

ANEJO Nº 5

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y MATERIALES. JUSTIFICACIÓN
DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

ÍNDICE

1	INTRODUCCION	1
2	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	2
3	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS	4
3.1	MATERIAL DE LA RED DE TRANSPORTE	4
3.1.1	<i>Tuberías de plástico (PVC, PEAD, PRVF).....</i>	<i>5</i>
3.1.2	<i>Tuberías de fundición dúctil (FD)</i>	<i>5</i>
3.1.3	<i>Tuberías de hormigón armado y pretensado</i>	<i>6</i>
3.1.4	<i>Tuberías de acero.....</i>	<i>8</i>
3.1.5	<i>Cuestiones adicionales.....</i>	<i>8</i>
3.1.6	<i>Resumen sobre las tuberías.....</i>	<i>10</i>
3.2	MATERIAL IMPERMEABILIZANTE DE LAS BALSAS	11
3.2.1	<i>Balsa de tierra.....</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Balsa de hormigón.....</i>	<i>12</i>
3.2.3	<i>Balsa de pantalla asfáltica.....</i>	<i>12</i>
3.2.4	<i>Balsa de geomembrana</i>	<i>12</i>
3.3	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL TELECONTROL	13
3.3.1	<i>Comunicación vía radio</i>	<i>13</i>
3.3.2	<i>Comunicación vía GSM y GPRS.....</i>	<i>14</i>
3.3.3	<i>Narrowband (NB-IoT)</i>	<i>15</i>
3.3.4	<i>Resumen elección telecontrol</i>	<i>17</i>
4	DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS	18
4.1	MATERIAL DE LA RED DE TRANSPORTE	18
4.2	MATERIAL IMPERMEABILIZANTE DE LAS BALSAS	19
4.3	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL TELECONTROL	20
5	ANÁLISIS MULTICRITERIO	21
5.1	INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA	22
5.2	INSTALACIÓN DE LAS BALSAS.....	22
5.3	INSTALACIÓN DE TELECONTROL.....	22
6	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	23
7	CONCLUSIONES	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concesiones actuales de agua.....	3
Tabla 2. Resumen de características tuberías	10
Tabla 3. Resumen de precios tuberías.....	11
Tabla 4. Resumen de telecontrol	17
Tabla 5. Alternativas tuberías	19
Tabla 6. Alternativas impermeabilización balsas.....	20
Tabla 7. Alternativas telecontrol.....	21
Tabla 8. Análisis multicriterio alternativas.....	22

1 INTRODUCCION

El objeto del presente proyecto es la modernización de las infraestructuras de riego de la SAT 2.503 el Grupo, de Antas y la SAT 2.890 Climasol, de Vera (Almería), la cual resulta fundamental dentro de la política actual de eficiencia en el uso del agua, impulsada por las instituciones y organismos públicos, tanto a nivel comunitario, como nacional y autonómico.

Las obsoletas canalizaciones y sistemas de riego con los que cuenta ambas SAT en la actualidad hacen imprescindible acometer actuaciones de mejora para minimizar las pérdidas de agua que se producen con las infraestructuras actuales, gestionándose y racionalizándose de una forma más eficiente.

El regadío modernizado es fundamental para el Desarrollo Rural, así como para fijar la población en los pueblos interiores. Además de producir, abastece de materias primas a la industria agroalimentaria y fomenta el sector industrial y de servicios. Todo ello contribuye al asentamiento de población en el campo y a la corrección de desajustes territoriales entre el medio urbano y el rural, y a que la renta agraria procedente del regadío permita la permanencia de agricultores en explotaciones de extensión media.

Al mantener una población estable que cultiva las tierras y los cultivos que controlan la escorrentía superficial del exceso de agua de lluvia, permite la conservación de suelos al reducir la erosión superficial.

Además, la agricultura de regadío tiene efectos favorables sobre el medio ambiente, pudiendo destacar la conservación de los suelos y del paisaje y la captación de CO₂ de la atmósfera por medio de los cultivos. El balance entre la cantidad de CO₂ captada, de la atmósfera, por los cultivos, y la aportada, por los medios de producción agrícola (emisiones de tractores en trabajos de laboreo y de cultivo, maquinaria de recolección, fabricación de abonos y productos fitosanitarios, producción de semillas, etc.) da en los cultivos de la zona regable un resultado neto de efecto sumidero de CO₂.

Con la explotación del proyecto se pretende consolidar el regadío en la zona regable permitiendo el aumento de los rendimientos de los cultivos a la vez que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. El nuevo sistema de distribución de riego y su control, hará posible que se utilicen sistemas de riego en parcela más eficientes, como es el riego por goteo, además de poder telecontrolar las tomas o hidrantes tanto colectivos como de parcela, al mismo tiempo que se reducen las emisiones de CO₂.

2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La SAT El Grupo, de Antas y la SAT Climasol, de Vera, se encuentran situadas en la zona denominada Bajo Almanzora, en Almería, extendiéndose por la margen izquierda y derecha de la autovía E-15 y ocupando los municipios de Antas y Vera (Almería). Estas SAT tienen actualmente tomas de agua que proceden de distintos pozos de aguas subterráneas y de las aguas procedentes del trasvase Negratín-Almanzora, estando dividida la zona regable en dos zonas claramente diferenciadas:

- Zona de riegos en la zona de Antas, que tiene una superficie regable afecta en el presente proyecto de 1.752,25 ha. Corresponden con las zonas de la SAT el Grupo de Antas.
- Zona de riegos en la zona de Vera, que tiene una superficie regable afecta en el presente proyecto de 712,79 ha. Corresponden con las zonas de la SAT Climasol de Vera.

La superficie total regada en la Zona Regable que es afectada con el proyecto es en la actualidad de 2.465,04 ha.

Las actuaciones que se contemplan se llevarán a cabo en la zona regable, que se extienden a lo largo de los municipios de Vera y Antas, en la provincia de Almería.

La zona regable se abastece desde distintos pozos de ambas SAT y desde dos tuberías (una para cada SAT), que se abastecen desde la CR Bajo Almanzora que pertenece a la Sociedad Aguas de Almanzora, S.A., y que da suministro de agua del Trasvase Negratín-Almanzora.

Una gran parte de las acequias y de tuberías (algunas de ellas de fibrocemento) de la zona regable, tienen más de 55 años, y presentan, en líneas generales, un mal estado de conservación. La baja eficiencia del sistema implica muchas pérdidas de agua. Además, el obsoleto sistema de riego no permite automatización alguna, por lo que los regantes están permanentemente dedicados al mismo con estrictos turnos de riego.

Conforme figura en las distintas Concesiones de Aguas, las SAT tienen un volumen concedido de distintas fuentes de 7.738.819 m³/año, (6.405.244 m³ para la SAT el Grupo de Antas y 1.081.575 m³ para la SAT Climasol de Vera). Toda la gestión del agua y mantenimiento de las instalaciones es realizada por las propias SAT.

Las SAT poseen unas concesiones de aguas con las siguientes características:

Tabla 1. Concesiones actuales de agua

	CONCESIONES	VOLUMEN (m³)	CAUDAL (l/s)
AGUAS DE ALMANZORA S.A.			
	Expte A-282-09	50.000.000,000	
C.R. BAJO ALMANZORA			
	Expte A-282-09 (2.841ha)	5.090.125,000	
SAT 2503 ANTAS			
	Negratín Expte A-282-09 (2.108ha)	3.776.833,000	
MOLINERA/MORTEROS?	A-300.01 04.016.0014.01 (500ha)	876.137,000	40,000
CORRALIZA	A-300.01 04.016.0014.03 (500ha)	876.137,000	40,000
PALAS	A-300.01 04.016.0014.04 (500ha)	876.137,000	35,000
	TOTAL ANTAS	6.405.244,000	
SAT 2890 CLIMASOL			
	Negratín Expte A-282-09	1081575,00	
	Expte A-468.04 (10ha)	70.000,000	25,000
	Expte A-468.05 (10ha)	70.000,000	40,000
	Expte A-468.06 (10ha)	70.000,000	40,000
	Expte A-469.07 (6ha)	42.000,000	
	TOTAL CLIMASOL	1.333.575,000	

La zona de riego sobre la que se actúa en este proyecto, ocupa 2.465,04 ha, de las cuales 1.752,25 pertenecen a la SAT El Grupo, de Antas, y 712,79 ha a la SAT Climasol, de Vera, (Almería).

Es fundamental para hacer viable el regadío desde el punto de vista económico y medioambiental reducir las pérdidas de agua consumida. Para ello, se deben acometer actuaciones que permitan ahorrar agua. Para ello en el siguiente anejo se van a plantear las diferentes alternativas y desarrollarlas para su posterior elección y justificación.

3 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

3.1 MATERIAL DE LA RED DE TRANSPORTE

Dada la gran relevancia de las tuberías en el proyecto, se considera de interés analizar los posibles materiales que podrían dar solución a las actuaciones que se pueden resolver mediante tubería.

Desde un punto de vista, estrictamente hidráulico, el criterio de selección de un material pasaría únicamente por adoptar la tubería más lisa, puesto que, a igualdad de diámetros, se tiene la máxima capacidad de transporte. Esto, evidentemente, es un análisis muy simple, ya que seleccionar un material es una cuestión que depende de múltiples factores, como son coste, facilidad de transporte y montaje, resistencia a cargas internas y externas, protección requerida en función del tipo de terreno en que va a ser instalada y del agua a transportar, envejecimiento que puede experimentar, mantenimiento que requiere y tiempo de vida previsto.

No existe una solución óptima global. Todos los materiales tienen sus ventajas e inconvenientes y, en consecuencia, la solución adoptada lo debe hacer desde un escenario específico.

La selección del material de la tubería viene condicionada tanto por el entorno en el que va a ser instalada como por sus condiciones de uso. Ambas circunstancias constituyen datos de partida para tal elección y tenemos:

- La misión asignada a la tubería y su importancia en el conjunto del sistema.
- El tipo de terreno en que va a ser instalada y el agua que debe transportar, aspectos que condicionan la protección que requiere.
- Las cargas internas y externas que debe soportar (resistencia mecánica).
- Relación calidad/precio (coste) en su más amplia acepción.
- Facilidad de transporte, montaje y reparación.
- Envejecimiento en el tiempo (durabilidad - corrosión).
- La incidencia del material en la calidad de las aguas.
- Los tipos de rotura que se producen y las posibilidades que la tubería presenta para su rehabilitación.

Al objeto de establecer el criterio de selección de materiales, procederemos a una definición de los más habituales en tuberías, estableciendo sus características más determinantes en relación con la obra.

3.1.1 Tuberías de plástico (PVC, PEAD, PRVF)

En general, las tuberías de “plástico”, presentan la máxima capacidad hidráulica al poderse catalogar como tuberías hidrodinámicamente lisas. Desde el punto de vista de la resistencia a terrenos agresivos son las que mejores prestaciones poseen. Finalmente, y en base a su bajo peso, abaratan mucho el transporte, son muy manejables y fáciles de montar.

Las limitaciones también están bastante bien definidas, su deformabilidad ante cargas externas les hace perder su geometría cilíndrica y ello las hace vulnerables a las depresiones. De otra parte, sus coeficientes de resistencia a la tracción las hace poco útiles cuando nos situamos en la gama de presiones elevadas, sobre todo, a partir de un determinado diámetro. Dado el caso, las tuberías de PVC (cloro de polivinilo) serían el material más apto para trabajar en la gama de presiones más elevadas.

Por otro lado, las características de resistencia y módulo de elasticidad se ven sensiblemente modificadas a causa de la temperatura y el paso del tiempo, por lo que un elevado factor de seguridad se obliga a considerar en los cálculos, no por la resistencia inicial sino por la que tendrá el tubo al final de su vida más probable (50 años), por lo que en el corto plazo resultan sobredimensionados.

En PVC, existen dos versiones el PVC duro, no plastificado (PVC-U), que presenta unas presiones de trabajo de hasta 16 atm (en menores presiones, solo se fabrican para diámetros pequeños); y el el PVC orientado (PVC-O) siendo esta versión más resistente a la tracción, a la fatiga, es más flexible, de mayor resistencia al impacto y permite ser usado para presiones altas de entre 12,5 a 25 atm, para diámetros de entre 90-800 mm (puede llegar a los 1200 mm, aunque existe poca oferta en este diámetro).

3.1.2 Tuberías de fundición dúctil (FD)

Este tipo de conducción se comercializa en el intervalo 40mm a 2000mm, presentando su máxima aplicabilidad entre los 200mm y los 1600mm. El rango de presiones de trabajo habituales oscila entre las 25 atm para diámetros de hasta 1200mm y las 16atm hasta 1600mm. Las distintas piezas especiales (codos, derivaciones, conos, etc.) se hacen de fundición también.

Las juntas de los tubos suelen ser fundamentalmente de dos tipos: elástica flexible y mecánica Express. La primera es del tipo enchufe y campana, con un anillo de elastómero con sección transversal más o menos complicada, que tiene una misión impermeabilizante; la segunda, está dotada de unos tornillos unidos a la boca hembra de un tubo y sujeta a la boca macho del siguiente, dispone también de un elastómero que le confiere impermeabilidad. Un tercer tipo

sería las juntas tipo brida atornillada, utilizada mucho en válvulas y conexiones de piezas especiales.

Contiene aproximadamente un 3.5% de carbón en forma esferoidal o de nódulos, lo que le otorga el nombre dúctil. Estos nódulos son los responsables de un material más elástico (menos frágil). Un inconveniente, su vulnerabilidad a la corrosión, sigue presente debido al elevado contenido en carbón que contiene. Sin embargo, los revestimientos que se llevan a cabo con las tecnologías actuales son bastante eficaces y este problema queda resuelto, salvo en casos muy especiales y concretos.

El revestimiento interior de la fundición se suele llevar a cabo con mortero de cemento de entre 3.5 y 9mm de espesor en función del diámetro. El revestimiento exterior suele ser con pintura de bituminosas o epoxi, aunque puede aplicarse también una protección con zinc por metalización en caliente. Si el terreno es muy agresivo, se recurre a envolver la tubería en unas fundas o mangas de polietileno que la aíslan y protegen.

Tiene más ductilidad que el acero, por lo que, ante cargas externas de terreno y tráfico, su comportamiento se asemeja al de una tubería totalmente flexible. Ello se traduce en una gran resistencia estructural, haciéndola menos sensible que otros materiales a una deficiente puesta en obra de la tubería.

Las ventajas de la fundición dúctil frente a otros materiales son su elevada resistencia y baja fragilidad, así como su fácil mecanización. Asimismo, y como consecuencia de su elevado módulo elástico de Young, presenta una resistencia a la presión interior muy elevada que la hace especialmente competitiva cuando se trata de instalaciones cuyas máximas son importantes.

Generalmente, no suele colocarse una capa de arena sobre el fondo de la zanja, lo cual es un ahorro económico, pero hay que cuidar un buen apoyo en toda la longitud del tubo. Hay que señalar que las tuberías de fundición pueden cortarse con sierras adecuadas, cualidad muy útil durante el montaje.

3.1.3 Tuberías de hormigón armado y pretensado

El hormigón es un material económico por unidad de volumen, pero resiste mal las tracciones, por tanto, no se pueden utilizar tuberías de hormigón en masa por la presión interior relativamente importante. En cambio, sí son factibles las tuberías de hormigón armado, que suelen disponer de armaduras circunferenciales en una o dos capas en función del espesor del tubo para hacer frente a las flexiones de aplastamiento.

La presión interior debe ser igualmente soportada por las armaduras circunferenciales, pero como el hormigón se fisura con tracciones relativamente bajas, el acero trabaja poco, por ello se suele dejar embebida dentro del tubo una camisa cilíndrica de chapa soldada, que garantiza la impermeabilidad. Esta camisa se considera como material resistente de la sección y es habitual que no supere los 8mm de espesor por su dificultad en el curvado de las camisas.

Otros tubos de hormigón, que también resisten importantes presiones interiores, son los de hormigón pretensado. Constan de un alambre de acero de alto límite elástico, de 5 a 8mm de diámetro, enrollado bajo tensión sobre un tubo de hormigón de gran resistencia. Al igual que en los tubos de hormigón armado, puede tener una camisa o forro de chapa. La principal diferencia es que, mientras en los tubos de hormigón armado la camisa se considera parte integrante de la armadura de tracción, a la camisa de los tubos de pretensado se le asigna fundamentalmente la misión de impermeabilizar, alcanzando espesores pequeños de 1.5 o 2mm.

Durante el enrollamiento se crean unas flexiones y esfuerzos cortantes en las generatrices de los tubos que son resistidas por la camisa de chapa, si existe. Si no tiene forro, el tubo debe tener un pretensado longitudinal previo para al menos resistir estos esfuerzos, más lo que se puedan presentar de flexión o tracción en el conjunto del tubo.

Los tubos de hormigón armado sin camisa de chapa suelen utilizarse en presiones interiores de a lo sumo 1 atm. Su utilización más adecuada es en conducciones en lámina libre.

El gran enemigo de estos tubos es la corrosión de los elementos de acero, de ahí la importancia de los espesores y la calidad del recubrimiento de chapa. En terrenos fuertemente agresivos, se recurre a pintar el tubo con protecciones bituminosas, pinturas plásticas tipo poliuretano o, incluso, sistemas de protección catódica.

Esta tubería, a efectos de su comportamiento mecánico antes solicitaciones de cargas externas, se comporta como una conducción rígida o semirrígida. Esta condición hace que sea el propio tubo quien resista las solicitaciones sin contar con la ayuda del relleno, de manera que no se producen deformaciones o roturas frágiles. Por ello, las condiciones de instalación son más sencillas que en tubos flexibles, especialmente en los que se refiere a las exigencias de los rellenos de las zanjas.

Se fabrica para una amplia gama de diámetros que partiendo de 200mm alcanza los 4000mm, e incluso valores superiores, si bien el intervalo de mayor utilización se sitúa entre los 500mm y 3500mm y en presiones medias y elevadas, siendo habitual llegar a los 2500mm en tubos de hormigón pretensado con camisa de chapa.

La principal desventaja de la tubería de hormigón es su elevado peso en los grandes diámetros, lo que conlleva altos costes de transporte. También su manipulación in situ y la dificultad que

presente el cortar los tubos para adaptarlos a las condiciones que cada montaje requiere, constituye una notable limitación, sobre todo cuando se trata de reparar una avería. En el caso de uniones soldadas (forro de chapa), además de una cuidadosa ejecución y control de calidad, el número de ellas es mayor, frente a otras alternativas, habida cuenta de la menor longitud de los tubos debido a su peso.

3.1.4 Tuberías de acero

Salvo en pequeños diámetros, que suele utilizarse el método de fabricación de estirado sin costura, en los diámetros mayores, usado normalmente en distribución, se sigue el sistema de soldar helicoidalmente largas bandas de chapa.

Este tipo de tubería se fabrica en un amplio rango de diámetros, desde 400mm hasta 3000mm, e incluso superiores. Su máxima utilización corresponde al rango de diámetros 500mm a 1500mm.

Es práctica común dotar de un espesor mínimo de entre 4 y 6mm las paredes de las tuberías, lo que resulta conveniente tanto para prevenir colapso de la tubería por depresión (aplastamiento), como por constituir un factor de seguridad adicional ante una hipotética corrosión. En cualquier caso, los revestimientos que se aplican a los diferentes materiales metálicos, así como la utilización de la protección catódica, ha posibilitado el disminuir estos espesores de pared sin pérdida de eficacia, cuando las condiciones de servicio no requieren timbrajes superiores.

Las ventajas de la tubería de acero son un coste de implantación relativamente discreto, baja fragilidad y un amplio rango de tipos de juntas y diámetros disponibles. Asimismo, es muy resistente a condiciones extremas de operación, pudiendo llegar a soportar presiones internas de hasta 400mca.

Su principal desventaja, como se ha dicho, radica en el riesgo de corrosión interna y, sobre todo, externa, por lo que se utilizan recubrimientos con tratamiento bituminoso, brea, epoxi, polietileno o mortero de cemento y, en su caso (habitualmente en diámetros grandes), protección catódica.

3.1.5 Cuestiones adicionales

Además de tener en consideración las características del material y su relación calidad/precio, hay que considerar otros factores:

- En primer lugar, la especialización del personal encargado de su montaje y

mantenimiento. Es indudable que con un personal de montaje cualificado un material menos noble puede proporcionar resultados tan satisfactorios como los de otros de mejores prestaciones.

- El mantenimiento de toda la red requiere disponer de un stock suficiente. En consecuencia, cuantos menos materiales se utilicen, menos almacenamiento requerirá, y, por consiguiente, si un material se comporta correctamente y su precio en el mercado es competitivo, no parece lógico sustituirlo por otro material más “de tendencia”. En este sentido, dada la gran longitud de red que tenemos y los diferentes “requisitos” de las mismas, es lógico seleccionar diferentes materiales adecuados a las condiciones de trabajo.
- La mayor o menor sencillez con la que puede llevarse a cabo una reparación en un determinado material, y el tiempo que se invierte en la misma, es un parámetro a considerar también. La facilidad con que se corta un tubo, el personal y medios que requiere su manipulación (no se dispone de los mismos útiles de trabajo en un montaje que en una reparación rutinaria llevada a cabo por el propio personal de mantenimiento), el tipo de junta con que cuenta, el tiempo de respuesta del proveedor en caso de requerirse una determinada pieza, etc., son detalles a los que el día a día les da su debida importancia.
- Finalmente, el tipo de rotura que acostumbra a presentar un determinado material puede tener notable importancia. De hecho, la detección de una fuga será más o menos sencilla en función de la clase de rotura, toda vez que para su localización acústica es muy importante el tipo de escape del agua a presión:
- Fisura, longitudinal a lo largo de una generatriz del tubo.
 - Astilla, menos larga, pero más ancha que la fisura.
 - Picadura, cuando la tubería aparece perforada por pequeños poros.
 - Orificio, equivalente a una picadura con poros de mayor tamaño.
 - Juntas, cuando la tubería pierde agua por las uniones de los tubos.
 - Rotura neta, correspondiente a una sección limpia y transversal del eje de la tubería

Cuanto más clara sea la rotura, mejor detección tiene. Consecuentemente, podrá ser objeto de una reparación más rápida.

3.1.6 Resumen sobre las tuberías

Tabla 2. Resumen de características tuberías

	HORMIGÓN CON CAMISA DE CHAPA	HORMIGÓN PRETENSADO CON CAMISA DE CHAPA	PVC	PVC-O	POLIETILENO	PEFY	ACERO	FUNDICIÓN DÚCTIL
PRESIONES DE TRABAJO HABITUALES (DP)	< 20 atm	< 20 atm	< 16 atm	< 25 atm	< 10 atm	< 10 atm (hasta D=2400mm) < 25 atm (hasta D=1400mm)	< 100 atm	< 16 atm (hasta D=1600mm) < 25 atm (hasta D=1200mm)
RANGO DE DIÁMETROS HABITUALES RUGOSIDAD	200 - 3500 mm Buena	500 - 2500 mm Buena	110-630 mm Muy buena	90 - 800mm Muy buena	50 - 500mm Muy buena	150 - 2400 mm Muy buena	400 - 3000 mm Bastante buena	40 - 1600 mm Buena (con revestimiento o de mortero)
LONGITUDES HABITUALES	2.5 a 7 metros (<2500mm) 2.5 a 3 metros (>2500mm)	2.5 a 7 metros (<2500mm) 2.5 a 3 metros (>2500mm)	6 metros	6 metros	6/12 metros	6/12 metros	4 - 13.5 metros	5 a 7 metros
FRAGILIDAD	Sí, en el transporte	Sí, a las ranuras	Sí, a los choques	No	No	No	No	No
PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN	Buena, salvo por corrientes vagabundas	Buena, salvo por corrientes vagabundas	Buena	Buena	Buena	Buena	Requiere protección especial	Buena, salvo terrenos agresivos
FACILIDAD DE REPARACIÓN - MODIFICACIÓN	Difícil	Muy difícil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Bastante fácil	Fácil
NORMALIZACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES	Bajo pedido	Bajo pedido	Sí, en PVC o Fundición	Limitada en PVC-O, fundición	Sí, limitada a pequeñas presiones	Según fabricantes, no normalizadas	Sí	Sí
TIPOS DE JUNTAS	Soldada, Enchufe-Campana	Soldada, Enchufe-Campana	Encolada, Enchufe-Campana, mecánica o bridas	Enchufe campana	Soldado térmicamente	Enchufe- Campana, Manguito	Soldada (a tope, abocardada)	Enchufe- Campana, Mecánica o Bridas
FACILIDAD DE TRANSPORTE - MONTAJE - COLOCACIÓN	Baja (peso elevado)	Baja (peso elevado)	Alta (peso escaso)	Alta (peso escaso)	Alta a Media (peso escaso a medio)	Alta a Media (peso escaso a medio)	Baja a media (peso elevado a medio)	Media (peso medio)
LOCALIZACIÓN ELECTROMAGNÉTICA	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí
COMENTARIOS	Sólo para grandes diámetros	Aducciones y grandes diámetros	Para diámetros pequeños o medianos y presiones moderadas (10atm)	Para diámetros pequeños o medianos y presiones medio-altas (<25atm)	Para diámetros pequeños o medianos y presiones moderadas (10atm)		Requiere revestimiento o interior y exterior. Para diámetros grandes y elevadas presiones.	

Es por tanto que en función de los criterios que se prioricen y las condiciones en cada punto de la red, se puede elegir el material que mejor se adapte, así mismo habrá de considerarse el precio de cada una de ellas.

Tabla 3. Resumen de precios tuberías

DIAMETRO (mm)	Precio €/m PVC-U		Precio €/m PVC-O	Precio €/m ACERO	
	PN-6	PN-10	PN-12,5	DIAMETRO (mm)	Ø con e=8 mm
160	11,01	13,44	11,75		
200	17,2	22,61	19,93		
250	26,41	34,47	30,35		
315	38,83	52,12	43,68	324	160,05
400	54,03	77,66	61,49	406	207,49
450			87,89	457	230,25
500	89,2	120,21	104,85	508	239,14
630	123,96	212,32	157,71	610	274,39
710	-	-	-	711	303,83
800	-	-	250,47	813	410
900	-	-	-	914	422,99
1000	-	-	436,01*	1016	434,83
1100	-	-	596,00*	1118	502,06
1200	-	-	644,71*	1219	629,66

3.2 MATERIAL IMPERMEABILIZANTE DE LAS BALSAS

Las balsas son sistemas artificiales de almacenamiento de agua que se construyen a partir de la excavación del terreno. Suele ir acompañado del levantamiento de muros perimetrales realizados con distintos materiales.

Su principal finalidad es cubrir las necesidades en los períodos de escasez de agua, mediante el almacenamiento de la misma durante épocas de abundancia; pero también se pueden utilizar para regular el abastecimiento (nuestro caso).

Podemos definir hasta cinco tipos distintos de balsas, entre las cuales distinguimos en primer lugar las pequeñas presas, construidas a partir del cerramiento de cauces, con un sustrato natural y perímetro y profundidad irregulares (típicas de ambientes serranos). En segundo lugar, las balsas con sustrato natural, es decir, construidas mediante la excavación en el terreno, aprovechando el material extraído para el levantamiento de los muros perimetrales (se encuentra en zonas impermeables). En oposición a éstas, encontramos las balsas con productos impermeables artificiales que difieren de las anteriores por la superficie artificial que hay en el fondo (se encuentran en terrenos permeables). Cuando se trata de depósitos de obra fabricados

con fondos planos y paredes verticales, hablamos de albercas. Por último, existen las prebalsas, pequeñas balsas de riego por las que circula el agua previamente a verterla en las balsas y que mejoran las características de las aguas.

La construcción de las balsas, puede establecerse en distintos materiales:

3.2.1 Balsa de tierra

Si el material del vaso es lo suficientemente arcilloso. La vida útil de esta balsa es considerable, si se realiza una adecuada explotación y mantenimiento. Pueden estar excavadas o sobre el nivel del suelo; el problema de estas últimas es que, si su altura excede de 5 m, o excede de 100,000 m³, la balsa está clasificada y registrada (reglamento del dominio público hidráulico, mod. 2008); además, el acopio de material no es barato, por lo que se realizan balsas mixtas, con una parte enterrada, y el material excavado se utiliza para el terraplén de hasta 5 m de altura.

3.2.2 Balsa de hormigón

La función impermeabilizadora la desempeña el hormigón sobre un terraplén bien compactado para minimizar los asentos y consiguientes agrietamientos del hormigón. El inconveniente es el coste elevado y como ventaja s presenta la duración y la facilidad de limpieza. Tienen la misma consideración de clasificación que las anteriores, y su coste es prohibitivo salvo que no exista superficie disponible.

3.2.3 Balsa de pantalla asfáltica

El uso de esta impermeabilización exige terraplenes bien compactados y taludes de pendientes muy suaves. Sus ventajas e inconvenientes son similares a las de hormigón

3.2.4 Balsa de geomembrana

Formadas por un geotextil de protección sobre el que se apoya una lámina de reducido espesor (1,5 ó 2 mm). Los materiales pueden ser muy diversos, en geotextil (poliéster, polipropileno, poliamida y polietileno) y en la lámina (PVC, polietileno y EPDM). La vida útil es limitada por la climatología de la zona. Sus ventajas son los costes de instalación uniones de ambos, y así tenemos balsas de excavación, con talud de tierra hasta 5 m impermeabilizada mediante

geomembrana.

3.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL TELECONTROL

En relación con la ejecución del telecontrol, las alternativas constructivas varían según:

3.3.1 Comunicación vía radio

Para transmisión de señales de proceso a distancias muy grandes se pueden conectar puntos mediante módem telefónicos o radio módem. Se suelen emplear para distancias de unos 15-20 km como máximo y generalmente, con una portadora en la banda de UHF. Permite transmisión a distancias considerables con una potencia relativamente baja (5W).

Este tipo de sistemas necesitan un elemento intermedio de comunicaciones. La infraestructura del elemento intermedio se limita a un báculo, con altura de 9 m y una antena omnidireccional.

A continuación, se pasa a detallar técnicamente cada uno de los elementos necesarios para implementar este tipo de comunicación:

Terminal de campo para control (Remotas telecontrol)

En cada hidrante del proyecto se instalará una remota de control cuyas características técnicas serían las siguientes:

- Módulo CPU de control de terminal remoto, diseñado para gestionar las comunicaciones y los diferentes módulos de control, con posibilidad de comunicar con tecnología radio en banda libre de 868 MHz (frecuencia libre, y por lo tanto exenta de la legalización en Industria del proyecto de comunicaciones correspondiente). El equipo dispondrá de un conector para insertar el módulo de comunicaciones radio banda libre. Dispondrá de un conector para poder conectar módulos de ampliación.
- La alimentación del sistema estudiado para esta alternativa será mediante pilas alcalinas durando la carga de estas, al menos 4 años de funcionamiento. Hay que tener en cuenta que la alimentación, de la remota depende del consumo del modelo estudiado.
- Módulo comunicaciones radio baja potencia en banda libre de 868 MHz con posibilidad de configurarse con los siguientes tipos de modulación, 2-FSK, 2-GFSK, ASK/OKK, 4-FSK, 4-GFSK. Posibilidad de configurarse con diferentes velocidades de transmisión así como configurar también el filtro de ancho banda y la desviación de símbolo, utilizara un mecanismo de corrección de errores FEC compatible con el estándar IEE 802.15.4g FEC

- (NRNSC), para mejorar las comunicaciones en entornos ruidosos, utilizará un algoritmo CRC de 16 bits para asegurar la integridad de los datos, con sensibilidad de recepción -123 a 1.2 kbps, bloqueo y selectividad de 54 dB para +/- 12.5 KHz y 82 dB para 10 MHz.
- El tiempo entre comunicaciones donde transmitirá estados y recibirá consignas será de 2 minutos sin que la corriente media del equipo supere los 160 uA/h
 - Dispondrá de un microcontrolador independiente para poder ejecutar de forma autónoma las órdenes que han sido programadas desde el software de control independientemente de la conexión con el resto de elementos (concentradora, acceso a internet, CPU, etc.) estén activos o en fallo, con al menos 2 KBytes de memoria no volátil por toma para guardar todos los datos de funcionamiento (programaciones riego, consignas de funcionamiento, lectura de contadores, etc.). Instalado, incluyendo antena, manguera de conexión, pequeñas materias y en funcionamiento, de acuerdo a las especificaciones del pliego de condiciones.
 - Incorpora 2 E/S de control de solenoides tipo lach y lectura de contadores por pulsos, diseñado específicamente para controlar el riego en sistemas agrícolas, totalmente instalado y probado, con las siguientes características:
 - Filtro entrada de pulsos. Filtro configurable para rechazar los falsos pulsos generados por los contadores para tener la máxima exactitud en la lectura de los mismos.
 - Programación de 5 horarios/ día. Capacidad para gestionar hasta 5 programaciones de riego por cada día de la semana y cada salida de control de solenoides tipo lach.
 - Tensión de electro-válvula. Debe permitir configurar desde el centro de control la tensión de disparo al solenoide hasta 20 V para poder adaptarse a las distintas marcas optimizando así el consumo de energía.
 - Riego volumen. Debe poder ejecutar de forma autónoma programaciones de riego por tiempo o por volumen.
 - Cupo diario. Debe poder aceptar y ejecutar de manera autónoma cupos de riego (metros cúbicos por unidad de superficie) máximos por día para poder limitar el volumen regado por día de cada toma.
 - Deberá admitir los siguientes módulos de ampliación descritos en el pliego de condiciones: Módulo de control de sensores. Módulo control 4 E/S digitales. Módulo remoto señales analógicas (para control de sensores de humedad).

La remota de telecontrol será estanca, no necesitando, según el estudio de coberturas teórico realizado, ningún elemento externo a la misma.

3.3.2 Comunicación vía GSM y GPRS

Además de la comunicación vía radio se puede utilizar el GSM y GPRS como opción de soporte

de comunicaciones.

Esta tecnología de comunicaciones no necesita de elementos intermedios (concentradoras) para enlazar la remota con el centro de control. Si bien en algunos casos es necesaria la instalación de estaciones bases de telefonía para mejorar las coberturas de la zona. En el caso que nos ocupa, se ha incluido en el proyecto un estudio de coberturas de telefonía móvil (válido tanto para la tecnología GSM/GPRS como Narrow-Band) y por lo tanto no es necesaria la instalación de estaciones base.

Para conocer el estado de las comunicaciones de la zona, se ha incluido en el anejo no 9 un mapa de coberturas de telefonía móvil, en el que se muestra que la cobertura es correcta, y por lo tanto no sería necesario la instalación de ningún equipo intermedio (instalaciones base) que hagan la función de repetidor, para poder enviar los datos desde las remotas al software de gestión y control del CC, realizándose la comunicación directamente remota – CC.

Las características técnicas de la remota mediante tecnología GPRS, son exactamente las mismas que las descritas en el apartado anterior para la tecnología vía radio en frecuencia libre, simplemente sustituyendo el módulo comunicaciones radio baja potencia en banda libre de 868 MHz, por un módulo GPRS con las siguientes características técnicas:

- El módem de comunicaciones de los equipos remotos será, como mínimo, tribanda y soportará conexión EDGE, y GSM/GPRS.

3.3.3 *Narrowband (NB-IoT)*

NB-IoT es una tecnología LPWA (Low Power Wide Area) y está basada en LTE (Long Term Evolution). NB IoT está pensada para equipos fijos con bajos volúmenes de transferencia de datos y bajo consumo de energía.

NB-IoT utiliza un canal de frecuencia menos amplio que LTE: el nuevo protocolo opera en un canal de solo 200 kHz de ancho. Se puede utilizar en los equipos LTE existentes, así como sin conectarse a las redes celulares existentes.

El estudio de coberturas de la tecnología móvil indicado para GPRS es igualmente válido para este tipo de tecnología, ya que utiliza la misma red. Por lo tanto, tampoco sería necesario, equipos intermedios (instalaciones base) que hagan la función de repetidor, para poder enviar los datos desde las remotas al software de gestión y control del CC, realizándose la comunicación directamente remota – CC.

En cuanto a prestaciones técnicas de la remota a instalar, coinciden exactamente con las descritas para la remota de la opción vía radio a frecuencia libre, y por lo tanto de la remota GPRS. Simplemente, se utilizaría como elemento de comunicación un módem con las siguientes características:

- Módulo de radio de baja potencia en LTE Cat NB2. Velocidades de transmisión de hasta 127 Kbps para bajada y 158.5 kbps para subida. Compatibilidad con 3GPP TS 27.007 V14.3.0 (2017-03) estándar.
- Bandas de frecuencia B1/2/3/4/5/8/12/13/17/18/19/20/ 25/28/66/70/85. Potencia de transmisión 23 dB +/- 2 dB. Sensibilidad -116 dBm.
- El tiempo entre comunicaciones donde transmitirá estados y recibirá consignas será de 3 minutos sin que la corriente media del equipo supere los 200 uA/h.

En el mercado existen tecnologías similares a la NB-Lot, tal es el caso de la LoRa o la Sigfox (son similares en características y precios); en nuestro caso nos hemos decantado por la NB-lot, por ser la que mayor despliegue e implementación tiene en la zona.

3.3.4 Resumen elección telecontrol

Tabla 4. Resumen de telecontrol

Tipo	Características	Ventajas
Comunicación vía radio	Ventaja	Cierta libertad de ubicación de las remotas, necesaria cobertura de radio.
		No requiere pago por uso del sistema.
		Precio competitivo.
	Inconveniente	Bajo consumo energético
		Con posibilidad de dar cobertura de comunicación a HS's donde no hay cobertura con otras tecnologías (GSM,GPRS,Narrowband,etc,...)
		La radio es sensible a las variaciones de tensión, el cable de antena y el conector han de estar protegidos.
comunicación vía GSM y GPRS	Ventaja	Comunicaciones vía radio son sensibles a interferencias.
		Requiere concentradoras de señal.
		Poco ancho de banda
	Inconveniente	Puesta en marcha compleja de las comunicaciones, teniendo que montar repetidores, si no se llega a todos los puntos
		Gestión compleja de las colisiones en las comunicaciones entre CC y remotas.
		Mayor ancho de banda y velocidad de transmisión que la radio.
Narrow-Band	Ventaja	Antenas de menor tamaño y requerimientos de localización y altura.
		Mayor facilidad de instalación
		Gestión y mantenimiento de la infraestructura de las comunicaciones realizada por tercera
	Inconveniente	Proporciona nueva forma de manejo del sistema
		Acceso WAP y WEB del regante a su válvula
		Coste de comunicaciones, tarificación por paquetes de datos. Parámetro a tener muy en cuenta en la explotación de la instalación. Se estima una frecuencia de transmisión de datos de 2 veces al día (para parámetros genéricos (apertura y cierre de válvula, lectura de contador y lectura de sensor de humedad), siendo las alarmas y eventos transmitidos de forma instantánea), lo que conlleva un coste aproximado de 1,5€ / mes por remota.
Narrow-Band	Ventaja	Necesaria cobertura proporcionada por operador de telefonía
		En el caso del GSM, se produce la tarificación por tiempo de conexión y hoy en día está siendo superado por el GPRS
		El alto consumo obliga a usar baterías recargables y paneles solares u otras fuentes de energía. El consumo de las remotas GSM/GPRS es mayor con respecto al consumo de las remotas radio, lo que implica un sistema de alimentación mayor y por lo tanto más caro (paneles solares y baterías recargables, o pilas de litio de mayor voltaje y amperaje, para una misma autonomía).
	Inconveniente	Tecnología de bajo coste.
		Bajo consumo de energía.
		Mayor longevidad de las baterías del equipo.
Narrow-Band	Ventaja	Conexión de un número masivo de dispositivos IoT.
		Cobertura de largo alcance y entornos interiores.
		Ancho de banda: 180 KHz.
	Inconveniente	Latencia: de 1,5 a 10 segundos.
		Funcionamiento semidúplex.
		Transmisión de datos: 100 Kbps.
Narrow-Band	Inconveniente	Coste de comunicaciones, tarificación por paquetes de datos. Parámetro a tener muy en cuenta en la explotación de la instalación. Se estima una frecuencia de transmisión de datos de 2 veces al día (para parámetros genéricos (apertura y cierre de válvula, lectura de contador y lectura de sensor de humedad), siendo las alarmas y eventos transmitidos de forma instantánea), lo que conlleva un coste aproximado de 0,6 € / mes por remota (menor que la transmisión mediante tecnología GPRS, al transmitirse paquetes de datos de menor peso.
		Necesaria cobertura proporcionada por operador de telefonía.

4 DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

Dado que el proyecto contempla varios subproyectos:

- Red de transporte
- Balsas de regulación
- Telecontrol

Estudiamos las distintas suba-alternativas dentro de cada una de ellas siendo siempre la alternativa 0 no hacer nada

4.1 MATERIAL DE LA RED DE TRANSPORTE

Obviamente, si pretendemos utilizar agua desalada precisamos una red de conducción para la misma, en tanto las pérdidas de la red actual (Alternativa 0 de la instalación de tubería) son de una magnitud tan importante que harían inviable el uso de agua desalada por tuberías obsoletas, con más de 40 años en servicio. Así mismo la nueva conducción se hace precisa para poder recuperar la energía hidroeléctrica del transporte.

Dado que la tubería antigua se encuentra en muchos trazados dispuesta sobre zonas urbanas, se ha establecido un nuevo trazado; para definir este se ha tenido en cuenta:

Que afecte lo mínimo a bienes de interés cultural.

- Que no pase por zonas urbanas de alta densidad
- Que haga pasar la tubería por ramblas y zonas inundadas, el menor trazado posible.
- Que no afecte a especies protegidas
- Que permita el suministro a las distintas comunidades de regantes que conforman las adscritas al proyecto.
- Mínima longitud.
- Que cuente con permiso de los propietarios de las fincas por la que pasa la tubería, o con la administración en el caso de vías de propiedad o gestión pública.

Es por tanto que se han estudiado todas las posibilidades y que el trazado elegido es el que más se adapta a las especificaciones establecidas; siendo las posibilidades de trazado casi infinitas, no se contempla el análisis pormenorizado de estas, no obstante dejar establecido que se han analizado y contemplado distintos trazados alternativos.

Excluido el trazado como alternativas diferenciadoras a analizar, toca analizar el material con el

que ejecutar la obra; en este sentido en el punto anterior, hemos analizado los distintos materiales, sus características y precios y de esta consideración tendríamos las siguientes alternativas, dentro de la alternativa general 1.

Tabla 5. Alternativas tuberías

Alternativa	Descripción
G0 Tubería 1 (G0T0)	No hacer nada
G1 Tubería 1 (G1T1)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de PVC-U
G1 tubería 2 (G1T2)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de PVC-O
G1 tubería 3 (G1T3)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Polietileno
G1 tubería 4 (G1T4)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Fibra de vidrio
G1 tubería 5 (G1T5)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Fundición Dúctil
G1 tubería 6 (G1T6)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de hormigón pretensado con camisa de chapa
G1 tubería 7 (G1T7)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Acero

Existen tuberías que claramente no ofrecen resistencias adecuadas, tal es el caso de las de hormigón, PVC-U, polietileno y fundición dúctil para diámetro de 800 mm. De las que quedan, considerados los precios, reparación y mantenimiento, así como facilidad de montaje; la tubería que mejores prestaciones tiene es la de PVC-O; alternativa G1T2.

No obstante, para diámetros menores de 200-250, y en los ramales, cuyas presiones máximas de trabajo no alcanzarían las 10 atm, todas serían aptas, exceptuando las de no ofrecen diámetros menores de 200, a saber, las de hormigón el acero o la fundición dúctil; Dentro del resto, por precio y condiciones de montaje y mantenimiento, elegimos la alternativa de polietileno, es decir la G1T3.

Un factor importante dentro de esta decisión es la facilidad de trabajo y la experiencia que las comunidades de regantes tienen en relación con este material y su instalación entre invernaderos (condición general de los ramales, de diámetros bajos).

4.2 MATERIAL IMPERMEABILIZANTE DE LAS BALSAS

En el caso de la ejecución de las balsas respecto de una alternativa O, caben las mismas consideraciones ya establecidas en el punto anterior, por lo que partimos de dos supuestos:

Una vez considerada la necesidad de ejecución, y establecida la ubicación por condiciones de

oportunidad y adaptación, solo cabe estudiar las alternativas propias de los materiales o forma de construcción; en este sentido, tenemos las siguientes posibilidades:

Tabla 6. Alternativas impermeabilización balsas

Alternativa	Descripción
G0 B0 (G0T0)	No hacer nada
G1Balsa1 (G1B1)	Balsa con material de tierra
G1 Balsa2 (G1B2)	Impermeabilización hormigón
G1 Balsa 3 (G1B3)	Impermeabilización de pantalla asfáltica
G1 Balsa 4 (G1B4)	Impermeabilización de geomembrana

4.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL TELECONTROL

En este caso, existiría una alternativa General O, es decir, no acometer las obras de modernización en la parte de mejora de la gestión en el uso del agua; algo realmente sin sentido si tenemos en cuenta que el sistema actual:

El control es manual, lo que conlleva una explotación fragmentada y poco transparente.

- No existe contabilidad automatizada y objetiva de los caudales suministrados, no pudiendo conocer las averías de contadores salvo por denuncia del usuario.
- Los tiempos de reacción frente a incidencias no son automáticos; no existiendo monitorización de forma que las incidencias se detectan por determinación visual o falta de suministro (roturas, pérdidas importantes...)
- El cálculo de caudales concedidos y la contabilización de los mismos no se realiza de forma automática lo que da lugar a errores e ineficiencias.
- Equipos de control y medida obsoletos, allí donde existen.
- No existe la posibilidad de programar la apertura de tomas o el cierre cautelar de forma automática (sin intervención del operador).
- La gestión de históricos se realiza manualmente y de forma conjunta, no existe históricos por unidades menores de la mensualidad.

Además de estas características del sistema actual, hemos de indicar que la digitalización permitirá el control de otras mejoras de la red, a saber:

- El suministro de agua desalada
- La mezcla de distintos tipos de agua
- La producción de energía eléctrica y su uso eficiente.

- En tanto la digitalización:
 - Permite optimizar el uso del agua (máxime cuando es desalada o en mezclas).
 - Reduce el consumo de energía o hace está más eficiente.
 - Mejora la p productividad de los cultivos, en tanto la calidad de las aguas está establecida en tiempo real.
 - Facilita la toma de decisiones, y las hace activas inmediatamente.
 - Fomenta la participación y la gestión.

En el telecontrol, uno de los puntos críticos es el de coberturas; no olvidemos de que estamos en un entorno natural, lejos de los entornos urbanos que presentan coberturas importantes de telefonía, sin olvidar las interferencias que algunos sistemas de comunicación presentan; en este sentido, en el punto 3,3 se han desarrollado los distintos sistemas para ejecutar el mismo, pudiendo establecerse tres alternativas en base al sistema de comunicación.

Tabla 7. Alternativas telecontrol

Alternativa	Descripción
G0Telecontrol0 (G0TI0)	No se realiza el telecontrol
G1Telecontrol1 (G1TI1)	Comunicación vía Radio
G1 Telecontrol2 (G1TI2)	Comunicación GPRS GSM
G1 Telecontrol3 (G1TI3)	Narow band

Como hemos indicado en la parte explicativa, la primera alternativa, presenta problemas de conexión e interferencias, no obstante, es la más asequible económicamente; en cuanto a las otras, ambas son técnicamente viables, no existiendo problemas de conectividad ni diferencias significativas entre ellas, pero la Narow band es más económica que la que utiliza GPRS.

5 ANÁLISIS MULTICRITERIO

En la siguiente tabla se resumG1He0e el examen multicriterio realizado. Para la puntuación de cada uno de los criterios se han utilizado signos de puntuación, siendo “-” la opción peor valorada para el criterio en cuestión, “+” representa una opción aceptable y “++” la opción mejor valorada.

Tabla 8. Análisis multicriterio alternativas

	Alternativa	Jurídicos	Socio-Económicos	Funcionales	Ambientales	TOTAL
TUBERÍAS	G0T0		+		++	3
	G1T1	+	+	+		3
	G1T2	+	++	++		5
	G1T3	+	++	++		5
	G1T4	+	+	+		3
	G1T5	+	+	+		3
	G1T6		+	+		2
BALSAS	G0B0		+		++	3
	G1B1	+	+	++		4
	G1B2	+	++	++		5
	G1B3	+		++		3
TELECONTROL	G0TL0		+		++	3

5.1 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

Consideradas las cuestiones ya expuestas relativas a las condiciones de trazado, solo nos quedaría determinar el material para ejecutar la obra; en este sentido hemos elegido una solución intermedia que establece el uso de PVC-O y en casos puntuales utilizar PEAD

5.2 INSTALACIÓN DE LAS BALSAS

Consideradas las posibilidades de ubicación referidas en el punto anterior, solo nos cabe considerar los materiales y estrategia constructiva, y en este caso nos decantamos por la balsa semienterrada cubierta para impermeabilizar con geomembrana.

5.3 INSTALACIÓN DE TELECONTROL

Las alternativas están entre hacer esta instalación o no hacerla, y una vez considerada esta, determinar qué sistema de comunicaciones queremos establecer; en los puntos anteriores, se han evaluado las posibilidades de ambas cuestiones y se ha determinado la necesidad de realizar la obra, y dentro de los sistemas de comunicación existente nos hemos decantado por

la microradiofrecuencia con el sistema Narrowband, al tener este las mejores coberturas en la zona.

6 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Considerando las condiciones de uso, así como las medidas aplicadas para minimizar los efectos negativos que alguna de las alternativas presentaba a priori, se establece como alternativas más interesantes las siguientes:

- Tuberías→ PRFV y FD para los tramos de diámetros grandes DN 700mm y 800 mm y altas presiones, y el polietileno para redes de menor diámetro que este. Tuberías de red de distribución con diámetros inferiores entre 710 y 90 mm.
- Balsa → Semienterrada cubierta para impermeabilizar con geomembrana.
- Telecontrol→ El sistema de comunicación que se utilizará será microradiofrecuencia con el sistema Narrow band.

Garantizan el cumplimiento del PH de las Cuencas Mediterráneas andaluzas y el Plan de Ordenación del Poniente Almeriense.

- Garantizan la posibilidad del uso de agua desalada para riego agrícola.
- Permiten reducir las pérdidas en la red.
- Permite usar fuentes renovables de suministro energético.
- Permite recuperar la energía hidroeléctrica en la red de suministro.
- Permite la regulación de los regadíos (suministro continuo, consumo alterno).
- En una instalación de reducido impacto visual.

7 CONCLUSIONES

Una vez descrito y justificado lo constituyente del presente documento, en relación a todos los elementos que en el intervienen y de conformidad con las disposiciones que lo regulan, el estudio de alternativas se da por finalizado, elevándolo a la consideración de los organismos competentes para su revisión, y si procede, aprobación, quedando a la disposición de los mismos para cuantas aclaraciones y correcciones se consideren necesarias.