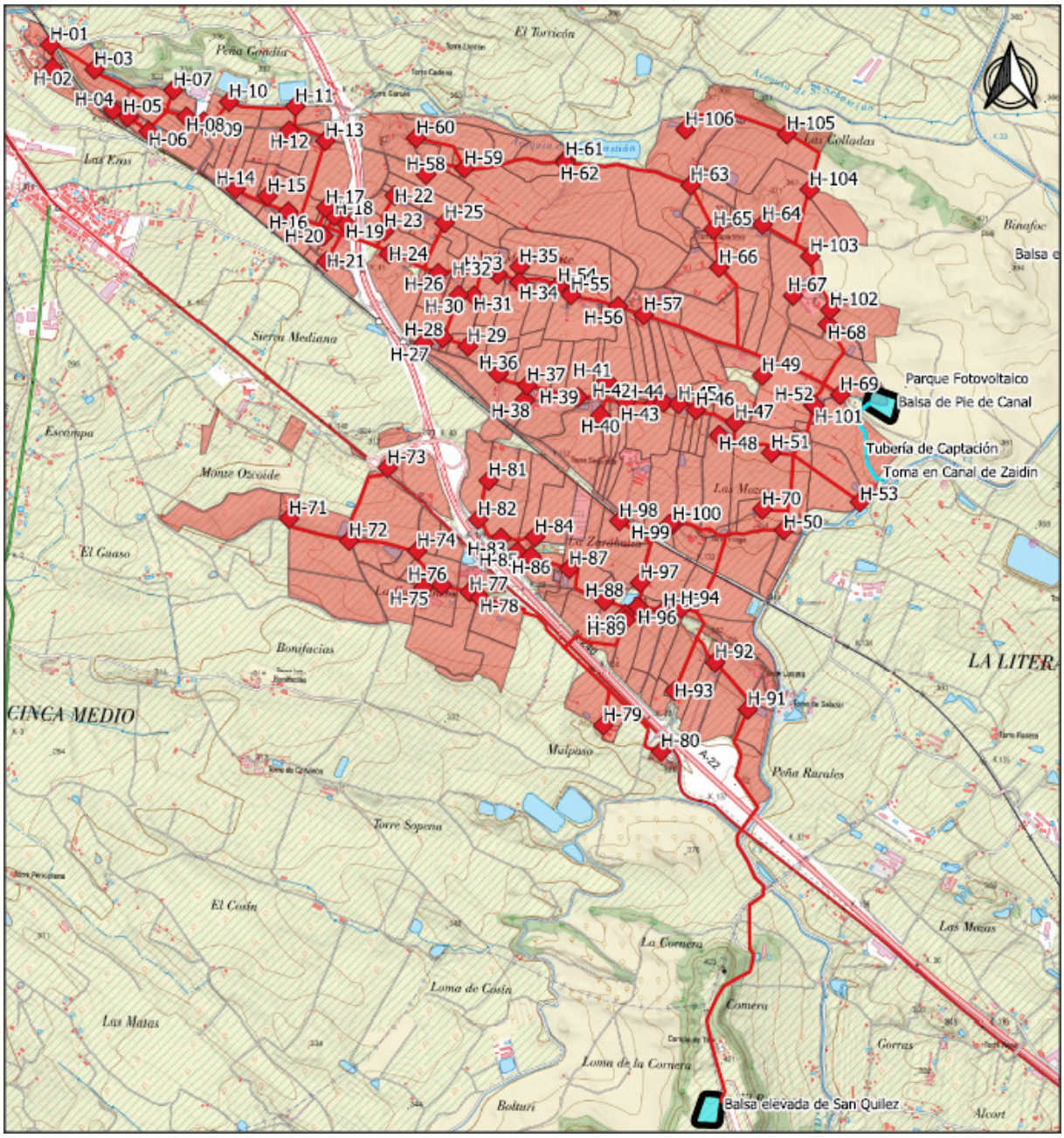
2.1.3. ALTERNATIVA 2

Distribución de la superficie regable en 2 pisos, con 2 redes de riego independientes. Se fusionan los pisos 0 y 1, eliminando la superficie por presión natural desde la toma del canal que pasa a ser regada desde la balsa elevada del piso 1.



2.1.4. ALTERNATIVA 3

Suministro por presión natural de toda la superficie regable desde una única balsa ubicada a la mayor cota posible, cota 420.



2.2. CUADRO RESUMEN DESCRIPTIVO DE LA ALTERNATIVAS

En el siguiente cuadro se resume la distribución de superficies y cotas de los 3 pisos, en la que se ha optimizado la distribución de superficies por pisos traspasando superficie del Piso 1 al Piso 2 por razones de presión insuficiente.

	Cotas Pisos	Sup. (ha)	
Presión natural desde toma en Canal Zaidin (Piso 0)	280-320	120,1343	14,6%
Presión natural desde balsa Blnafoc (Piso 1)	320-350	474,3656	57,7%
Presión natural desde balsa San Quilez (Piso 2)	350-380	227,5557	27,7%
Superficie total modernización		**822,0556**	

En el siguiente cuadro resumimos las alternativas a estudiar, los pisos planteados y las balsas desde donde se suministraría el agua

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	3 Pisos	2 Pisos	1 Piso
Piso 0	PN (Canal)	PN (Balsa Binafoc)	PN (Balsa San Quilez)
Piso 1	PN (Balsa Binafoc)		
Piso 2	PN (Balsa San Quilez)	PN (Balsa San Quilez)	

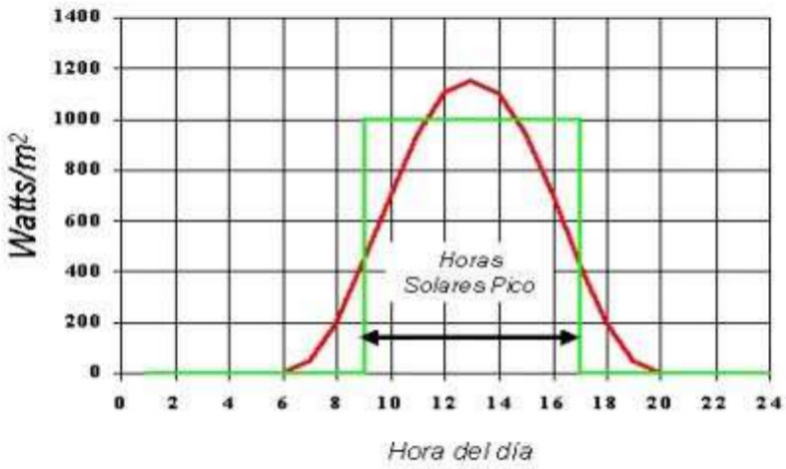
3. CALCULOS Y DIMENSIONADO DE LAS ALTERNATIVAS

3.1. NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

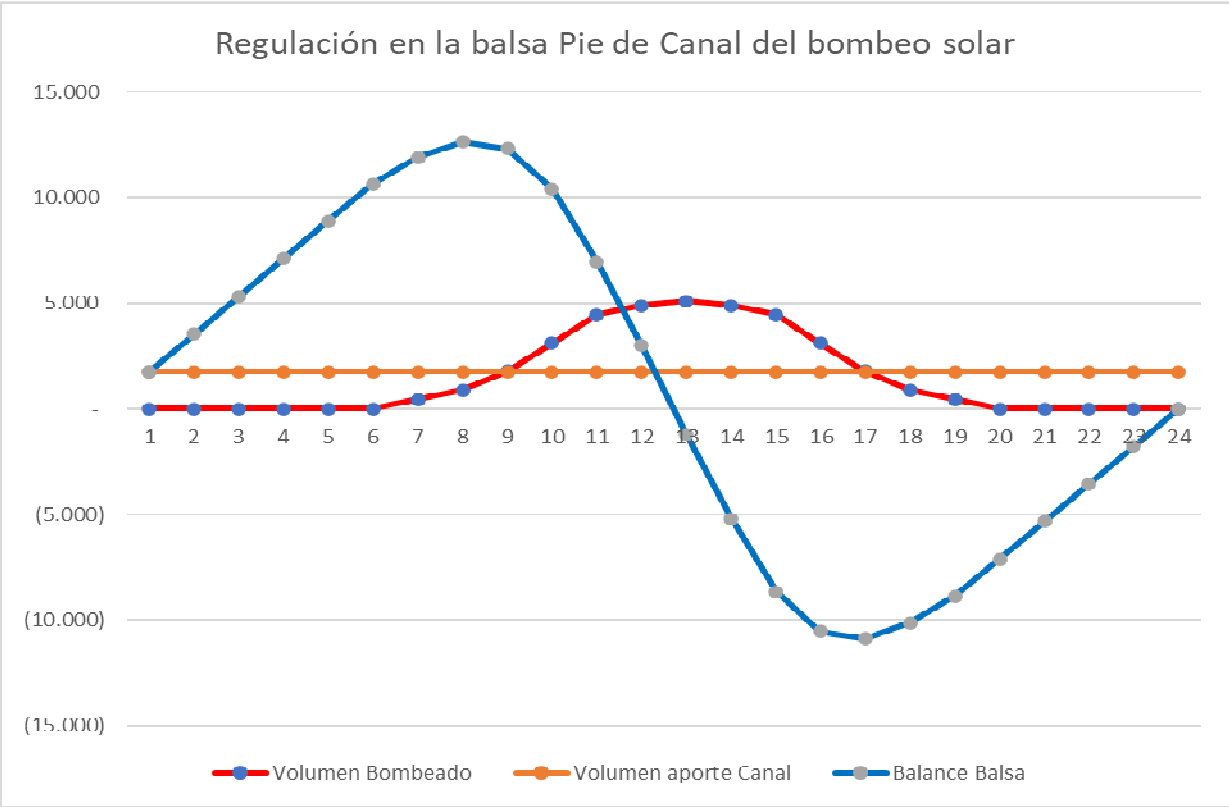
3.1.1. BALSA DE PIE DE CANAL

La balsa de pie de canal se dimensiona con una capacidad mínima equivalente al consumo diario en el mes de máximas necesidades y que para una superficie de 822,05 hectáreas y una dotación de 0,6 l/s·ha asciende a 42.615 m^3. Este volumen quedará siempre libre en la balsa para poder garantizar el almacenado de excedentes de agua pedidos al canal y no consumidos y que no pueden ser retornados al canal.

La balsa de pie de canal actuará además como regulación entre los aportes constantes de caudal desde el Canal de Zadín a un régimen continuo de 1.756 m^3/hora (42.615 m^3/día) y las extracciones variables en el tiempo a través de los bombeos solares que siguen una curva "tipo" como la que mostramos a continuación y en la que durante más de 10 horas al día no se producirá ninguna extracción mientras que durante las horas de mayor insolación el caudal de elevación de agua podrá alcanzar los 6.013 m^3/hora.



En el siguiente gráfico se realiza una simulación en la que se representa la evolución temporal durante un día del nivel de agua embalsada en función de los aportes continuos de agua del Canal y las extracciones del bombeo solar.



La evolución del volumen embalsado irá aumentando desde las 0.00 horas hasta las 8 de la mañana donde se alcanzará el pico máximo con un incremento de volumen de 12.636 m3, momento a partir del cual irá descendiendo hasta -10.861 m^3 a las 17:00 horas, hora donde comenzará a recuperarse de nuevo hasta llegar a las 0:00 horas en los que la balsa alcanzará de nuevo su nivel inicial. La oscilación de nivel de agua a lo largo del día por el efecto del bombeo solar será, de acuerdo con estos cálculos, de 23.497 m^3.

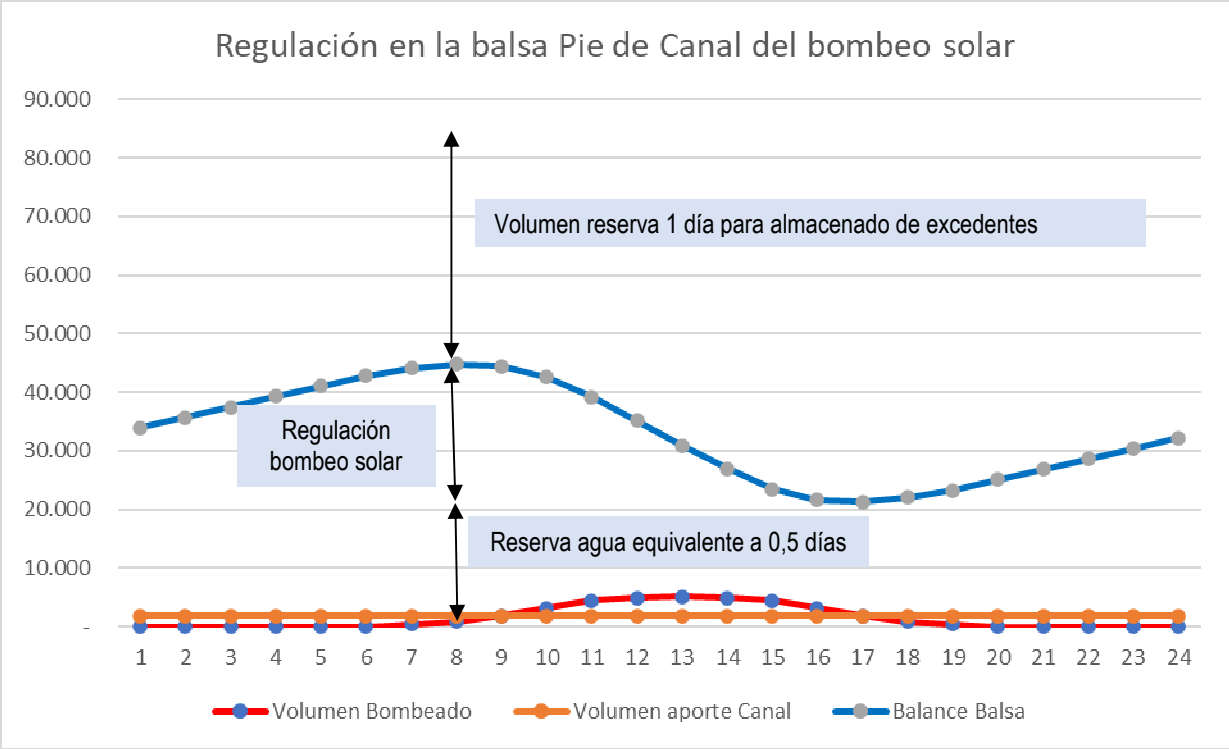
Finalmente consideramos razonable que la balsa no debe quedar nunca vacía de agua, debiendo contar con un volumen mínimo almacenado que pueda cubrir cualquier eventualidad no prevista en este estudio. Establecemos un volumen mínimo embalsado equivalente al consumo en el mes de máximas necesidades de 0,5 días, es decir de 21.308 m^3.

Con las necesidades de almacenamiento descritas para cada uno de los criterios contemplados obtenemos que las balsas deberán contar con las siguientes capacidades en función de las necesidades específicas de cada alternativa. En la alternativa 1 no se contempla la elevación de agua del Piso 0, por lo que las necesidades de regulación del bombeo serán inferiores a las de las alternativas 2 y 3 donde si se contempla.

			BALSA DE PIE DE CANAL					
			ALT. 1			ALT.2 Y 3		
Hora	Watts/ m2 Tipo	%	Bombeo Solar a Balsa	Consumo Red B+C	Balance Balsa	Bombeo Solar a Balsa	Consumo Red A+B+C	Balance Balsa
1				1.516	1.516		1.776	1.776
2				1.516	3.032		1.776	3.551
3				1.516	4.548		1.776	5.327
4				1.516	6.065		1.776	7.103
5				1.516	7.581		1.776	8.878
6				1.516	9.097		1.776	10.654
7		9,82%	445	1.516	10.168	523	1.776	11.907
8		19,63%	890	1.516	**10.795**	1.046	1.776	**12.636**
9		39,26%	1.779	1.516	10.532	2.092	1.776	12.321
10		68,71%	3.113	1.516	8.935	3.660	1.776	10.436
11		98,16%	4.448	1.516	6.003	5.229	1.776	6.983
12		107,98	4.892	1.516	2.627	5.752	1.776	3.007
13		112,88	5.115	1.516	-971	6.013	1.776	-1.231
14		107,98	4.892	1.516	-4.347	5.752	1.776	-5.207
15		98,16%	4.448	1.516	-7.279	5.229	1.776	-8.660
16		68,71%	3.113	1.516	-8.876	3.660	1.776	-10.545
17		39,26%	1.779	1.516	**-9.139**	2.092	1.776	**-10.861**
18		19,63%	890	1.516	-8.512	1.046	1.776	-10.131
19		9,82%	445	1.516	-7.441	523	1.776	-8.878
20				1.516	-5.925		1.776	-7.103
21				1.516	-4.409		1.776	-5.327
22				1.516	-2.892		1.776	-3.551
23				1.516	-1.376		1.776	-1.776
24				1.516	140		1.776	0
			36.388	**36.388**		**42.615**	**42.615**	**21.308**

	Volumen necesario en balsa pie de Canal (m3)	
	Alternativa 1	**Alternativas 2 y 3**
Almacenaje de excedentes de pedidos no retornables al canal (Equivalente a 1 día de máximo consumo)	42.615	42.615
Regulación del bombeo solar (Balance aportes del canal y extracciones del bombeo solar a balsas elevadas)	19.934	23.497
Reserva de agua (Equivalente al consumo de 0,5 días)	21.308	21.308
VOLUMEN TOTAL NECESARIO	**83.857**	**87.420**

En el siguiente gráfico mostramos la evolución del nivel de agua embalsado teniendo en cuenta además la reserva mínima de agua embalsada y de almacenado de excedentes.



3.1.2. BALSAS ELEVADAS

La balsa elevada de Binafoc abastecerá por presión natural a toda la superficie regable del piso 1 y en el caso de la Alternativa 2 a los pisos 0 y 1, mientras que la balsa elevada de San Quilez abastecerá por presión natural a la superficie de riego del piso 2 en las Alternativas 1 y 2 y en el caso de la Alternativa 3 a toda la superficie regable de la Comunidad de Regantes La Alegría.

Ambas balsas contarán con una reserva suficiente que garantice el suministro de agua a la red durante los periodos de baja insolación en los que no se pueda elevar toda el agua demandada por la red de riego.

Dado que el periodo de mayor consumo de agua, que tiene lugar en julio, coincidente con el mes de mayor insolación consideramos que será suficiente disponer de una reserva equivalente al consumo de 2 días en el mes de julio. Hay que tener en cuenta que el parque fotovoltaico no dejará de funcionar por completo durante los días nublados o de baja insolación, sino que se reducirá su rendimiento por lo que la garantía de suministro será siempre superior a la indicada de 2 días.

Al igual que la balsa de pie de canal, ambas balsas deberán contar además con capacidad suficiente para cubrir la variación de caudales entrantes a través del bombeo solar con respecto a las extracciones por el consumo de la red de riego y que provocarán una oscilación diaria en el nivel de agua y volumen embalsado. Si bien el consumo de agua en la red también es variable lo consideramos a efectos de cálculo constante a lo largo de las 24 h.

			BALSA BINAFOC					
			ALT. 1			ALT.2		
Hora	Watts/ m2 Tipo	%	Bombeo Solar a Balsa	Consumo Red B	Balance Balsa	Bombeo Solar a Balsa	Consumo Red A+B	Balance Balsa
1				1.025	-1.025		1.284	-1.284
2				1.025	-2.049		1.284	-2.568
3				1.025	-3.074		1.284	-3.852
4				1.025	-4.099		1.284	-5.136
5				1.025	-5.123		1.284	-6.421
6				1.025	-6.148		1.284	-7.705
7		9,82%	301	1.025	-6.872	377	1.284	-8.612
8		19,63%	601	1.025	**-7.295**	753	1.284	**-9.143**
9		39,26%	1.202	1.025	-7.118	1.507	1.284	-8.920
10		68,71%	2.104	1.025	-6.038	2.637	1.284	-7.567
11		98,16%	3.006	1.025	-4.057	3.767	1.284	-5.084
12		107,98	3.306	1.025	-1.776	4.144	1.284	-2.224
13		112,88	3.457	1.025	656	4.332	1.284	825
14		107,98	3.306	1.025	2.938	4.144	1.284	3.685
15		98,16%	3.006	1.025	4.919	3.767	1.284	6.168
16		68,71%	2.104	1.025	5.998	2.637	1.284	7.521
17		39,26%	1.202	1.025	**6.176**	1.507	1.284	**7.744**
18		19,63%	601	1.025	5.753	753	1.284	7.213
19		9,82%	301	1.025	5.029	377	1.284	6.306
20				1.025	4.004		1.284	5.022
21				1.025	2.979		1.284	3.737
22				1.025	1.955		1.284	2.453
23				1.025	930		1.284	1.169
24				1.025	-95		1.284	-115
			24.591	**24.591**		**30.819**	**30.819**	

	Volumen necesario en balsa BINAFOC (m3)	
	Alt. 1	Alt. 2
Reserva de agua (Equivalente al consumo de 2 días)	49.182	61.638
Regulación del bombeo solar (Balance aportes del canal y extracciones del bombeo solar a balsas elevadas)	13.471	16.887
VOLUMEN TOTAL NECESARIO	**62.654**	**78.524**

			BALSA SAN QUILEZ					
			ALT. 1 Y 2			ALT. 3		
Hora	Watts/ m2 Tipo	%	Bombeo Solar a Balsa	Consumo Red C	Balance Balsa	Bombeo Solar a Balsa	Consumo Red A+B+C	Balance Balsa
1				492	-492		1.776	-1.776
2				492	-983		1.776	-3.551
3				492	-1.475		1.776	-5.327
4				492	-1.966		1.776	-7.103
5				492	-2.458		1.776	-8.878
6				492	-2.949		1.776	-10.654
7		9,82%	144	492	-3.296	521	1.776	-11.909
8		19,63%	288	492	**-3.500**	1.042	1.776	**-12.642**
9		39,26%	577	492	-3.414	2.084	1.776	-12.335
10		68,71%	1.009	492	-2.897	3.646	1.776	-10.464
11		98,16%	1.442	492	-1.946	5.209	1.776	-7.031
12		107,98	1.586	492	-852	5.730	1.776	-3.077
13		112,88	1.658	492	315	5.990	1.776	1.137
14		107,98	1.586	492	1.409	5.730	1.776	5.091
15		98,16%	1.442	492	2.360	5.209	1.776	8.525
16		68,71%	1.009	492	2.877	3.646	1.776	10.395
17		39,26%	577	492	**2.963**	2.084	1.776	**10.703**
18		19,63%	288	492	2.760	1.042	1.776	9.969
19		9,82%	144	492	2.412	521	1.776	8.714
20				492	1.921		1.776	6.939
21				492	1.429		1.776	5.163
22				492	938		1.776	3.387
23				492	446		1.776	1.612
24				492	-45		1.776	-164
			11.796	**11.796**		**42.624**	**42.624**	

	Volumen necesario en balsa SAN QUILEZ (m3)	
	Alternativas 1 y 2	Alternativa 3
Reserva de agua (Equivalente al consumo de 2 días)	23.593	85.231
Regulación del bombeo solar (Balance aportes del canal y extracciones del bombeo solar a balsas elevadas)	6.462	23.497
VOLUMEN TOTAL NECESARIO	**30.055**	**108.728**

3.2. DIMENSIONADO OPTIMO DE LAS IMPULSIONES

Para la realización de dimensionado óptimo de las tuberías de impulsión se han analizado individualmente y para cada una de las alternativas estudiadas la solución económicamente más favorable entre la suma de costes de la tubería de impulsión más el coste de la instalación fotovoltaica dado que a menor diámetro de tubería, mayor pérdida de carga se genera y en consecuencia mayor necesidad de presión y mayor coste de la instalación fotovoltaica.

- **Dimensionado óptimo de las impulsiones a la Balsa de Binafoc (Pisos 0 y 1)**

		Bombeo a Balsa Binafoc			
		ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		Opción 1	Opción 2	Opción 1	Opción 2
DIMENSIONADO TUBERÍA					
Diámetro nominal adoptado	*DN*	**PRFV DN800**	**PRFV DN900**	**PRFV DN900**	**PRFV DN1000**
Diámetro interior comercial (m)	$d_{int.}$	0,783	0,883	0,883	0,981
Longitud tubería impulsión	*m*	1.053	1.053	1.053	1.053
Velocidad (m/s)	*v*	**1,77**	**1,39**	**1,74**	**1,41**
Perdida de carga hr + hs (m)	*m*	**2,60**	**1,45**	**2,20**	**1,32**
DIMENSIONADO BOMBEO					
Caudal de bombeo	*m3/h*	3.062	3.062	3.838	3.838
Altura manométrica necesaria	*m*	**45,1**	**43,9**	**44,7**	**43,8**
Potencia hidráulica bombeo	*KW*	557	543	692	678
Potencia instalada bombeo (+20%)	*KW*	**668**	**651**	**830**	**814**
Pot. Parque Fotovoltaico (+ 60%)	*KW*	**891**	**868**	**1.107**	**1.085**
CALCULO DE COSTES (Ejecución material)					
Coste de la tubería de impulsión					
Coste unitario (Incluido Mov.Tierras)	*€/ml*	210,8	240,5	240,5	264,0
Coste total instalación tubería	*€*	221.932	253.270	253.270	277.994
Coste instalación bombeo					
Coste unitario	*€/kw*	350	350	350	350
Coste total bombeo	*€*	233.923	227.936	290.552	284.809
Coste del parque fotovoltaico					
Potencia instalada		891	868	1107	1085
Coste unitario de instalación	*€/Kw*	0,9	0,9	0,9	0,9
Coste total del parque		802.023	781.494	996.178	976.487
Coste total Tubería + Bombeo + Placas		**1.257.878**	**1.262.700**	**1.540.000**	**1.539.290**
Diferencia de coste absoluta		-4.822			-711
Diferencia porcentual		-0,38%			-0,05%

Dimensionado óptimo de las impulsiones a la Balsa de San Quilez (Piso 2)

		Bombeo a Balsa San Quilez				
		ALTERNATIVAS 1 Y 2			ALTERNATIVA 3	
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 1	Opción 2
DIMENSIONADO TUBERÍA						
Diámetro nominal adoptado	*DN*	**PRFV DN500**	**PRFV DN600**	**PRFV DN700**	**PRFV DN1000**	**PRFV DN1200**
Diámetro interior comercial (m)	$d_{int.}$	0,505	0,588	0,686	0,981	1,184
Longitud tubería impulsión	*m*	4.877	4.877	4.877	4.877	4.877
Velocidad (m/s)	*v*	**2,04**	**1,50**	**1,10**	**1,95**	**1,34**
Perdida de carga hr + hs (m)	*m*	**26,27**	**12,50**	**5,90**	**11,13**	**4,43**
DIMENSIONADO BOMBEO						
Caudal de bombeo	*m3/h*	1.469	1.469	1.469	5.306	5.306
Altura manométrica necesaria	*m*	**94,8**	**81,0**	**74,4**	**79,6**	**72,9**
Potencia hidráulica bombeo	*KW*	561	480	441	1.704	1.561
Potencia instalada bombeo (+20%)	*KW*	**674**	**576**	**529**	**2.045**	**1.873**
Pot. Parque Fotovoltaico (+ 60%)	*KW*	**898**	**768**	**705**	**2.727**	**2.497**
CALCULO DE COSTES (Ejecución material)						
Coste de la tubería de impulsión						
Coste unitario (Incluido Mov.Tierras)	*€/ml*	115,6	149,4	171,6	264,0	350,6
Coste total instalación tubería	*€*	563.927	728.398	837.098	1.287.538	1.709.737
Coste instalación bombeo						
Coste unitario	*€/kw*	350	350	350	350	350
Coste total bombeo	*€*	235.795	201.520	185.107	715.706	655.544
Coste del parque fotovoltaico						
Potencia instalada		898	768	705	2727	2497
Coste unitario de instalación	*€/Kw*	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Coste total del parque		808.440	690.927	634.653	2.453.850	2.247.578
Coste total Tubería + Bombeo + Placas		**1.608.163**	**1.620.844**	**1.656.859**	**4.457.095**	**4.612.858**
Diferencia de coste absoluta		Descartada por velocidad	-36.014		-155.763	
Diferencia porcentual			-2,17%		-3,38%	

3.3. POTENCIAS NECESARIAS DE BOMBEO Y PARQUES FOTOVOLTAICOS

La estación de bombeo de elevación de agua a ambas balsas se ubicará junto a la balsa de pie de Canal. El caudal total a impulsar por los equipos de la estación de bombeo se determinará en función de la superficie abastecida en cada alternativa teniendo en cuenta que las necesidades medias diarias para la alternativa de cultivos en el mes de julio son de 51,64 m3/día y que se han determinado un total de 8 horas solares pico de bombeo en julio.

En cuanto a la altura manométrica necesaria se definirá como la suma del desnivel geométrico entre la altura mínima de balsa de pie de canal (Cota 352) y las máximas de las balsas elevadas (393 para la balsa de Binafoc y 419 para la balsa de San Quilez), más las pérdidas de carga en la tubería de impulsión, calculadas en función del caudal y diámetro de

la tubería adoptada en cada caso. Además, se contempla una perdida de carga adicional de 1,5 metros procedente de la valvulería y calderería de la estación de bombeo.

El cálculo de la potencia necesaria para el funcionamiento de la instalación de bombeo se ha realizado a través de la siguiente expresión:

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \rho_B \cdot \rho_M} \cdot 0{,}736$$

siendo:

$\gamma \rightarrow$ peso específico del agua en Kg/m^3

Q $\rightarrow$ caudal de bombeo en m^3/s

$H_m \rightarrow$ altura manométrica de la impulsión en m

$\rho_B \rightarrow$ rendimiento de la bomba

$\rho_M \rightarrow$ rendimiento del motor

N $\rightarrow$ potencia necesaria para la instalación en Kw

La potencia contemplada de la instalación de bombeo se ha mayorado un 20% con respecto a la potencia hidráulica obtenida de la expresión anterior.

En el caso de la potencia necesaria para el parque fotovoltaico se ha mayorado un 50% con respecto a la potencia hidráulica obtenida de la expresión anterior. En la siguiente tabla se muestran todos los datos y parámetros de cálculo y los resultados obtenidos.

		Bombeo a Balsa Binafoc		**Bombeo a Balsa San Quilez**	
	Uds	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 1 y 2**	**Alt. 3**
Superficie de bombeo:	has	474,37	594,50	227,56	822,06
Volumen total a bombear en julio	m3	759.393	951.711	364.285	1.315.996
Caudal de Bombeo	m^3/h	**3.062**	**3.838**	**1.469**	**5.306**
Caudal de Bombeo	m3/s	0,851	1,066	0,408	1,474
Tiempos de Bombeo:					
Media horas de bombeo diarias	h/dia	8,00	8,00	8,00	8,00
Total horas bombeo mensuales	horas	248,00	248,00	248,00	248,00
Altura manométrica necesaria	m	**45**	**44**	**81**	**80**
Nivel mínimo balsa inferior	m	352,00	352,00	352,00	352,00
Nivel máx. balsa elevada / H.man. bombeo	m	393,00	393,00	419,00	419,00
Desnivel geométrico	m	41,00	41,00	67,00	67,00
Perdidas de carga en tubería	m	2,60	1,32	12,50	11,13
Perdidas de carga singulares	m	1,50	1,50	1,50	1,50
Rendimiento bomba	%	75%	75%	75%	75%
Rendimiento motor	%	90%	90%	90%	90%
Potencia hidraulica bombeo	**KW**	**557**	**678**	**480**	**1.704**
Potencia Instalación de bombeo (+20%)	**KW**	**668**	**814**	**576**	**2.045**
Potencia Parque fotovoltaico (+ 50%)	**KW**	**835**	**1.017**	**720**	**2.556**

3.4. DIMENSIONADO DE REDES DE RIEGO

Para la realización del estudio de alternativas se ha partido de la configuración de hidrantes individuales y de agrupación de tomas realizado a partir de la relación de propietarios y parcelas facilitado por la Comunidad de Regantes y teniendo en cuenta los criterios de dimensionado indicados en el apartado de parámetros básicos de riego y dimensionado de hidrantes del anejo Nº9 así como de las necesidades hídricas definidas en el anejo Nº3.

Definidas las parcelas que conformarán los hidrantes se han seleccionado los puntos idóneos para su emplazamiento tratando de ubicarlos en las zonas más elevadas y junto a caminos o lugares accesibles. Definida su ubicación y extensión se ha calculado la presión de consigna necesaria para garantizar una presión mínima en el aspersor más desfavorable de la finca de 2,5 Atm.

Con los hidrantes ubicados en el emplazamiento más optimo se han trazado las redes de distribución de agua a presión, dependiendo para cada alternativa de las diferentes soluciones alcanzadas para el suministro de agua desde balsas.

Definidos los trazados de las redes, ubicación de hidrantes y presiones de consigna, se han importado al programa de cálculo hidráulico Gestar donde se han calculado los caudales de diseño de Clement así como el dimensionado óptimo de tuberías a partir de la configuración de materiales, calidades de funcionamiento, rendimientos de las redes y resto de criterios hidráulicos de diseño de redes definidos en el Anejo Nº9.- Cálculos hidráulicos.

Realizado el dimensionado óptimo de las redes con Gestar se han exportado los datos a hoja Excel para su comprobación y optimización, permitiendo además realizar una presentación conjunta de todos los datos de partida y resultados obtenidos de una forma más clara y completa.

Debemos destacar que el estudio realizado cuenta con un nivel de detalle adecuado al Proyecto, y permite identificar objetivamente cual es la alternativa más viable tanto desde el punto de vista técnico y económico como desde el punto de vista medioambiental.

TUBERÍA	MEDICIONES. LONGITUD TUBERÍAS					
	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
	Dimen-sionado Gestar	Dimen-sionado Optimizado	Dimen-sionado Gestar	Dimen-sionado Optimizado	Dimen-sionado Gestar	Dimen-sionado Optimizado
PVC DN125 PN10	4.054	4.054	4.669	4.669	3.463	3.463
PVC DN140 PN10	1.036	1.579	839	1.329	731	731
PVC DN160 PN10	1.746	1.181	1.292	629	659	486
PVC DN180 PN10	0	595	0	519	0	0
PVC DN200 PN10	2.542	2.616	3.148	2.935	1.160	864
PVC DN250 PN10	4.647	5.056	4.592	4.527	2.048	3.535
PVC DN315 PN10	3.701	4.778	3.321	3.753	3.655	4.305
PVC DN400 PN10	2.204	1.084	3.602	3.103	2.895	2.824
PVC DN500 PN10	695	0	487	487	494	660
PRFV DN400 PN10	376	3.783	376	26	420	0
PRFV DN450 PN10	0	509	0	509	0	0
PRFV DN500 PN10	7.014	1.054	5.152	1.209	827	0
PRFV DN600 PN10	2.916	5.084	857	5.084	515	0
PRFV DN700 PN10	0	509	0	0	0	0
PRFV DN800 PN10	953	1.053	958	514	528	0
PRFV DN900 PN10	1.053	0	1.053	0	1.195	0
PRFV DN1000 PN10	0	0	0	1.053	647	4.877
PRFV DN1200 PN10	0	0	0	0	2.507	0
PVC DN125 PN16	0	0	141	141	2.548	2.548
PVC DN140 PN16	0	0	0	0	131	131
PVC DN160 PN16	0	0	295	0	658	92
PVC DN180 PN16	0	0	0	295	0	566
PVC DN200 PN16	0	0	0	0	1.607	559
PVC DN250 PN16	0	0	0	0	1.302	1.730
PVC DN315 PN16	0	0	0	0	905	1.524
PVC DN400 PN16	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**32.936**	**32.936**	**30.782**	**30.782**	**28.895**	**28.895**
COSTE EJECUCION	**3.464.379**	**3.214.953**	**2.836.818**	**2.997.512**	**3.492.731**	**3.129.105**

De los resultados obtenidos observamos que la alternativa que menor longitud de tuberías requiere es la Alternativa 3 para la que se establece una única red de riego alimentada desde la balsa a mayor cota (Balsa de San Quilez), sin embargo, debido al incremento de diámetros necesario, a que gran parte de la red del piso 0 requerirá de timbraje PN16 y a la mayor distancia a la que se ubica la balsa elevada de regulación resulta ser junto a la alternativa 1 la más costosa.

En el caso de la alternativa 3 es posible la reducción del coste de la red de tuberías mediante la instalación de válvulas reductoras de presión que permitiría la sustitución de las tuberías con timbraje PN16 por otras de timbraje PN10.

En el caso de la Alternativa 1, al necesitar mayor longitud de tuberías para alimentar a las tres redes de riego de manera independiente, y a pesar de que estas tienen menor sección obtenemos también un sobrecoste importante de la red de tuberías.

A nivel de redes de tuberías la alternativa más económica y equilibrada es la Alternativa 2.

3.5. ANALISIS DE LAS PRESIONES

Una vez realizado el dimensionado óptimo de las redes y optimizado mediante el análisis realizado se han calculado cuáles serán las presiones mínimas en aspersor para cada hidrante teniendo en cuenta las pérdidas de carga tanto en hidrante como a nivel de parcela, habiéndose determinado para cada caso el desnivel máximo entre el hidrante y el punto más desfavorable, así como la distancia y pérdidas de carga en la instalación de riego en parcela.

En la siguiente tabla resumimos las **presiones mínimas en el aspersor más desfavorable** para el escenario de cálculo de caudales de Clement con suministro de agua desde balsa a nivel medio de capacidad.

HID	ZONA	PRESIONES MÍNIMAS EN ASPERSOR MÁS DESFAVORABLE					
		ALT 1		ALT 2		ALT 3	
		Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada
H-01	PISO 0	43,8	36,7	50,4	60,3	71,3	87,0
H-02	PISO 0	32,9	25,8	39,0	48,8	59,9	75,6
H-03	PISO 0	28,5	21,4	36,4	43,5	57,3	70,2
H-04	PISO 0	36,0	28,9	43,8	50,9	64,8	74,3
H-05	PISO 0	35,3	28,2	43,1	50,3	64,5	74,0
H-06	PISO 0	36,5	29,4	44,4	51,5	66,3	74,6
H-07	PISO 0	20,1	12,5	27,5	34,6	49,0	57,3
H-08	PISO 0	30,1	23,9	38,8	46,0	61,5	68,7
H-09	PISO 0	25,6	19,4	35,1	42,3	58,1	64,3
H-10	PISO 0	19,7	13,5	30,9	38,0	54,5	58,6
H-11	PISO 0	20,2	15,1	35,7	39,7	59,4	63,4
H-12	PISO 0	23,8	18,8	41,0	43,8	63,5	70,4
H-13	PISO 0	23,5	18,8	41,8	44,6	64,7	68,8
H-14	PISO 0	22,1	18,5	39,8	42,5	62,0	64,4
H-15	PISO 0	29,7	26,2	49,4	52,1	72,2	74,6
H-16	PISO 0	31,9	28,3	53,1	55,8	76,6	77,8
H-17	PISO 0	29,7	26,5	52,8	55,5	74,8	76,0
H-18	PISO 0	30,1	27,1	53,7	56,1	77,7	73,6
H-19	PISO 0	30,0	27,1	54,5	56,3	75,3	77,6
H-20	PISO 0	34,8	31,8	58,4	60,8	82,4	82,0
H-21	PISO 0	32,7	29,7	57,1	58,9	80,2	79,7
H-22	PISO 0	20,6	17,8	44,2	44,3	65,2	64,7

HID	ZONA	PRESIONES MÍNIMAS EN ASPERSOR MÁS DESFAVORABLE					
		ALT 1		ALT 2		ALT 3	
		Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada
H-23	PISO 0	26,5	23,7	52,5	52,5	74,3	73,8
H-24	PISO 0	28,4	25,6	55,8	55,8	78,1	77,6
H-25	PISO 0	20,5	17,8	47,1	47,1	69,7	69,2
H-26	PISO 0	27,5	24,9	56,4	56,4	79,0	78,6
H-27	PISO 0	16,2	13,1	41,6	41,7	62,5	63,7
H-28	PISO 0	26,5	23,4	51,9	52,0	73,4	74,5
H-29	PISO 0	20,4	16,2	43,8	43,8	64,6	65,8
H-30	PISO 0	23,7	20,6	51,1	51,2	73,3	74,5
H-31	PISO 0	22,8	20,0	51,2	51,3	73,7	74,9
H-32	PISO 1	37,7	42,7	47,4	47,5	70,4	70,0
H-33	PISO 1	42,9	48,0	51,9	51,9	74,9	74,4
H-34	PISO 1	39,7	43,1	47,1	47,2	70,1	69,7
H-35	PISO 1	41,6	30,8	37,5	37,5	60,4	60,0
H-36	PISO 1	47,6	46,2	47,2	46,6	66,0	66,6
H-37	PISO 1	28,3	27,0	28,0	27,4	46,9	47,5
H-38	PISO 1	29,5	28,2	29,2	28,6	48,0	48,6
H-39	PISO 1	36,7	35,3	36,3	35,8	55,2	55,8
H-40	PISO 1	31,8	31,3	31,4	30,9	50,2	50,8
H-41	PISO 1	30,0	28,7	29,6	29,1	49,3	49,9
H-42	PISO 1	32,4	31,1	32,1	31,5	51,0	51,6
H-43	PISO 1	27,5	25,2	27,2	25,6	46,2	46,8
H-44	PISO 1	28,2	26,0	27,8	26,4	47,9	48,0
H-45	PISO 1	28,3	26,3	28,0	26,8	47,8	48,0
H-46	PISO 1	28,7	27,1	28,4	27,6	48,6	48,8
H-47	PISO 2	36,0	38,9	36,0	38,9	42,2	42,4
H-48	PISO 2	37,4	40,2	37,4	40,2	41,7	41,9
H-49	PISO 1	34,3	33,6	33,9	34,1	55,8	55,4
H-50	PISO 2	42,3	45,0	42,3	45,0	46,2	45,5
H-51	PISO 2	41,6	44,4	41,6	44,4	45,6	45,7
H-52	PISO 2	38,8	41,8	38,8	41,8	42,9	42,4
H-53	PISO 2	34,1	37,0	34,1	37,0	38,0	37,5
H-54	PISO 1	45,4	48,8	50,4	50,5	73,4	73,0
H-55	PISO 1	42,4	44,8	46,2	46,3	69,2	68,7
H-56	PISO 1	36,8	39,3	39,8	39,8	62,7	62,3
H-57	PISO 1	33,9	36,3	36,2	36,3	59,2	58,8
H-58	PISO 1	40,4	34,4	36,0	36,0	52,4	51,9
H-59	PISO 1	40,2	34,2	35,7	35,8	52,1	51,7
H-60	PISO 1	31,2	25,3	25,4	25,4	37,3	36,9
H-61	PISO 1	31,3	27,2	30,1	30,2	46,5	46,1
H-62	PISO 1	33,1	29,0	32,0	32,0	48,3	47,9
H-63	PISO 1	25,7	24,2	24,8	24,9	44,2	43,8
H-64	PISO 2	34,6	38,0	34,6	38,0	42,9	40,1
H-65	PISO 1	24,0	22,5	23,2	23,3	43,9	43,5
H-66	PISO 1	34,5	33,3	34,1	34,1	56,0	55,6
H-67	PISO 2	33,2	35,4	33,2	35,4	39,6	37,5
H-68	PISO 2	43,6	46,6	43,6	46,6	50,0	48,8
H-69	PISO 2	46,1	49,1	46,1	49,1	50,2	49,8

HID	ZONA	PRESIONES MÍNIMAS EN ASPERSOR MÁS DESFAVORABLE					
		ALT 1		ALT 2		ALT 3	
		Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada
H-70	PISO 2	46,7	49,4	46,7	49,4	50,6	49,9
H-71	PISO 1	41,6	40,3	41,3	40,7	60,4	60,4
H-72	PISO 1	47,8	46,5	47,5	46,9	68,7	68,6
H-73	PISO 1	35,4	34,1	35,1	34,5	50,9	50,8
H-74	PISO 1	38,4	37,1	38,0	37,5	60,0	60,0
H-75	PISO 1	49,7	48,3	49,3	48,7	71,3	71,3
H-76	PISO 1	39,1	37,8	38,8	38,2	60,8	60,7
H-77	PISO 1	37,0	35,7	36,7	36,1	58,7	58,6
H-78	PISO 1	39,2	37,9	38,8	38,3	60,8	60,8
H-79	PISO 1	28,2	25,5	27,9	26,0	44,4	44,4
H-80	PISO 1	15,8	12,8	15,5	13,2	30,9	30,9
H-81	PISO 1	37,0	40,9	36,6	41,4	60,7	67,5
H-82	PISO 1	30,6	34,6	30,3	35,0	55,3	62,1
H-83	PISO 1	32,7	35,1	32,4	35,6	57,4	61,9
H-84	PISO 1	27,5	29,9	27,2	30,4	52,4	54,8
H-85	PISO 1	34,2	35,9	33,9	36,4	58,9	61,7
H-86	PISO 1	30,1	31,0	29,7	31,4	54,7	56,7
H-87	PISO 1	27,9	26,6	27,6	27,0	52,6	52,3
H-88	PISO 1	30,3	29,0	29,9	29,4	54,9	54,7
H-89	PISO 1	28,8	27,5	28,5	27,9	53,1	53,1
H-90	PISO 1	28,7	27,3	28,3	27,8	53,1	53,1
H-91	PISO 2	35,0	36,8	35,0	36,8	38,0	37,2
H-92	PISO 2	44,2	46,2	44,2	46,2	47,4	46,6
H-93	PISO 2	47,5	50,5	47,5	50,5	52,4	51,5
H-94	PISO 1	32,1	30,5	31,8	30,9	59,2	59,0
H-95	PISO 1	26,8	25,2	26,4	25,6	52,2	51,9
H-96	PISO 1	28,7	27,3	28,3	27,8	53,3	53,1
H-97	PISO 1	32,0	30,5	31,7	30,9	54,0	53,7
H-98	PISO 1	41,9	40,1	41,6	40,5	59,5	59,3
H-99	PISO 1	32,6	30,9	32,3	31,3	56,2	54,0
H-100	PISO 1	31,0	29,3	30,6	29,7	53,5	52,8
H-101	PISO 2	30,2	33,2	30,2	33,2	34,3	33,8
H-102	PISO 2	21,2	24,2	21,2	24,2	28,0	26,6
H-103	PISO 2	25,2	28,2	25,2	28,2	33,1	30,6
H-104	PISO 2	22,8	25,8	22,8	25,8	32,0	28,3
H-105	PISO 2	18,2	19,9	18,2	19,9	27,8	22,4
H-106	PISO 2	11,6	11,7	11,6	11,7	22,0	15,8

	CUADRO DE PRESIONES MEDIAS MÍNIMAS EN ASPERSOR MÁS DESFAVORABLE DE LA FINCA					
	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada
Presión media Piso 0	**27,43**	**22,92**	**45,88**	**49,30**	**68,06**	**71,94**
Presión media Piso 1	**33,99**	**33,05**	**34,05**	**33,97**	**55,31**	**55,64**
Presión media Piso 2	**34,53**	**37,12**	**34,53**	**37,12**	**40,23**	**38,71**
Presión media Global	**32,17**	**30,85**	**37,60**	**39,05**	**56,19**	**57,21**

	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada	Gestar	Optimizada
Hidrantes con aspersores más desfavorables por debajo de 25 m.c.a.	18	24	7	6	1	2
Hidrantes con aspersores más desfavorables por debajo de 20 m.c.a.	5	15	3	3	0	1

Del análisis de los resultados de las presiones podemos extraer las siguientes conclusiones:

En la Alternativa 1, las presiones obtenidas para el piso 0 son excesivamente bajas lo que conllevaría al descarte de esta alternativa por motivos técnicos. Además, la alternativa 2 apenas supone un ligero incremento del coste de ejecución de la obra y garantizaría una presión satisfactoria en toda la superficie del piso 0.

4. VALORACION ECONOMICA

Para la realización del estudio económico de las alternativas se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Los valores adoptados en este estudio económico tienen un valor comparativo para la elección de la alternativa, ya que proceden en gran parte de estimaciones realizadas por comparación con otros proyectos realizados en zonas próximas.
- Los precios de ejecución de las balsas se han realizado a partir de unos precios unitarios en función de la capacidad de la balsa.
- Los precios de tuberías proceden de la tarifa tragsa 2022
- La valoración de calderería, valvulería y obras de fábrica se ha realizado de forma proporcional al coste total de las tuberías de manera que la calderería supondrá un aumento del 4%, la valvulería del 6% y las obras de fábrica de un 10%, sobre el coste total de la red de tuberías.
- Las mediciones del movimiento de tierras en zanja de las redes de distribución se han realizado en base a las secciones de zanja tipo definidas en proyecto.
- Las instalaciones y equipos de las estaciones de bombeo y parque solar fotovoltaico se han evaluado en función de la potencia instalada y calculada con detalle en función de las necesidades de caudal y altura de cada alternativa. En este coste se incluye los equipos de bombeo, valvulería y calderería.

En el siguiente cuadro se recogen los costes de ejecución de las infraestructuras necesarias para la modernización del regadío de la CR La Alegría para las 3 alternativas estudiadas. El presupuesto detallado de cada alternativa se adjunta en el Apéndice 2.- Valoración económica de las alternativas.

CUADRO RESUMEN DE VALORACIÓN ECONOMICA DE LAS ALTERNATIVAS:

CAPITULO		ALT.1	ALT.2	ALT.3
		3 Pisos	2 Pisos	1 Piso
	Piso 0	PN (Canal)	PN (Balsa Binafoc)	PN (Balsa San Quilez)
	Piso 1	PN (Balsa Binafoc)		
	Piso 2	PN (Balsa San Quilez)	PN (Balsa San Quilez)	
01.- CAPTACIÓN Y TUBERÍA LLENADO DE BALSA		174.521	174.521	174.521
02.- DEPÓSITO REGULACIÓN RED BAJA DE P. NATURAL		15.000	0	0
03.- BALSA DE PIE DE CANAL		578.142	487.100	599.520
04.- BALSAS ELEVADAS		676.337	771.557	716.894
05.- TUBERÍAS DE IMPULSIÓN A BALSAS ELEVADAS		1.154.272	1.256.777	1.779.315
06.- REDES DE DISTRIBUCIÓN				
06.01.- MOVIMIENTO DE TIERRAS		288.198	263.042	244.309
06.02.- TUBERÍAS		1.254.945	1.130.332	989.299
06.03.- VALVULERÍA, CALDERERÍA, OBRAS DE FÁBRICA		291.989	268.897	204.838
06.04.- HIDRANTES		172.763	172.763	172.763
07.- RED TERCIARIA. TOMAS EN PARCELA		314.796	314.796	314.796
08.- BOMBEO Y FILTRADO				
08.01.- EDIFICIO DE BOMBEO Y FILTRADO		100.000	100.000	100.000
08.02.- EQUIPOS DE BOMBEO		435.444	492.072	715.707
08.02.- INSTALACIÓN DE FILTRADO		60.000	60.000	60.000
09.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
BAJA TENSIÓN		211.501	239.007	347.629
10.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		**1.306.331**	**1.458.987**	**2.147.119**
11.- AUTOMATIZACIÓN		147.960	147.960	147.960
12.- SEG. Y SALUD, CTROL. CALIDAD Y GEST. RESID.		179.555	183.445	217.867
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL (€)		**7.361.751**	**7.521.254**	**8.932.536**
Total por hectárea (€/ha)		**8.956**	**9.150**	**10.867**
Gastos Generales (13%)		*957.028*	*977.763*	*1.161.230*
Beneficio Industrial (6%)		*441.705*	*451.275*	*535.952*
TOTAL EJECUCIÓN CONTRATA SIN IVA		**8.760.484**	**8.950.292**	**10.629.718**
TOTAL EJECUCIÓN CONTRATA IVA INCLUIDO		**10.600.186**	**10.829.854**	**12.861.959**

Tal y como puede observarse en el cuadro resumen de valoración, la alternativa cuyo coste de ejecución ha resultado ser más bajo es la alternativa 1, seguida por la alternativa 2, un 2% más cara y la alternativa 3, que ha resultado ser un 21% más cara que la alternativa 1 un 18,7% más cara que la alternativa 2.

5. VALORACIÓN TÉCNICA

Una vez seleccionados los trazados y emplazamiento de las infraestructuras e instalaciones a proyectar más idóneos a nivel técnico y económico de las alternativas se evalúan a continuación todos aquellos aspectos que también habrá que tener en cuenta en el proceso de selección de la alternativa más idónea.

5.1. PRESIONES EN HIDRANTE

Analizados los datos del dimensionado hidráulico realizado observamos que en la alternativa 1 no se consigue alcanzar las presiones mínimas en hidrante o presiones de consiga en una parte importante de la superficie dominada por el piso inferior o piso 0, es decir por presión natural desde la arqueta de toma.

La alternativa 2 resulta ser la alternativa más equilibrada a nivel de presiones en hidrante, evitando las deficientes presiones con las que contaba la alternativa 1 en parte de la superficie del Piso 0 y las excesivas presiones obtenidas en las zonas más bajas en el caso de la alternativa 3 que requeriría la instalación de tuberías de timbraje PN16 o la instalación de válvulas reductoras de presión, si bien se identifican también algunas zonas de transición entre los pisos intermedio y superior con presiones algo justas.

Conclusión: La alternativa 1 quedaría descartada al no garantizarse las presiones de consigna en una buena parte de la superficie. La alternativa 2 sería la más equilibrada y la que mejor relación coste – presión de suministro obtendría. La alternativa 3 es la que mejores presiones en hidrante garantiza si bien existe una parte significativa de la superficie que tendría exceso de presión y requeriría la instalación de reductoras de presión.

5.2. CAPACIDAD DE RESERVA HIDRICA Y GARANTIA DE SUMINISTRO DE AGUA

En la alternativa 1, el suministro hídrico al piso 0 se realiza directamente desde la arqueta de toma por lo que no contaría con reserva de agua e imposibilitaría el riego durante los días en los que no se realizase pedido. A nivel de suministro de agua sería la alternativa que peores garantías ofrecería.

Si analizamos la **capacidad máxima de las balsas** que se pueden proyectar en los emplazamientos previstos para la balsa intermedia (alternativas 1 y 2) y superior (alternativas 1, 2 y 3) observamos que, de acuerdo con las características orográficas del terreno en el paraje de San Quilez podríamos construir una balsa muy superior a la

capacidad mínima necesaria para el presente proyecto sin embargo en el caso del paraje Binafoc el potencial máximo de capacidad de balsa estaría por debajo de la reserva mínima deseada.

Concluimos que la única alternativa que garantizaría una reserva hídrica suficiente sería la alternativa 3.

5.3. EVALUACIÓN DE LAS AFECCIONES SOBRE EL MEDIO

Superficies ocupadas por las obras:

La alternativa que mayor superficie de terreno ocuparía tanto a nivel de instalaciones como de longitud de tuberías es la alternativa 1, mientras que la alternativa 3 sería la que menor afección o impacto generaría sobre el medio al requerir únicamente la ejecución de 2 balsas frente a las 3 que serían necesarias para la alternativas 1 y 2, una única impulsión frente a las 2 impulsiones de las alternativas 1 y 2 y sería además la que menor longitud de tuberías requeriría al concentrar toda la distribución de agua en una única red de riego frente a las 2 redes de la alternativa 2 y las 3 redes de la alternativa 1.

Riesgos y daños ocasionados en caso de rotura del dique de las balsas:

La orografía del terreno, con una elevada pendiente en el caso de la balsa del paraje Binafoc requiere un diseño de balsa con una gran altura de talud lo que unido a la importante concentración de edificaciones de uso recreativo aguas abajo y al hecho de que la avenida de rotura cruzaría la vía de ferrocarril, la carretera nacional y la autovía, conllevarían a la más que probable imposibilidad de clasificar la balsa dentro de la categoría C, de menor riesgo. En el caso de la balsa de San Quilez los terrenos sobre los que se emplaza son relativamente llanos permitiendo una balsa semiexcavada, más equilibrada en movimiento de tierras y con un dique de pequeña altura y con un mínimo riesgo en caso de rotura dado que no se identifica ninguna edificación a lo largo del recorrido de la avenida de rotura.

5.4. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS

Queda garantizada la disponibilidad de todos los terrenos de la comunidad de regantes por los que discurre la red de tuberías de distribución habiéndose llegado a un acuerdo de compensación entre todos los beneficiarios para indemnizar las ocupaciones y afecciones que se produzcan por estas durante la ejecución de las obras así como para el pago de las oportunas servidumbres de paso de las conducciones.

No sucede lo mismo en el caso de las ocupaciones permanentes necesarias para el emplazamiento de las balsas y parque fotovoltaico donde ha requerido de un proceso de negociación particular que no siempre ha sido fructuoso.

En el caso de la balsa de captación y parque fotovoltaico, proyectados sobre terrenos pertenecientes a un regante de la propia comunidad de regantes La Alegría se ha podido llegar a un acuerdo económico amistoso para su adquisición por lo que se cuenta con la plena disponibilidad de los terrenos.

No ha sido así en el caso de las infraestructuras proyectadas sobre terrenos ajenos a la comunidad de regantes donde el proceso de negociación ha sido más complejo y en ocasiones infructuososo tal y como detallamos a continuación:

La **negociación para la adquisición de los terrenos** previstos para la construcción de la Balsa de Binafoc (piso intermedio) fue infructuosa por las elevadas exigencias y pretensiones de sus propietarios que hacían inviable su compra por mutuo acuerdo. Este emplazamiento es el único técnicamente viable para el desarrollo de las alternativas 1 y 2 por lo que se descartó la búsqueda de otras parcelas alternativas.

En el caso de la Balsa de San Quilez (piso superior) se consiguió llegar a un acuerdo económico razonable con su propietario poniendo a disposición de la comunidad de regantes la superficie que sea necesaria para su construcción.

5.5. GEOLOGÍA DE LOS TERRENOS SOBRE LOS QUE SE PROYECTAN LAS BALSAS

Las **características geológicas de los terrenos** obtenidas a partir de las prospecciones realizadas indican que en el emplazamiento de la balsa intermedia de Binafoc aparecen afloramientos de roca que requerirían el uso de martillos picadores incrementando el coste del movimiento de tierras mientras que en el emplazamiento previsto para la balsa elevada de San Quilez los terrenos son en su mayor parte gravas puntualmente cementadas, pero ripables. A nivel de residuos inertes en el caso de la balsa de Binafoc requeriría el transporte a vertedero de materiales no adecuados para la ejecución del dique y probablemente la importación de materiales de préstamos, mientras que en la balsa de San Quilez todos los materiales de excavación son aprovechables para la ejecución del dique.

6. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN FRENTE A LA ALTERNATIVA 0

Enumeramos a continuación todas las mejoras tanto nivel técnico, económico y medioambiental que justificarían la modernización de las infraestructuras de regadío de la Comunidad de Regantes frente a la alternativa 0 consistente en no hacer nada:

1. **Uso sostenible y protección de los recursos hídricos. Ahorro en el consumo de agua:**

   - **Reducción o incluso eliminación de las pérdidas de agua en el sistema de distribución** derivado de la sustitución del actual sistema de distribución del agua de riego, basado en el transporte y distribución de agua a través una obsoleta red de acequias y tuberías de hormigón de las cuales parten numerosos brazales de riego mayoritariamente de tierra por modernas conducciones de agua a presión.

   - **Incremento de la eficiencia en el sistema de aplicación de agua en las parcelas** al sustituir el riego por inundación con una eficiencia del 60% por un riego por aspersión o goteo con eficiencias comprendidas entre el 80 y el 90% respectivamente. También se consigue un **mejor ajuste de los volúmenes de agua aplicados con respecto a las necesidades reales puntuales de los cultivos** en cada momento específico de su desarrollo vegetativo, imposible de abordar mediante el actual riego por inundación y por lo tanto una optimización de los consumos de agua fundamentalmente en las primeras etapas de desarrollo de los cultivos. Este aspecto supone además una **maximización del potencial productivo de los cultivos implantados** y una notable mejora de la ratio kg producidos por m^3 de agua consumido.

   - **Mejora en la gestión y aprovechamiento del agua** con la ejecución de balsas de regulación permitiendo además la posibilidad de recuperación y reutilización de los volúmenes de agua solicitados y no consumidos debido entre otras causas a fenómenos meteorológicos no previstos como lluvias de intensidad importante que suponen un consumo en parcela muy inferior al volumen solicitado.

2. **Control preciso de los consumos de agua:**

   - Control preciso de los volúmenes de agua en captación y consumidos por cada usuario del sistema mediante la integración en los hidrantes de riego y tomas en parcela de precisos sistemas de medida de caudal.

3. Ahorro en el consumo de energías fósiles. Reducción de la contaminación.

- **Eliminación del consumo de energías fósiles** mediante la sustitución de las actuales instalaciones de bombeo particulares basadas en el uso de grupos electrógenos accionados por motores diésel poco eficientes y altamente contaminantes por un suministro de agua a través de una red de riego presurizada mediante el aprovechamiento de la energía de la planta solar fotovoltaica proyectada. Se han identificado un total de 23 explotaciones amuebladas en su mayor parte mediante el uso de motores diésel de combustión. En la siguiente tabla se recogen las características de cada instalación y en que hidrante quedaría integrada:

Hidrante	Superficie actual real regada	Caudal instalado	Horas de uso del motor	Consumo actual anual de energía	Motor	Potencia	Potencia
	ha	l/s	horas	MW/ hora año	Tipo	CV	KW
H-36	8,30	**23**	894	26,8	Electrico		**30**
H-41	13,81	**25**	894	33,1	Diesel	50 CV	**37**
H-45	13,00	**29**	805	32,2	Diesel Same	54 CV	**40**
H-47	8,10	**37**	447	34,4	Diesel	105 CV	**77**
H-49	5,00	**30**	335	7,4	Diesel	30 CV	**22**
H-50	3,98	**15**	894	26,8	Electrico	40 CV	**30**
H-52	6,24	18	896	9,9	Electrico	15 CV	**11**
H-55	8,12	24	681	36,8	Diesel	75 CV	**54**
H-74	15,60	**31**	1208	24,2	Electrico		**20**
H-78	5,75	18	643	23,8	Diesel	50 CV	**37**
H-79	22,25	**40**	1006	85,5	Diesel Deutz	115 CV	**85**
H-83	13,07	29	907	27,2	Electrico		**30**
H-86	3,66	**16**	460	11,3	Diesel	33,3	**25**
H-88	16,99	38	900	27,0	Electrico		**30**
H-89	13,69	48	574	31,0	Diesel	75 CV	**54**
H-90	12,70	**31**	559	21,2	Electrico		**38**
H-92	17,10	**41**	894	19,7	Diesel Perkins	30 CV	**22**
H-95	16,45	**31**	1783	13,4	Diesel	10 CV	**8**
H-96	13,10	**25**	1342	29,5	Diesel	30 CV	**22**
H-98	8,50	**18**	671	24,8	Diesel	50 CV	**37**
H-99	15,25	**37**	559	53,1	Diesel	130 CV	**95**
H-49	0,85	**15**	112	2,5	Diesel	30 CV	**22**
H-84	2,40	15	447	9,8	Diesel	30 CV	**22**
TOTAL	**243,9010**		**17.912**	**611,4**			

Para la producción de los cultivos de la alternativa desarrollada en el presente

proyecto las instalaciones de riego a presión de la comunidad requerirían de un total de 17.912 horas de funcionamiento anual y que considerando un consumo medio de 6 l/hora de los motores obtendríamos un gasto anual de gasoil de 107.472 litros, es decir unos 440 litros/ha.

- **Reducción de las horas necesarias de laboreo y del consumo de combustibles fósiles**. La zona a modernizar tiene un sistema parcelario de riego a manta muy atomizado caracterizado por la existencia de numerosos bancales de pequeñas dimensiones para adaptarse a la geomería y pendiente del terreno. La implementación de sistemas de riego por aspersión permitirá unir estos pequeños bancales en parcelas de mayores dimensiones que permitirán la optimización del laboreo y en consecuencia las horas necesarias de maquinaria en la realización de las labores de cultivo, por la significativa reducción de los tiempos de maniobra requeridos. Basándonos en el estudio de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias publicado por el MAGRAMA los tiempos necesarios por hectárea para la realización de labores con maquinaria agrícola en los cultivos previstos en la presente actuación varían entre las 9,5 horas del trigo, pasando por las 12,3 del maíz a las 17,5 de la alfalfa. Partiendo de la alternativa de cultivos prevista la duración media se encontraría en 14 horas. Si consideramos que los tiempos de laboreo podrían reducirse como mínimo en un 25 % obtenemos que se conseguiría una reducción de unas 3,5 horas de tractor por hectárea. Partiendo de un consumo medio de 14 l/hora de gasoil para un tractor medio de 125 CV obtenemos que se producirá un ahorro de combustible de 49 l/ha y año. Teniendo en cuenta que ya se encuentran amuebladas un total de 243,9 ha tenemos una superficie de 518,46 ha pendientes de amueblar donde podría llegar a **reducirse el consumo de gasoil en torno a 25.404 litros anuales**.

4. **Ahorro de costes energéticos y minimización de los costes de mantenimiento del sistema.**

La posibilidad de realizar un suministro de agua a presión mediante el uso de energías renovables procedentes de un sistema de producción propio consigue eliminar la dependencia e incertidumbre que genera la utilización de energías fosiles o procedentes de la red eléctrica cuyos elevados costes pueden amenazar la viabilidad económica de las explotaciones agrarias. Con los precios actuales del gasoil agrícola, en torno a 1,30 €/l, y el consumo estimado por hectárea de en torno a 440 litros supone un gasto anual para una explotación media de 572 €/ha, valor muy superior al coste unitario que le supondrá al regante la modernización de las

infraestructuras y donde se eliminarán los costes energéticos.

5. **Mejora de la calidad de vida de los regantes y creación de un modelo productivo más atractivo para las nuevas generaciones de jóvenes agricultores.**

- Las explotaciones agrarias que conservan el sistema de riego por inundación, supone el mantenimiento de un elevado número de pequeños bancales adaptados a este sistema de riego que requiere de una alta dedicación fundamentalmente para la realización del riego que necesita de la presencia prácticamente continua del regante durante todo el turno de riego y que en ocasiones puede ser de varios días consecutivos incluidas las noches. También requiere un mayor coste productivo ya que las parcelas son generalmente de pequeñas dimensiones para poder adaptarse a la orografía y sistema de riego y son en su mayor parte incompatibles con el actual parque de maquinaria agrícola, más moderno, de mayor potencia y tamaño, y que está diseñado para explotaciones de mayor tamaño generalmente de riego por aspersión.

- La realización del riego por inundación se ha convertido en una tarea ardua y pesada que requiere de una alta dedicación no solo para el riego sino también para el mantenimiento y conservación de brazales de riego, arquetas y compuertas, taludes o balates de los bancales y que pocos jóvenes agricultores están dispuestos a seguir con este modelo de agricultura.

- Esta situación, unida a la escasa adaptación al actual parque de maquinaria, mas moderno y potente convierte a estas explotaciones en poco atractivas para las nuevas generaciones de agricultores, además de poco rentables para el actual sistema productivo y eso conlleva al deterioro y abandono de las mismas.

7. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Realizado y valorado el estudio de todas las alternativas planteadas, se presentaron y expusieron éstas a los miembros de la junta de la Comunidad de Regantes informándoles detalladamente de los costes de ejecución de cada una de ellas, exponiéndose al mismo tiempo las particularidades técnicas de cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes resolviéndose por unanimidad como solución más apropiada la **ALTERNATIVA 3**.

Enumeramos a continuación las ventajas de la alternativa 3 frente al resto de alternativas estudiadas:

1. Ofrece las **mejores presiones en hidrante** de las 3 alternativas analizadas, no por ello suponiendo un incremento de los costes energéticos ya que la totalidad del suministro eléctrico se realizará a través de energía solar.

2. Es la que **menor afección provoca sobre el medio**:

    a. Es con diferencia la que menor longitud de tuberías requiere.

    b. Requiere de la ejecución de 2 balsas y una única tubería de impulsión frente a las 3 balsas y 2 tuberías de impulsión de las alternativas 1 y 2.

    c. Minimiza los daños en caso de rotura de dique de las balsas ya que se evita la construcción de la balsa intermedia en el paraje Binafoc, necesaria para las alternativas 1 y 2, y que es la que, con diferencia, mayores riesgos y afecciones se causarían en caso de rotura.

3. Es la que **menor complejidad conlleva a nivel de gestión y manejo de las instalaciones** al contar con una única red, un único bombeo y una única balsa elevada. Es un aspecto que la junta de gobierno de la comunidad de regantes siempre valoró muy positivamente.

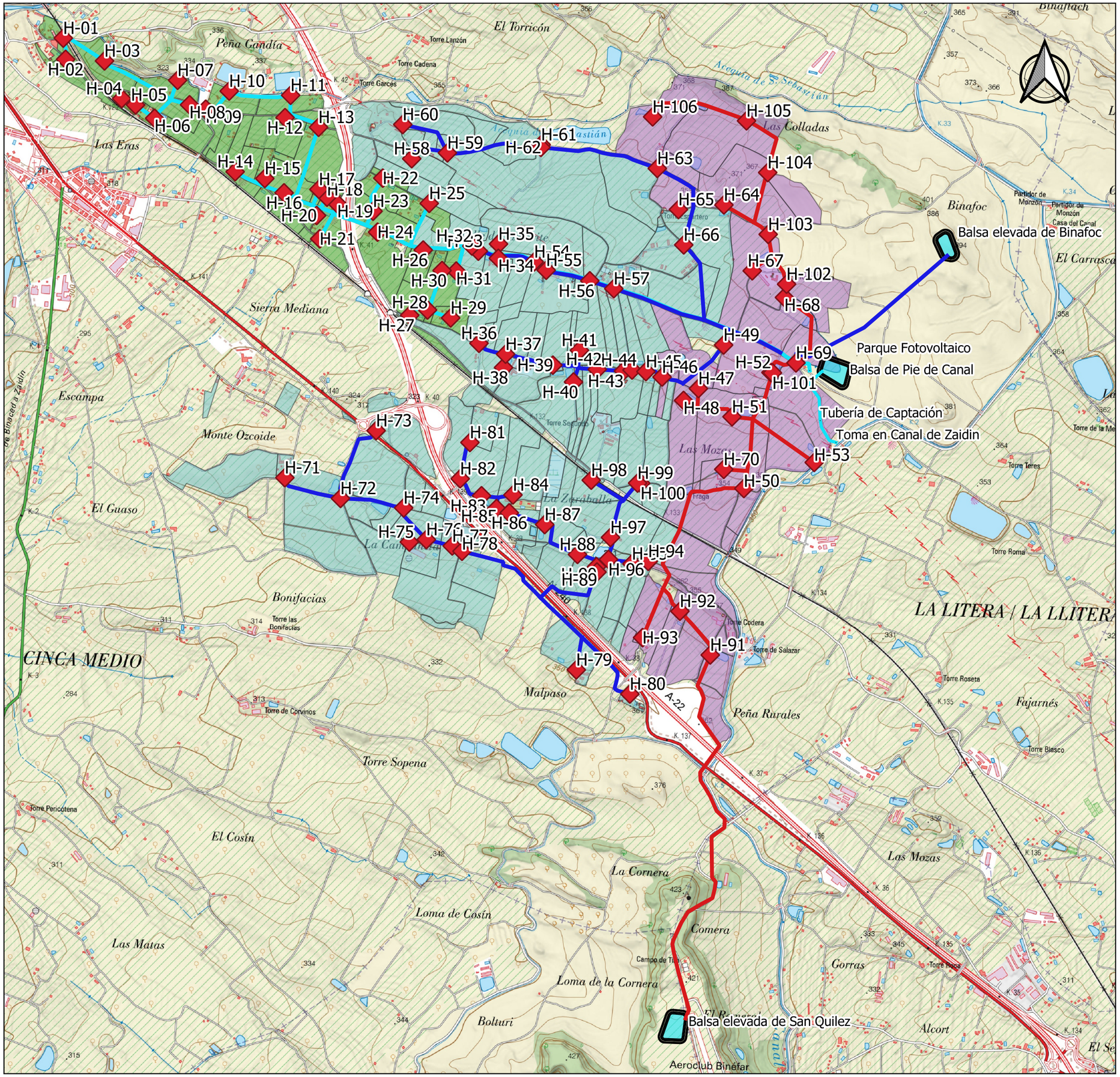
4. Es la única que **garantiza la disponibilidad de todos los terrenos necesarios para la ejecución de las infraestructuras necesarias**. Para el caso de las alternativas 1 y 2 no se consiguió llegar a un acuerdo con el propietario de los terrenos donde se proyectaba la balsa intermedia en el paraje Binafoc. También evitamos la servidumbre de la tubería de impulsión a la balsa de Binafoc cuyo trazado se proyecta por terrenos ajenos a la comunidad de regantes.

5. Es la que **mayor garantía de reserva de agua proporciona**, ya que las características de las parcelas sobre las que se emplaza la balsa elevada

permiten alcanzar las máximas capacidades necesarias de almacenamiento de agua. Por el contrario, en las alternativas 1 y 2 dependientes de la balsa intermedia en el paraje Binafoc, no puede alcanzarse la capacidad mínima de almacenamiento necesaria debió a las características particulares de los terrenos sobre los que se emplazaría.

Como aspecto desfavorable a destacar de esta alternativa estaría el coste de ejecución, habiendo sido la más costosa de las 3 analizadas, suponiendo un sobrecoste de un 18,7 % frente a la alternativa 2.

APENDICE 1.- PLANOS



LEYENDA:

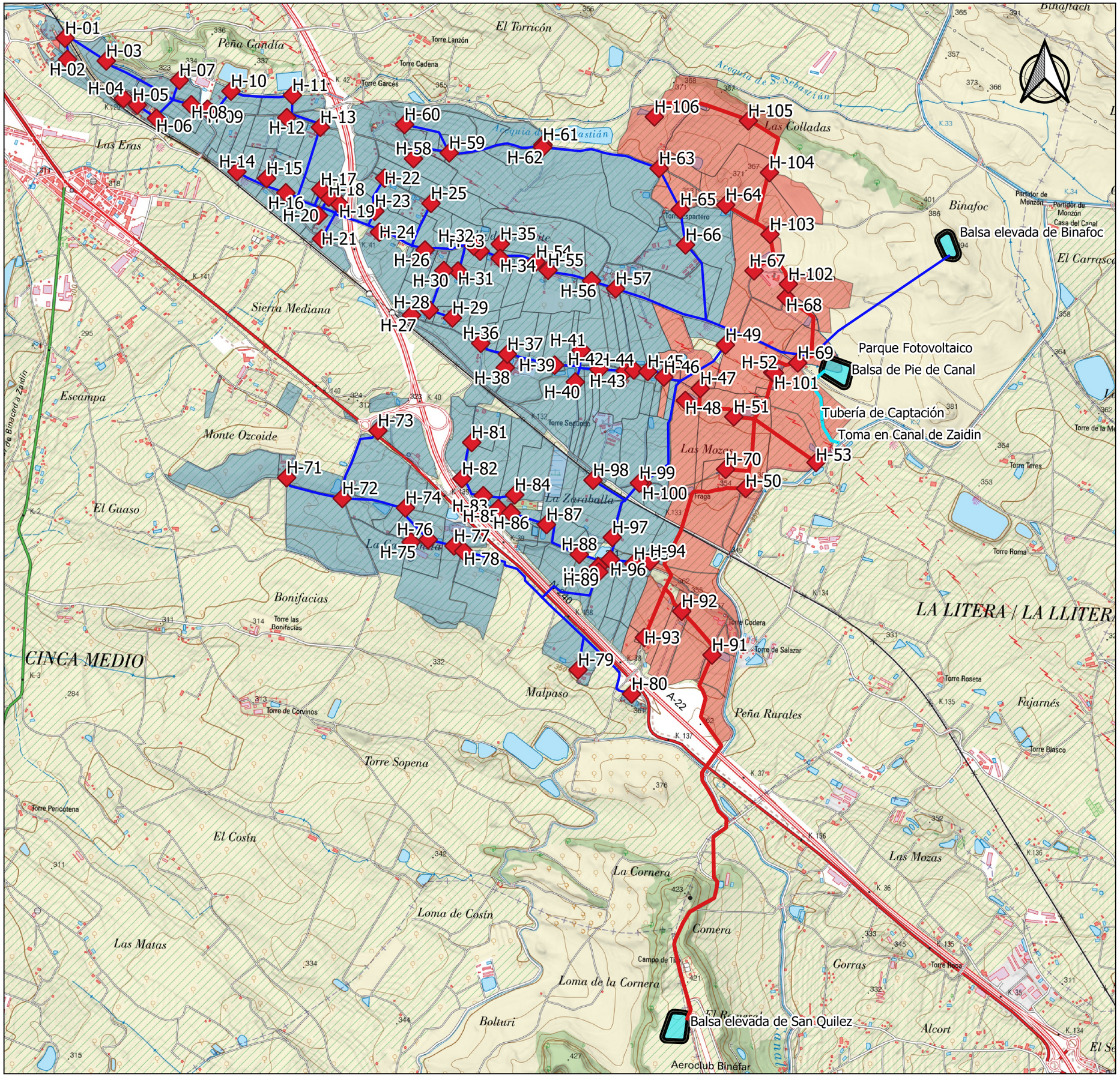
- Red A - Piso 0
- Red B - Piso 1
- Red C - Piso 2

Sectores de Riego:

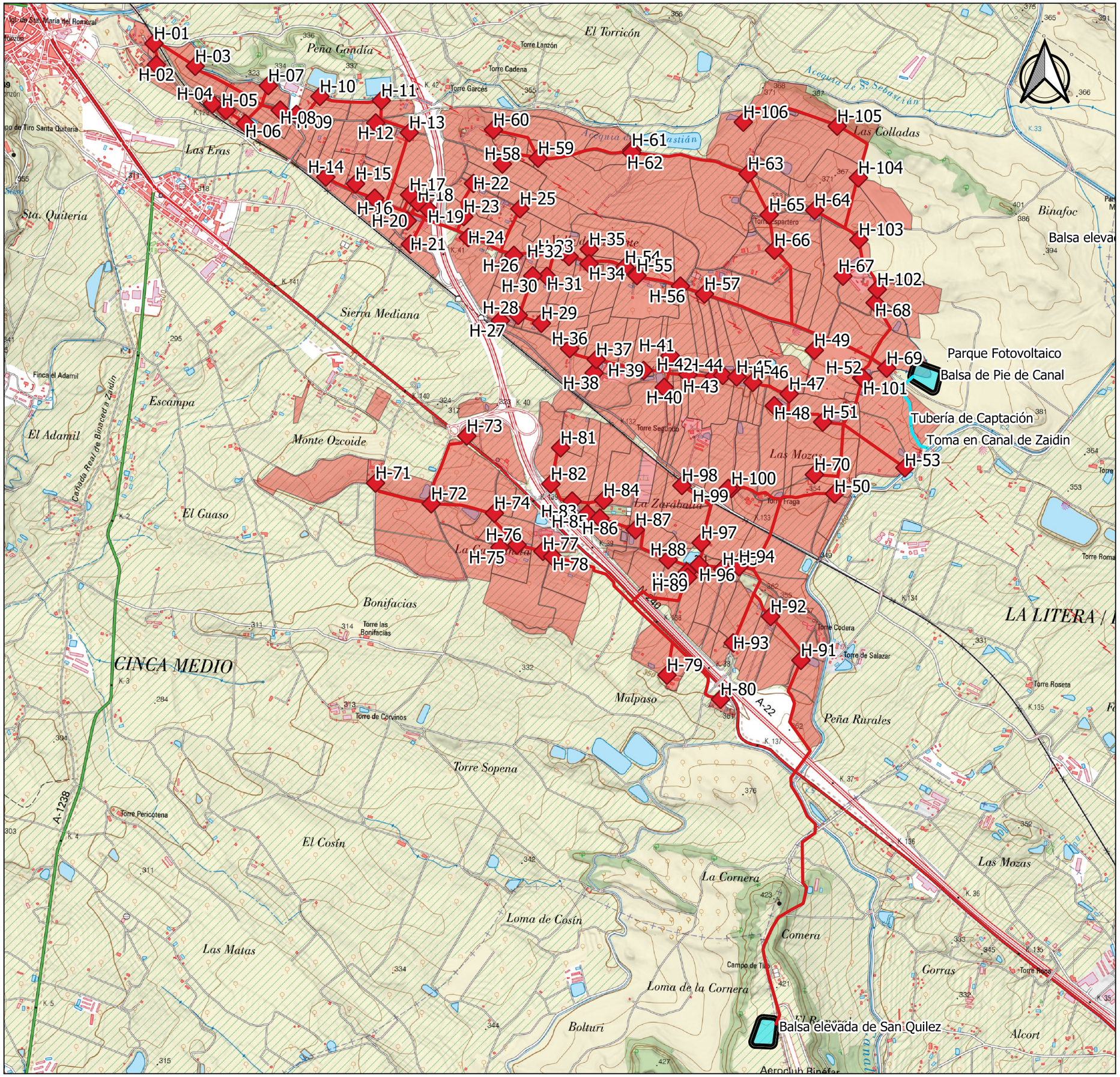
- Piso 0
- Piso 1
- Piso 2
- Hidrantes

0 500 1000 m

ALTERNATIVA 1



ALTERNATIVA 2



LEYENDA:

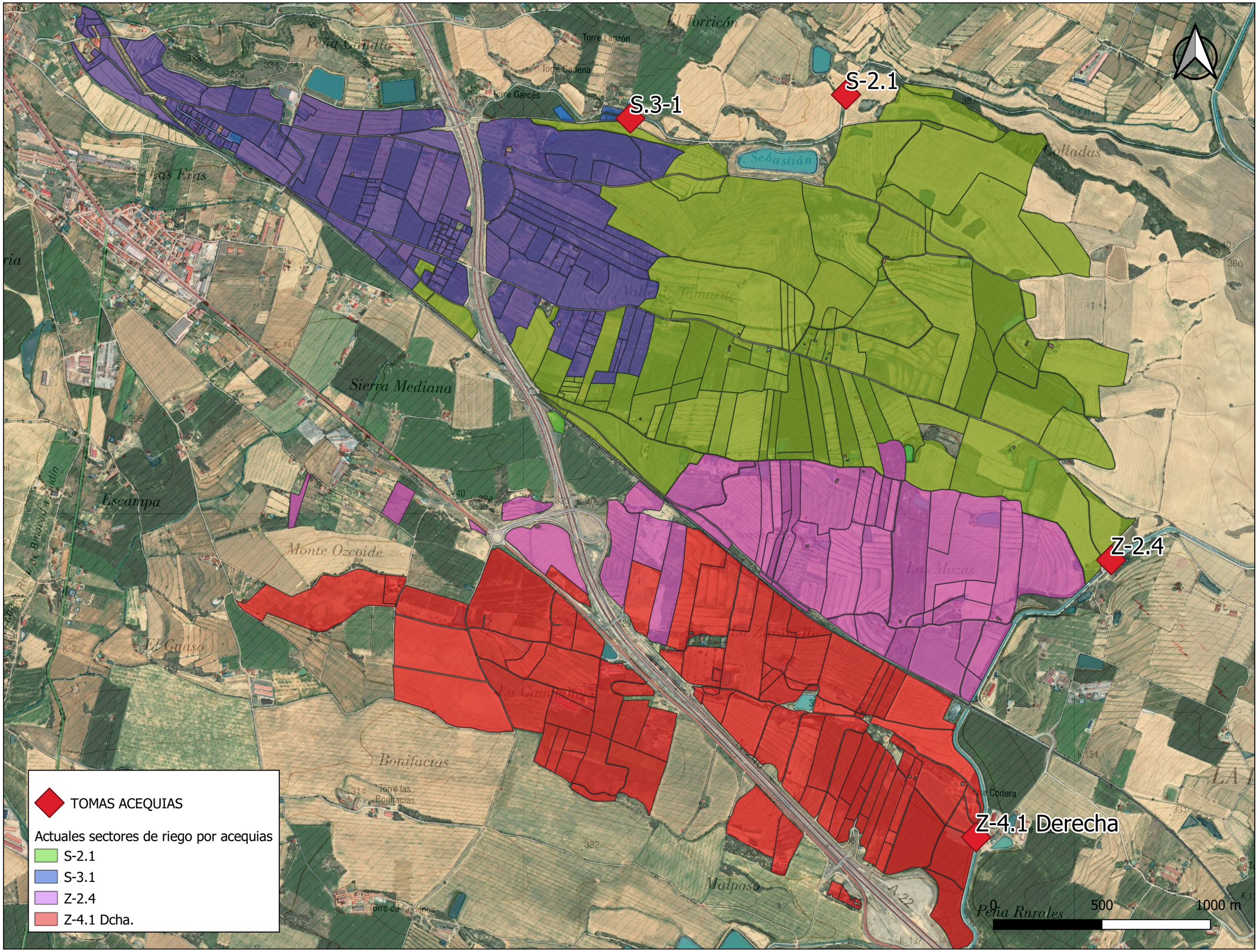
- Red ABC - Pisos 0, 1 y 2
- Hidrantes

Sectores de Riego

- Pisos 0, 1 y 2

0 500 1000 m

ALTERNATIVA 3


S.3-1
S-2.1
Z-2.4
Z-4.1 Derecha
TOMAS ACEQUIAS
Actuales sectores de riego por acequias
S-2.1
S-3.1
Z-2.4
Z-4.1 Dcha.
0
500
1000 m
El Torricón
Torre Lanzón
Torre Cadena
Torre Garcés
Las Eras
Sierra Mediana
Escampa
Monte Ozcoide
El Guaso
Bonifacias
Torre las Bonifacias
Malpaso
Las Colladas
Las Mozas
Peña Rurales
Torre Codera
Torre de Corvinos