



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Proyecto de diseño de una red de riego a presión en una
superficie de 122,80 ha en el municipio de Sagunto de la
Comunidad Valenciana

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Agronómica

AUTOR/A: Sánchez Valverde, Bryan Alexis

Tutor/a: Palau Estevan, Carmen Virginia

Cotutor/a: González Pavón, César

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Proyecto de diseño de una red de riego a presión de una superficie de 122,80 ha en la ciudad y municipio de Sagunto de la Comunidad Valenciana

RESUMEN

El objetivo del proyecto es diseñar una red de riego a presión en la ciudad de Sagunto, ubicada en la Comunidad Valenciana. La red de riego se encargará de suministrar agua de manera eficiente a través del sistema de riego por goteo a las diversas parcelas que conforman la Comunidad de Regantes de Sagunto. Para abastecerse de agua, se hará uso principalmente del río Palancia, el cual será almacenado en un depósito de regulación. La distribución del agua se llevará a cabo mediante una red de tuberías de riego PVC impulsada por un cabezal de riego compuesto por dos bombas centrífugas de 45kW de potencia cada una, un sistema de filtros de malla automáticos, válvulas hidráulicas y un total de 28 hidrantes estratégicamente ubicados en distintos puntos del área del proyecto.

El objetivo principal del sistema de riego por goteo es satisfacer de manera eficiente, según las necesidades hídricas del cultivo principal, en este caso, los cítricos. Este enfoque considera cuidadosamente que el agua es un recurso natural limitado, por lo que se busca optimizar su uso y minimizar su desperdicio de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), "Agua limpia y saneamiento", "Energía asequible y no contaminante" y "Acción por el clima

ABSTRACT

The objective of the project is to design a pressurized irrigation network in the city of Sagunto, located in the Valencian Community. The irrigation network will be responsible for efficiently supplying water through a drip irrigation system to the various plots that make up the Sagunto Irrigation Community. To obtain water, the main source will be the Palancia River, which will be stored in a regulation reservoir. The distribution of water will be carried out through a PVC irrigation pipeline network driven by an irrigation header composed of two centrifugal pumps, each with a power of 45kW, an automatic mesh filter system, hydraulic valves, and a total of 28 strategically located hydrants in different points of the project area.

The main objective of the drip irrigation system is to efficiently meet the water needs of the main crop, in this case, citrus fruits. This approach carefully considers that water is a limited natural resource, so it seeks to optimize its use and minimize waste in accordance with Sustainable Development Goals (SDGs), "Clean Water and Sanitation," "Affordable and Clean Energy," and "Climate Action."

DOCUMENTO N°1

Memoria

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

ÍNDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO.....	1
1.1	OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1.2	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.	1
1.3	DIMENSIÓN DEL PROYECTO.	2
2	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	2
2.1	ANTECEDENTES	2
2.1.1	Legislación vigente.....	2
2.1.2	Normativa.	3
2.1.3	Área del proyecto.....	3
2.1.4	Datos climatológicos.	4
2.1.5	Datos de suelo.....	4
2.1.6	Datos de agua.	5
2.1.7	Datos relativos al cultivo.	6
3	INGENIERÍA DEL DISEÑO.....	6
3.1	DISEÑO AGRONÓMICO.	6
3.1.1	Necesidades totales de riego.....	6
3.1.2	Selección del emisor de riego.....	7
3.1.3	Tiempo de riego.....	7
3.1.4	Coste energético de la instalación.....	8
3.2	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO Y CÁLCULO DEL CAUDAL DE RIEGO.....	8
3.2.1	Hidrante tipo.....	9
3.2.2	Parcelas y caudales requeridos.	10
3.2.3	Diseño de la red.	10
4	INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.	11
4.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	11
4.1.1	Excavación	11
4.1.2	Relleno.....	13
4.1.3	Resultados.....	13
4.2	CABEZAL DE RIEGO.....	15
4.2.1	Bombas de impulsión.	15
4.2.2	Cabezal de filtrado.....	16
4.3	VALVULERÍA DE LA RED DE RIEGO.....	17

4.3.1	Válvula de mariposa	17
4.3.2	Válvula reductora de presión	18
4.3.3	Válvula anti-rotura.....	18
4.3.4	Válvula de retención.....	18
4.3.5	Ventosas	19
5	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	20
6	DOCUMENTOS QUE FORMAN EL PROYECTO.	20
7	CONSIDERACIONES FINALES.	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos meteorológicos. Evapotranspiración (Eto) en mm/mes, Precipitación media (P) en mm/mes y precipitación efectiva (Pe) en mm/mes. Fuente: datos obtenidos en el SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío)	4
Tabla 2. Necesidades totales de riego en los distintos meses teniendo en cuenta los coeficientes de pérdida de agua. LR (fracción de lavado) EA (eficiencia de agua de riego) UE (uniformidad de emisión de riego por goteo)	7
Tabla 3. Parámetros obtenidos para el dimensionado de la instalación.	8
Tabla 4. Resumen de las características del diseño de la red elegida correspondientes con la organización de riego a la demanda y material de la tubería PVC	10
Tabla 5. Dimensión en metros de la zanja tipo según el diámetro nominal (mm) de tuberías..	12
Tabla 6. Naturaleza del terreno a excavar para la zanja tipo.....	12
Tabla 7. Altura en metros de los diferentes tipos de rellano de las zanjas tipos.....	13
Tabla 8. Volumen de excavación en m ³ de los diferentes terrenos de la zanja tipo.....	14
Tabla 9. Volumen en m ³ de relleno.	14
Tabla 10. Válvulas de mariposa con su diámetro comercial y número de unidades.....	17
Tabla 11. Dimensionado de las ventosas de la Red de Riego de Sagunto.	19
Tabla 12. Resumen de las diferentes válvulas de la red de riego. Diámetro nominal DN en mm.	19

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del proyecto. Fuente: elaboración propia	1
Ilustración 2. Cultivo principal del proyecto. Variedad Valencia Late.....	6
Ilustración 3. Bomba seleccionada NB 80-250//220.....	15
Ilustración 4. Filtro Caza-piedras cesta bridado de 10 pulgadas y PN16/PN25.	16
Ilustración 5. Filtro automático de malla autolimpiante Sigma Pro 6".	16

1 OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del proyecto es el diseño de una **red de riego a presión** en la ciudad de **Sagunto de la Comunidad Valenciana**.

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

La red de riego suministrará agua de manera eficiente a través del **sistema de riego por goteo** a las diferentes parcelas que conforman la Comunidad de Regantes de Sagunto. Para captar el agua, se utilizará principalmente el **río Palancia**, que luego se almacenará en un **depósito de regulación**. Para su distribución, el agua será impulsada por una **red de tuberías de riego** mediante un **cabezal de riego** compuesto por un equipo de **bombas de impulsión, sistema de filtros y válvulas de riego, e hidrantes situados en diferentes puntos de la zona del proyecto**.

El objetivo principal del sistema de riego por goteo es satisfacer las necesidades hídricas del cultivo principal, cítricos, de forma eficiente, considerando que el agua es un **recurso natural limitado**.

1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se ubica en la ciudad de Sagunto, perteneciente a la Comunidad de Valencia, Provincia de Valencia como se indica en el **Plano N°1 de Situación del proyecto**. Las coordenadas correspondientes a la ubicación del proyecto son las siguientes:

Sistema de referencia ETRS89 - UTM Huso 30

Coordenada X: 735482.64

Coordenada Y: 4396693.24

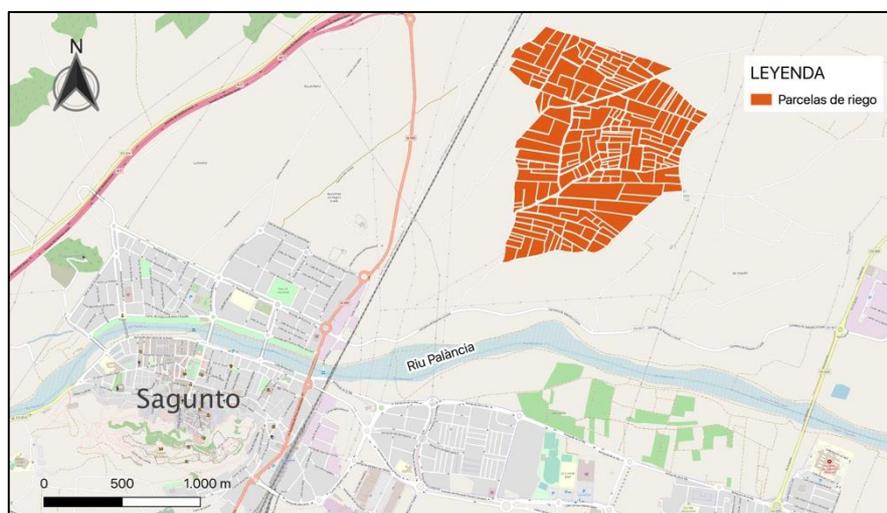


Ilustración 1. Localización del proyecto. Fuente: elaboración propia

1.3 DIMENSIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto está compuesto por un total de **197 parcelas** que cubren una **superficie total de 122,8 hectáreas**. Según la información proporcionada por el SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas), estas parcelas se destinan principalmente al cultivo de **cítricos** y cuentan con un coeficiente de riego del **100%**, lo que indica que todas las parcelas son regadas en su totalidad.

Las características de las parcelas que conforman el proyecto se muestran en el **Anejo I: Datos de partida**

2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

2.1 ANTECEDENTES

El objetivo de este apartado es llevar a cabo un análisis preliminar del proyecto. El propósito de este análisis es **identificar** y **cuantificar** la **información necesaria antes de iniciar el proyecto**, así como identificar posibles problemas y limitaciones a nivel de área del proyecto.

Para lograr esto, será necesario recopilar y estructurar toda la información relevante, como legislaciones aplicables, características del suelo, disponibilidad de agua, condiciones climáticas y características de la plantación. Esta recopilación y estructuración de información será fundamental para llevar a cabo el diseño y los cálculos correspondientes de manera adecuada.

2.1.1 Legislación vigente.

En el presente proyecto, se aplican todos los artículos de las disposiciones legales establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. A continuación, se mencionan las disposiciones más relevantes de carácter técnico:

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Estas disposiciones legales son aplicables para garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos y normativos en el desarrollo del proyecto.

2.1.2 Normativa.

En la elaboración del proyecto, se han seguido las siguientes normativas:

- UNE 318003 IN: Índice de proyectos de obras de riego. Esta normativa establece las pautas y directrices para la elaboración de proyectos relacionados con obras de riego.
- UNE-EN 13635: Técnicas de riego. Sistemas de riego localizado. Terminología y datos suministrados por el fabricante. Esta norma se refiere a los sistemas de riego localizado y proporciona la terminología y los datos que deben ser suministrados por el fabricante de dichos sistemas.
- UNE-EN ISO 13693-1: Sistemas de riego. Dispositivos de seguridad para la aplicación de productos químicos mediante el riego (fertiirrigación). Esta norma establece los requisitos para los dispositivos de seguridad utilizados en la aplicación de productos químicos a través del riego, específicamente en el proceso conocido como fertiirrigación.
- UNE-EN 12201-1:2012: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE)

La adhesión a estas normativas garantiza que el proyecto cumpla con los estándares técnicos y de seguridad establecidos para los sistemas de riego y la aplicación de productos químicos en la agricultura.

2.1.3 Área del proyecto.

El Proyecto se ubica en la ciudad de Sagunto, la cual es tanto un municipio como una ciudad de la provincia de Valencia, ubicada al norte de la Comunidad Valenciana en España. Sagunto también es conocida como la capital de la comarca del Campo de Murviedro.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) correspondientes a 2022, Sagunto cuenta con una población total de 68.066 habitantes. Además, la densidad de población en la ciudad se estima en aproximadamente 494,63 habitantes por kilómetro cuadrado.

Estos datos demográficos proporcionan una idea de la población y la densidad de Sagunto, lo cual es relevante para comprender el entorno y contexto en el que se desarrolla el proyecto.

En Sagunto, al igual que en otras áreas de la Comunidad Valenciana, la agricultura es diversa y se centra en diferentes tipos de cultivos y actividades agrícolas. Algunos de los cultivos destacados en la región incluyen los cítricos, como naranjas y mandarinas, así como hortalizas, frutas de temporada y cultivos mediterráneos típicos como olivos y almendros.

2.1.4 Datos climatológicos.

A continuación, se presentan los datos climatológicos principales obtenidos de la estación meteorológica de Sagunto para el período del 1 de enero de 2010 al 1 de enero de 2020, con el fin de calcular la precipitación media P_m , la precipitación media efectiva P_e y la evapotranspiración Et_0 para el diseño agronómico del proyecto:

Tabla 1. Datos meteorológicos. Evapotranspiración (Et_0) en mm/mes, Precipitación media (P) en mm/mes y precipitación efectiva (P_e) en mm/mes. Fuente: datos obtenidos en el SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío)

Mes	Et_0	P	P_e
Enero	51,95	36,72	19,53
Febrero	65,75	26,44	12,87
Marzo	92,46	55,38	28,76
Abril	110,37	33,60	15,25
Mayo	143,10	24,55	11,22
Junio	159,51	13,81	5,87
Julio	167,31	7,78	3,36
Agosto	144,59	16,31	6,97
Septiembre	110,74	43,27	22,41
Octubre	76,63	47,92	24,66
Noviembre	53,17	64,30	33,97
Diciembre	42,29	29,52	15,61

2.1.5 Datos de suelo.

Los informes de suelo han sido adquiridos a través de la Comunidad de Regantes de Sagunto, y son representativos del área del proyecto. Estos informes proporcionan un análisis exhaustivo de la textura y nutrición del suelo en dos sectores aleatorios de la zona de proyecto. Los informes del suelo se muestran en el **Anejo I: Datos de partida**.

A continuación, se muestra los resultados más característicos de dos zonas aleatorias del proyecto:

- **Zona A**

El suelo de esta zona se clasifica como **Franco**, ya que está compuesto por un 35% de arena, un 40% de limo y un 24% de arcilla. Además, se caracteriza por tener un pH de 7,9 y una conductividad eléctrica de 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- **Zona B**

El suelo de esta zona también se clasifica como **Franco**, con un contenido de un 36% de arena, un 40% de limo y un 25% de arcilla. Presenta un pH de 8,08 y una conductividad eléctrica de 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Según los resultados de los análisis, se determina que **el suelo presenta una clase textural Franco**. Este tipo de suelo es **productivo agrónomicamente**, ya que tiene una buena capacidad de retención de agua gracias a la presencia de arcilla. Además, la combinación de limo y arena le confiere una **buena fertilidad y una textura relativamente suelta**.

Es importante tener en cuenta estas características del suelo al diseñar las prácticas de manejo agrícola y el riego, para optimizar la productividad en el proyecto.

2.1.6 Datos de agua.

El agua utilizada para el riego en este proyecto proviene de la cuenca del Júcar. Se realiza la captación del agua del cauce del río Palancia, la cual se almacena en una balsa de regulación y posteriormente se impulsa hacia las parcelas de riego mediante un equipo de bombeo.

El análisis analítico del agua ha sido proporcionado por la Comunidad de Regantes de Sagunto y se ha realizado en la estación de filtrado, ver **Anejo I: Datos de partida**

Los parámetros clave para determinar la calidad del agua de riego son el pH y la Conductividad Eléctrica (CE).

El agua presenta un **pH de 8**, lo cual indica que es apta para el riego, ya que no presenta problemas en la asimilación de nutrientes por parte de las plantas. Además, la CE del agua es de **1,2 dS/m**, lo que significa que no hay un riesgo alto de salinidad para el cultivo.

En resumen, según los resultados del informe analítico, **el agua es adecuada para su uso en el riego**. Esto garantiza que no habrá impedimentos significativos en la asimilación de nutrientes por parte de las plantas y que no existe un riesgo elevado de salinidad para el cultivo.

2.1.7 Datos relativos al cultivo.

Las parcelas de riego están dedicadas al cultivo de cítricos, específicamente naranjos y mandarinas. Entre las variedades cultivadas se encuentra la Valencia Late. Los árboles de esta variedad son vigorosos y presentan espinas. Los frutos son aptos tanto para consumo fresco como para la industria, ya que su zumo contiene una cantidad muy baja de limonina.



Ilustración 2. Cultivo principal del proyecto. Variedad Valencia Late.

En cuanto a la plantación, se utiliza un marco de **5x4 metros**, lo que resulta en una densidad de **500 árboles por hectárea**. El diámetro de la copa de los árboles es de **3,5 metros**, lo que representa un porcentaje de superficie sombreada del **48,1%**. **Anejo I: Datos de partida**

3 INGENIERÍA DEL DISEÑO.

3.1 DISEÑO AGRONÓMICO.

3.1.1 Necesidades totales de riego.

El diseño agronómico se ha realizado utilizando la herramienta RGWIN en Excel, donde se han obtenido las necesidades de riego netas según se muestra en la **Tabla 1**, así como las necesidades totales de riego del cultivo para cada mes, que se reflejan en la **Tabla 3** del **Anejo II: Diseño agronómico**.

Tabla 2. Necesidades totales de riego en los distintos meses teniendo en cuenta los coeficientes de pérdida de agua. LR (fracción de lavado) EA (eficiencia de agua de riego) UE (uniformidad de emisión de riego por goteo)

Mes	Necesidades netas (l/día/planta)	LR	EA	UE	Necesidades totales (l/día y planta)
Enero	2,77	0,08	0,9	0,9	3,42
Febrero	12,04	0,08	0,9	0,9	14,87
Marzo	8,80	0,08	0,9	0,9	10,87
Abril	21,57	0,08	0,9	0,9	26,63
Mayo	28,00	0,08	0,9	0,9	34,57
Junio	41,95	0,08	0,9	0,9	51,80
Julio	49,06	0,08	0,9	0,9	60,56
Agosto	46,93	0,08	0,9	0,9	57,94
Septiembre	23,16	0,08	0,9	0,9	28,59
Octubre	13,01	0,08	0,9	0,9	16,06
Noviembre	0,00	0,08	0,9	0,9	0,00
Diciembre	1,92	0,08	0,9	0,9	2,37

3.1.2 Selección del emisor de riego.

Una vez conocidas las necesidades hídricas totales, se han seleccionado los emisores a instalar, optando por un **emisor de 3.6 litros por hora**. El diámetro de mojado de cada emisor se determina en función de la textura del suelo, que en este caso es franca. El objetivo es determinar el número de emisores por planta considerando una separación de 1 metro entre ellos, resultando en un total de **8 emisores por planta**. Los resultados se pueden apreciar en la **Tabla 5 del Anejo II**

3.1.3 Tiempo de riego

Los tiempos de riego para cada mes del año se han establecido teniendo en cuenta las necesidades totales de riego para cada período de máxima demanda. Para el resto de los meses se mantiene el tiempo de riego, pero se aumenta el intervalo entre riegos. Los resultados se reflejan en la **Tabla 6 del Anejo II**.

Se ha determinado el caudal máximo requerido en la superficie a regar, considerando la necesidad de riego durante el mes de mayor demanda julio. Además, se ha calculado el caudal medio con una jornada efectiva de riego de 15 horas, así como el volumen necesario para regar una superficie de 122.80 hectáreas.

A continuación, se resumen de los principales parámetros que dimensionan la instalación:

Tabla 3. Parámetros obtenidos para el dimensionado de la instalación.

Caudal emisor seleccionado (L/h)	3,60
Tiempo de riego en el mes de máximas necesidades (h)	2,45
Caudal ficticio continuo (L/s/ha)	0,35
Caudal por unidad de superficie (L/s/ha)	4,00
Caudal por unidad superficie (m ³ /h/ha)	14,40
Volumen anual por ha (m ³)	4.693,09
Superficie total de riego (ha)	122,8

3.1.4 Coste energético de la instalación

El cálculo del coste energético se realiza utilizando la **altura manométrica** y la **potencia de la bomba**. A partir de los datos de las tarifas eléctricas, se planifica el riego de manera que se aproveche la **tarifa P6**, que corresponde al periodo de menor coste, utilizando las demás tarifas solo cuando sea imprescindible.

Considerando una jornada efectiva de riego de 15 horas, el coste y precio energético es el siguiente:

3.2 DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO Y CÁLCULO DEL CAUDAL DE RIEGO.

Se han determinado los caudales de diseño para las redes de riego que tendrán como punto de suministro el embalse de regulación.

El sistema de distribución de agua es a la **demanda con distribución libre**. La superficie de riego se distribuye a través de una red única conectada al embalse, que suministrará el agua mediante conducciones hasta las parcelas.

Esta instalación se clasifica como **multiusuario**, y se establece un límite máximo de **10 parcelas agrupadas por cada hidrante**, con un **mínimo de 4 parcelas**, con el objetivo de reducir la longitud de las tuberías en cada tramo.

3.2.1 Hidrante tipo

Cada hidrante estará equipado con los siguientes elementos: **Ver Plano n°7 Hidrante tipo. Caseta prefabricada**

- Una derivación en la red de distribución, realizada mediante una Te reducida con uniones soldadas a tope.
- Un tramo de tubería de PVC con un diámetro de 250 mm, que se extenderá hasta el punto exacto de instalación del hidrante. En dicho punto se colocará un codo de 90 grados y un tramo vertical de tubería para salir a la superficie. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura a tope.
- Se instalará una brida loca y un portabridas electrosoldado en la tubería vertical de subida.
- Se incorporará una válvula de paso de mariposa con cierre elástico.
- Se instalará un filtro cazapiedras.
- Se colocará una electroválvula hidráulica con un piloto metálico reductor de presión. Los tubos para el mando hidráulico también serán metálicos.
- Se utilizará un colector de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) con una entrada mediante brida, una curva de 90 grados y un tramo horizontal.
- Se colocarán tapones en las salidas no utilizadas.
- Se instalará un manómetro.
- Se incorporará una ventosa.

Para proteger y albergar los componentes de los hidrantes proyectados, se instalarán casetas de hormigón armado prefabricado. Estas casetas estarán equipadas con puertas de chapa metálica que se cerrarán con llave, permitiendo el acceso exclusivo al personal responsable de la Central de Riego.

Las casetas tendrán dimensiones de 1,70 metros de ancho, 1,35 metros de largo y 0,85 metros de altura. Se montarán sobre una solera prefabricada de hormigón que se apoyará sobre el terreno compactado previamente.

3.2.2 Parcelas y caudales requeridos.

Utilizando los programas informáticos EPANET y QGIS, se ha realizado la enumeración de las parcelas, estimado la longitud de las tuberías y asignado los hidrantes correspondientes a cada una de ellas.

Una vez se tienen las parcelas a las que abastece cada hidrante (en nuestra red de riego hay 28 hidrantes), se calcula los **caudales de diseño a demanda** y **caudales que cada hidrante** tendrá que suministrar con el programa informático RGWN. Los resultados se reflejan en la **Tabla 1 y Tabla 2 del Anejo III**

3.2.3 Diseño de la red.

Después de evaluar las opciones propuestas, que incluyen el riego a demanda, el riego por turnos con 6 sectores y el riego por turnos con 3 sectores, **se ha tomado la decisión de utilizar la organización de riego a la demanda.** Dicha elección se basa en el resumen de los costes de las tuberías, costes energéticos y costes anuales de la instalación, los cuales se encuentran detallados en la **Tabla 17 del Anejo IV**

Además, se ha determinado que el material más adecuado para las tuberías será el **PVC UNE EN 1452.**

Tabla 4. Resumen de las características del diseño de la red elegida correspondientes con la organización de riego a la demanda y material de la tubería PVC

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Material	Importe en €
63	212,48	Tubería PVC	869,04
75	122,87	Tubería PVC	573,80
90	220,53	Tubería PVC	1420,21
110	820,05	Tubería PVC	11431,5
125	1250	Tubería PVC	10387,5
140	420	Tubería PVC	4099,2
160	248	Tubería PVC	2854,48
180	917,13	Tubería PVC	18434,31
200	540,17	Tubería PVC	70897,31
250	1226,76	Tubería PVC	177450,83
315	697,2	Tubería PVC	114807,92

4 INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.

4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Para la instalación enterrada de las conducciones, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Excavación de zanjas: Se realizará la excavación de zanjas con sección rectangular, siguiendo las dimensiones y especificaciones requeridas. El objetivo es crear un espacio adecuado para la colocación de la tubería.
- Refino, limpieza y compactación del fondo: Una vez realizada la excavación, se procederá al refino del fondo de la zanja, eliminando cualquier objeto o material que pueda afectar la correcta colocación de la tubería. Posteriormente, se realizará la limpieza del fondo para asegurar su nivelación y se llevará a cabo la compactación del mismo para proporcionar una base sólida y estable para la tubería.
- Ancho mínimo de las zanjas: Se deberá respetar un ancho mínimo en las zanjas para garantizar un espacio adecuado alrededor de la tubería. Esta separación mínima entre las paredes laterales de la zanja y la tubería será de **25 cm a cada lado**.
- Anchuras de la zanja según el diámetro de la tubería: La anchura de la zanja variará en función del diámetro exterior de la tubería a instalar. Las diferentes anchuras que se deben adoptar se especificarán en el **PLANO 10 ZANJA TIPO**

4.1.1 Excavación

La **profundidad de la zanja** se determinará de manera que la generatriz superior de la tubería esté siempre a un mínimo de 1,00 m de la superficie del terreno. Este requisito garantiza un nivel adecuado de enterramiento de la tubería para su protección y para evitar interferencias con otras infraestructuras.

Con el fin de evitar tramos horizontales en las conducciones y minimizar el número de puntos altos y cambios de pendiente, se ha trazado la rasante del fondo de la zanja. La información detallada sobre la rasante, incluyendo las alturas mínimas que deben adoptarse en función del diámetro de la tubería en cada tramo, se encuentran en el **PLANO 10 ZANJA TIPO** correspondiente del proyecto. Además, esta información se representa gráficamente en los planos de perfiles longitudinales, facilitando la comprensión visual de la disposición de la tubería y su pendiente.

Tabla 5. Dimensión en metros de la zanja tipo según el diámetro nominal (mm) de tuberías.

Diámetro mm	Anchura zanja m	Profundidad zanja m
250	0,75	1,45
200	0,75	1,4
160	0,75	1,4
140	0,65	1,4
125	0,65	1,4
110	0,65	1,4
90	0,65	1,3

Dado que no se ha presentado un estudio geotécnico específico de la zona del proyecto, se ha realizado una estimación en porcentaje de la naturaleza del terreno.

- Excavación en terreno duro o roca: Esta categoría abarca aquellos sectores donde se encontrará roca sólida, la cual requerirá el uso de un martillo neumático para su excavación.
- Excavación en terreno compacto o tránsito: En esta clasificación se incluyen las áreas donde el terreno se encuentra compacto y firme, siendo posible utilizar maquinaria equipada con un cazo para realizar la excavación.
- Excavación en terreno flojo o disgregado: Esta clasificación engloba los lugares donde el terreno se encuentra suelto o descompuesto, permitiendo su excavación de manera sencilla mediante el uso de maquinaria con un cazo.

Se han establecido las siguientes distribuciones de terreno que requieren ser excavadas para la realización de las conducciones:

Tabla 6. Naturaleza del terreno a excavar para la zanja tipo.

Terreno	Porcentaje
Rocoso	10%
Compacto	23%
Flojo	67%

4.1.2 Relleno

Se han tenido en cuenta los diferentes tipos de rellenos necesarios para cubrir las zanjas una vez que las conducciones estén instaladas. Se han establecido tres etapas distintas para el proceso de tapado. **En primer lugar**, se crea una capa de material granular que servirá como base para la tubería. A continuación, se realiza un primer tapado de la tubería utilizando material seleccionado de la excavación, o en caso de que este no sea adecuado, se utilizan préstamos de material. Por último, se procede al relleno del resto de la zanja utilizando el material ordinario extraído durante la excavación.

A continuación, se detallan las características geométricas de cada uno de estos tipos de relleno:

Tabla 7. Altura en metros de los diferentes tipos de rellano de las zanjas tipos.

Sección	Altura (m)
Relleno granular	0,2
Relleno seleccionado	0,3
Relleno ordinario	1

4.1.3 Resultados.

Una vez que los fondos de las zanjas estén preparados, se proyecta que la totalidad de las conducciones se apoye sobre un material granular, específicamente arena de cantera caliza. Para lograr esto, se deberá extender **una capa de arena con un espesor mínimo de 20 centímetros en el fondo de la zanja**, creando así una base sólida para la tubería.

El relleno de las zanjas, después de colocar la tubería, se llevará a cabo en dos fases, cada una con un espesor máximo de 20 centímetros.

En la primera fase, se considera el relleno en contacto directo con la conducción, extendiéndose hasta alcanzar una elevación de 0,3 metros por encima de la parte superior de la tubería. Este relleno se realizará manualmente utilizando el material seleccionado de la excavación, el cual no deberá contener elementos gruesos ni piedras con un tamaño igual o mayor a 2 centímetros. En el caso de las zanjas con una profundidad superior a 3,0 metros, y cuando el material de excavación no sea adecuado según lo determine la Dirección Técnica, se utilizarán préstamos de material para llevar a cabo este relleno.

El total de volumen a excavar en las zanjas para las conducciones es:

Tabla 8. Volumen de excavación en m3 de los diferentes terrenos de la zanja tipo.

	Porcentaje	Volumen excavación m ³
Terreno rocoso	10%	727,05
Terreno compacto	23%	1672,22
Terreno flojo	67%	4871,24

La segunda fase, que abarcará desde la cobertura completa de la zanja, se llevará a cabo utilizando maquinaria especializada y el material de excavación ordinario, siempre evitando la presencia de elementos de tamaño superior a 20 centímetros.

El relleno en contacto directo con la tubería ya sea utilizando tierras seleccionadas o arena, se compactará utilizando una bandeja vibradora a lo largo de los costados del tubo, alcanzando un nivel de compactación del 95% del Proctor Modificado. Sin embargo, es importante destacar que la compactación no se realizará directamente sobre la vertical del tubo. Asimismo, el relleno realizado con maquinaria utilizando tierras seleccionadas se compactará también hasta alcanzar el 95% del Proctor Modificado.

Todos los materiales sobrantes provenientes de las excavaciones de las zanjas que no sean aptos para su reutilización en los rellenos serán retirados y transportados a un vertedero adecuado y autorizado para su disposición.

A continuación, se detallan las mediciones correspondientes a los rellenos:

Tabla 9. Volumen en m3 de relleno.

Volumen en m ³	Total
Relleno Arena Cama Asiento Tuberías	1033,50
Relleno Suelo Seleccionado Excavación	1550,25
Relleno Material Ordinario de Excavación	5167,49

4.2 CABEZAL DE RIEGO.

El cabezal de riego está compuesto principalmente por las bombas de impulsión y el cabezal de filtrado ver **Plano N° 9 Cabezal de riego**. Se ubican en una nave con las siguientes características:

- La nave tiene una planta rectangular de dimensiones 8 x 12 metros.
- La cubierta de la nave presenta una pendiente del 8,0% y es a un agua, es decir, tiene una sola vertiente.
- La altura interior mínima de la nave es de 4,64 metros.
- La estructura de la nave está compuesta por tres pórticos separados cada 6,0 metros.
- Cada pórtico está formado por dos pilares de hormigón armado HA-25 prefabricado y una jácena de hormigón armado HA-25 prefabricado.

El depósito de regulación y el cabezal de riego están a la misma cota de altura.

4.2.1 Bombas de impulsión.

Para el sistema de bombeo se ha decidido instalar una asociación de **2 bombas idénticas** en paralelo. Una de estas bombas estará equipada con un variador de frecuencia que le permitirá regular la velocidad de giro en función de las necesidades de caudal y presión en cada momento. Esto no solo nos permite ajustar el funcionamiento de la bomba de manera más eficiente, sino que también reduce la potencia absorbida por la bomba y los costes energéticos asociados.

El caudal máximo requerido se estima en **176,64 m³/h**. Al estar colocadas en paralelo, cada bomba suministrará la mitad de ese caudal, es decir, 88,32 m³/h. En cuanto a la altura manométrica que deberá suministrar cada bomba, será de 60 metros de columna de agua (m.c.a).

De acuerdo con la información proporcionada en el **Anejo V**, se han seleccionado dos bombas horizontales del modelo NB 80-250/220 AF2ABQQE. Estas bombas tienen una velocidad nominal de 2960 rpm y cuentan con un rodete único de 250 mm de diámetro.



Ilustración 3. Bomba seleccionada NB 80-250//220

4.2.2 Cabezal de filtrado.

El cabezal de riego está compuesto por un sistema de prefiltrado y un sistema de filtrado.

El sistema de prefiltrado consta de un **filtro caza piedras modelo cesta bridado de 10 pulgadas**, con clasificación PN16/PN25. Este filtro se ubica antes de las bombas y tiene como objetivo capturar y retener partículas más grandes, como piedras y sedimentos, evitando que lleguen a las bombas y puedan causar obstrucciones o daños.



Ilustración 4. Filtro Caza-piedras cesta bridado de 10 pulgadas y PN16/PN25.

Por otro lado, el sistema de filtrado está formado por un **filtro de malla automático Sigma Pro de 6 pulgadas**. Este filtro cuenta con una capacidad de filtración de **130 micras** y una **superficie de 8.000 cm²** por unidad. En total, el filtro está compuesto por **2 elementos**.



Ilustración 5. Filtro automático de malla autolimpiante Sigma Pro 6".

La velocidad de filtrado en el sistema es de **0,06 m/s**. La presión máxima de trabajo del filtro es de 10 bar, mientras que la presión mínima requerida para el lavado del filtro es de 1,5 bar. El filtro de malla automático se encarga de retener partículas más pequeñas y garantizar una calidad de agua adecuada para el riego.

4.3 VALVULERÍA DE LA RED DE RIEGO.

4.3.1 Válvula de mariposa

Para la red de riego, se ha elegido utilizar **válvulas de mariposa** como válvulas de maniobra. Estas válvulas se **instalarán después de cada derivación** o ramal, lo que permitirá que las demás líneas o ramales sigan funcionando incluso si se produce alguna avería o rotura en las tuberías.

Al seleccionar las válvulas, se tendrá en cuenta el diámetro de las tuberías para asegurar una correcta compatibilidad. En este caso, el número total de válvulas a instalar es de **24 válvulas de mariposa**

Tabla 10. Válvulas de mariposa con su diámetro comercial y número de unidades.

Válvulas de mariposa	
DN mm	Unidades
80	1
125	11
150	1
200	7
250	3
350	1

Las características de las válvulas son las siguientes:

Para **válvulas de 80 hasta 200 mm** de diámetros presentan una presión de trabajo 1,0/1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.

Para **válvulas a partir de 250 mm**, presentan una presión de trabajo 1,0/1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40 o superior, embridada serie 14, con desmultiplicador y motor eléctrico, eje de acero inoxidable, disco de doble excentricidad de fundición dúctil GGG-40 o superior, con junta de EPDM vulcanizada y asiento de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.

4.3.2 Válvula reductora de presión

En la **línea 23** de la red de riego, se instalará una **válvula reductora de presión para controlar y limitar la presión del agua**. Esta válvula se coloca aguas arriba de los hidrantes cuando la presión es alta, generalmente entre 60 y 70 metros de columna de agua (mca), para asegurar que la presión de salida de los hidrantes no sea demasiado elevada.

La válvula reductora de presión seleccionada para la línea 23 es una **válvula hidráulica de diafragma diámetro 200 mm**, con solenoide, con contador, reductora de presión y limitadora de caudal, embreada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y cubierta de fundición recubierta de poliéster, con p.p. de juntas y tornillería de acero. Estas características permiten un control preciso de la presión y garantizan un funcionamiento confiable y duradero en la red de riego.

4.3.3 Válvula anti-rotura

Para asegurar la protección de la red de riego, se han elegido válvulas anti-roturas como válvulas de protección. Estas válvulas se instalarán en puntos estratégicos de la red para prevenir posibles roturas y minimizar los efectos adversos.

En primer lugar, se instalará una válvula anti-roturas justo **después del depósito**. Esta válvula se cerrará automáticamente en caso de rotura en la tubería principal, evitando que el agua del depósito se vacíe por completo. Esto permite controlar y limitar los daños ocasionados por una posible rotura.

Además, se instalará otra válvula anti-roturas **después del cabezal de filtrado**. Esta válvula servirá como medida de protección adicional para evitar roturas en la tubería y mantener la integridad del sistema.

Ambas válvulas anti-roturas seleccionadas tienen un diámetro nominal (DN) de **350 mm y una clasificación PN16**, con una unión en brida. Estas características garantizan un funcionamiento seguro y confiable de las válvulas de protección en la red de riego.

4.3.4 Válvula de retención

Las válvulas de retención cumplen la función de permitir el flujo del agua en un solo sentido, evitando el retroceso del flujo. Por lo tanto, se recomienda su instalación en situaciones donde se desea evitar el retroceso del flujo de agua.

En este caso específico, se instalará **una válvula de retención en la salida del depósito**. La válvula será de **diámetro nominal 350 mm**, con una clasificación de presión **PN16**. Además, contará con una unión en brida y su disco estará fabricado en acero inoxidable.

4.3.5 Ventosas

En la red de riego, se instalarán dos ventosas en zonas estratégicas. Una se ubicará en la **línea 10** y la otra en la **línea 3**. Estas ubicaciones se seleccionan porque presentan un máximo en la pendiente y, posteriormente, disminuyen. De esta manera, se asegura un adecuado funcionamiento de las ventosas en las zonas críticas de la red.

Además de las ventosas mencionadas anteriormente, se instalarán **tres ventosas adicionales**. Dos de ellas se colocarán después de los filtros automáticos para permitir la salida del aire acumulado en esa sección del sistema. La tercera ventosa se instalará al final del cabezal de riego, brindando una última oportunidad de purgar el aire antes de que el agua sea distribuida a las parcelas de riego.

Tabla 11. Dimensionado de las ventosas de la Red de Riego de Sagunto.

Conducción			Ventosa (")	PN (atm)	Unidades
Tramo	Material	Diámetro (mm)			
Línea 3	PVC	315	3	16	1
Línea 10	PVC	180	1	16	1
Cabezal de riego	PVC	315	3	16	3
TOTAL					5

Las características de las ventosas son las siguientes:

Ventosa trifuncional monocuerpo de paso total según diámetro, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable/macizo de polipropileno, revestimiento de pintura epoxi, embridada, presión de trabajo 1,0/1,6 MPa, colocada.

Tabla 12. Resumen de las diferentes válvulas de la red de riego. Diámetro nominal DN en mm.

	Mariposa	Reductora	Anti-rotura	Ventosa	Retención
Unidades	24	1	2	2	1
DN	vario	200	350	vario	350

PLANO N°8: HIDRANTE TIPO ELEMENTOS Y AUTOMATISMOS

PLANO N°9: CABEZAL DE RIEGO

PLANO N°10: ZANJA TIPO

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

7 CONSIDERACIONES FINALES.

Consideramos que los documentos revisados proporcionan una descripción y valoración completa de las obras, y que las mismas pueden ser ejecutadas de acuerdo con el presente Proyecto.

ANEJO I

Datos de partida

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ANTECEDENTES	1
2.1	LEGISLACIÓN VIGENTE.	1
2.2	NORMATIVA.....	1
2.3	ÁREA DEL PROYECTO.....	2
2.3.1	Territorio del Proyecto.	2
2.3.2	Terreno del Proyecto.	2
2.4	DATOS CLIMATOLÓGICOS	8
2.5	DATOS DE SUELO.	9
2.5.1	Análisis de suelo	9
2.5.2	Informes de suelo.	10
2.6	DATOS DE AGUA.....	14
2.6.1	Parámetros de calidad de agua de riego.	14
2.6.2	Informe analítico del agua de riego.....	15
2.7	DATOS RELATIVOS AL CULTIVO.....	20
	Tabla 1. Conjunto de parcelas de riego.....	3
	Tabla 2. Datos meteorológicos. Evapotranspiración (Eto), Precipitación media (P) y precipitación efectiva (Pe).	8
	Tabla 3. Coeficiente de cultivo de cítrico.	21
	Ilustración 1. Parcelas de riego.	2

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es realizar un análisis previo al “*PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA*” con el fin de identificar y cuantificar la información necesaria antes del Proyecto, además de identificar posibles problemas, condicionantes a nivel de área del proyecto involucrados en la misma.

Por ello será necesario recopilar y estructurar toda la información (legislaciones, estadios de suelo, agua y clima), previo a realizar el diseño y cálculo correspondiente.

2 ANTECEDENTES

A continuación, se muestra la información existente que se necesita saber para elaborar el Proyecto.

2.1 LEGISLACIÓN VIGENTE.

Son de aplicación al presente Proyecto todos aquellos artículos de las disposiciones legales expuestos en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, las de índole más técnico son las que siguen:

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

2.2 NORMATIVA.

Para la elaboración del Proyecto, se ha seguido las siguientes normativas:

- UNE 318003 IN Índice de proyectos de obras de riego.
- UNE-EN 13635 Técnicas de riego. Sistemas de riego localizado. Terminología y datos suministrados por el fabricante.
- UNE-EN ISO 13693-1 Sistemas de riego. Dispositivos de seguridad para la aplicación de producto químicos mediante el riego (fertiirrigación)

2.3 ÁREA DEL PROYECTO.

El área del Proyecto es la superficie que directa o indirectamente incide en la misma.

A continuación, se va a diferenciar la palabra territorio de la palabra terreno.

El territorio es la superficie de influencia del Proyecto (Ciudad, Comunidad Autónoma...)

El terreno es la superficie que se usa para alcanzar los objetivos del Proyecto (parcela, finca, solar...)

2.3.1 Territorio del Proyecto.

El Proyecto se sitúa en Sagunto, municipio y ciudad de la provincia de Valencia, al norte de la Comunidad Valenciana. Es la capital de la comarca del Campo de Murviedro.

Según INE 2022, presenta un total de 68.066 habitantes y una densidad de 494,63 habitantes por kilómetro cuadrado.

2.3.2 Terreno del Proyecto.

Las coordenadas de la superficie del Proyecto son las siguientes:

Sistema de referencia ETRS89 – UTM Huso 30

X: 735482.64

Y: 4396693.24

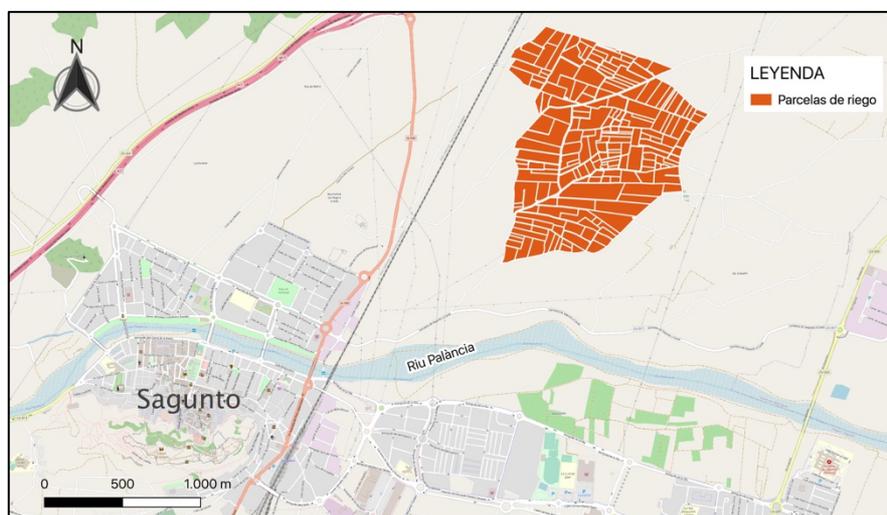


Ilustración 1. Parcelas de riego.

La superficie para proyectar está formada por un total de **197 parcelas** que abarcan una extensión de **122,80 ha**, cuyo suelo está catalogado como suelo genérico no urbanizable de uso agrícola.

No existen problemas de comunicaciones con los núcleos urbanos cercanos, que se encuentran unidos entre sí mediante una red de carreteras comarcales cuya carretera de acceso principal es la de Sagunto a Canet CV-370.

Dentro de dicha superficie existen una red de caminos rurales que se aprovecharán para introducir la red de tuberías y demás elementos necesarios para la ejecución de la obra.

Los datos de las parcelas seleccionadas quedan reflejados en la tabla siguiente:

Tabla 1. Conjunto de parcelas de riego.

Parcela	Área (m ²)	Cota (m)	Pendiente (%)	Subparcela	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	4302	24	0,35	-	735930,92	4397526,33
2	5499	22	2	-	736035,38	4397600,28
3	9357	21	0,71	-	736116,76	4397607,32
4	16234	20	0,71	-	736302,58	4397564,68
5	8596	20	0,01	-	736229,03	4397646,05
6	3276	19	1,15	a	736476,53	4397615,42
6	1635	19	1,12	b	736458,06	4397625,13
7	6906	19	0,71	-	736505,34	4397593,2
11	1939	21	2,12	-	736108,69	4397550,57
64	6550	21	0,71	-	736460,38	4397051,68
65	8415	19	0,01	a	736397,83	4397825,01
66	8373	19	0,71	-	736297,81	4397803,72
67	9541	20	0,01	-	736230,83	4397771,83
68	3457	20	0,71	a	736182,72	4397732,94
69	6726	21	1,79	-	736124,34	4397697,04
69	20457	22	0,71	-	736266,72	4397048,62
70	4859	22	1,15	-	736059,69	4397666,19
70	11478	23	0,71	-	736203,57	4396981,72
71	4910	22	1,79	-	735965,25	4397671,47
71	4760	27	0,35	a	735710,31	4396961,57
71	14593	26	0,71	b	735894,01	4396951,4
71	25355	24	0,71	c	736113,49	4396927,02
72	5113	23	0,35	-	735919,19	4397638,52
72	19986	25	0,71	-	736095,02	4396853,46
73	8337	25	0,35	-	735765,85	4397584,42
73	11061	26	0,01	-	735940,87	4396875,37
74	2067	26	1,15	-	736008,16	4396843,29

Parcela	Área (m ²)	Cota (m)	Pendiente (%)	Subparcela	Coordenadas X	Coordenadas Y
75	4890	25	0,35	-	735661,91	4397593,72
75	4436	25	1,58	-	736058,24	4396809,64
76	4463	26	1,79	-	735628,53	4397593,3
76	4119	26	2	-	736087,59	4396754,41
77	5551	26	0,01	-	735964,41	4396812,66
78	7950	27	0,71	-	735879,44	4396779,18
80	6194	26	0,01	-	735950,64	4396772,14
81	6033	26	0,01	-	736024,98	4396741,63
82	10891	27	0,71	a	735882,43	4396711,54
83	17555	26	0,35	a	735559,57	4397267,76
85	3059	27	0,01	-	735862,11	4396649,97
86	2962	28	2	-	735797,63	4396677,34
86	13496	25	0,01	-	735768,74	4397535,64
87	3896	28	0,35	-	735741,98	4396702,97
88	5883	28	0,71	-	735699,51	4396715,43
89	9494	29	0,71	-	735620,55	4396679,15
90	7563	31	1,15	-	735455,06	4396642,18
91	4340	30	0,71	-	735482,64	4396693,24
91	2160	27	2,24	-	735543,1	4397220,86
92	4592	26	2,24	-	735596,13	4397189,8
93	2601	30	1,15	-	735487,93	4396720,82
94	9075	29	1,58	-	735589,45	4396753,1
94	3278	25	0,01	-	735715,91	4397180,29
95	4573	29	1,15	-	735538,09	4396802,09
95	4576	26	1,58	-	735699,86	4397151,99
97	4080	29	0,35	-	735566,85	4396837,89
97	16386	27	2,12	a	735617,67	4397119,24
98	5186	26	0,71	-	735735,34	4397051,83
99	5211	28	0,01	-	735644,9	4396824,98
99	8726	27	1,58	-	735670,28	4397035,79
100	3649	28	1,85	-	735754,34	4396795,92
101	12831	28	0,71	-	735692,72	4396842,88
101	21999	28	1,58	a	735571,4	4397026,07
102	13598	27	0,71	-	735756,39	4396914,17
102	1509	29	0,71	-	735505,9	4396944,94
103	38258	25	0,71	-	735990,24	4397041,2
103	1536	29	1,47	-	735503,36	4396923,39
104	2337	25	0,71	-	735931,26	4397113,09
104	9678	26	0,01	a	735538,45	4397784,99
104	2999	25	0,01	b	735626,31	4397764,08
104	4074	25	1,58	d	735606,93	4397722,72
105	3047	24	1,41	-	735994,64	4397112,5

Parcela	Área (m ²)	Cota (m)	Pendiente (%)	Subparcela	Coordenadas X	Coordenadas Y
105	1747	25	1,58	-	735681,73	4397794,42
106	2756	24	0,01	-	736025,16	4397135,98
106	9626	26	0,01	-	735556,87	4397823,79
107	2102	24	1,06	-	736006,68	4397251,88
107	7891	25	0,01	a	735590,02	4397941,05
107	10759	25	0,71	b	735544	4397901,76
108	4168	25	1,58	-	735905,44	4397178,81
108	10688	24	0,01	-	735668,64	4398023,43
109	8402	25	0,01	-	735830,33	4397145,94
110	3334	25	0,01	-	735849,69	4397189,37
111	1920	25	1,58	-	735866,71	4397219,89
112	6996	25	0,01	a	735852,95	4397245,99
112	3687	22	0,01	-	735959,32	4397977,79
113	9391	24	0,01	-	735929,13	4397332,15
113	1499	21	2	-	736113,55	4397949,48
114	8778	23	1,58	-	735970,21	4397364,43
114	1508	21	1	-	736118,19	4397938,07
115	3194	23	1,58	-	735964,93	4397404,92
115	7428	21	0,35	-	736111,43	4397914,41
116	2711	20	0,01	-	736169,74	4397922,86
117	8152	24	0,01	-	735875,43	4397396,41
117	2851	20	0,01	-	736203,75	4397869,41
118	19842	23	1,58	a	736016,81	4397494,91
118	3823	24	0,01	b	735861,32	4397465,91
118	4755	20	1	-	736148,19	4397853,15
119	2855	22	0,71	-	736074,29	4397487,86
119	3778	21	0,01	-	736119,46	4397824,41
120	1962	22	1,58	-	736112,43	4397475,53
120	3312	22	1	-	735978,75	4397840,04
121	17885	22	0,71	-	735962,06	4397748,56
122	2298	21	0,71	-	736183,16	4397473,95
122	8230	23	1,58	-	735866,34	4397658,78
123	10716	21	0,71	-	736260,03	4397483,93
123	9629	24	0,01	-	735804,44	4397709,28
124	3036	20	1,41	-	736315,48	4397498,3
125	8796	20	0,71	-	736417,6	4397487,74
126	3668	19	0,01	-	736457,21	4397475,7
126	10498	23	0,71	a	735847,1	4397901,07
126	18287	24	1,58	c	735799,9	4397815,57
127	8794	19	0,71	-	736540,54	4397449,88
127	11352	24	1,79	a	735774,45	4397945,61
127	5087	23	1,15	c	735850,5	4397997,58

Parcela	Área (m ²)	Cota (m)	Pendiente (%)	Subparcela	Coordenadas X	Coordenadas Y
128	12616	24	0,35	a	735694,62	4397914,93
129	5148	18	1,15	-	736553,99	4397580,89
129	6645	24	0,01	-	735742,12	4398004,39
130	2527	18	0,01	-	736588,7	4397558,28
130	3794	22	2	-	735911,55	4397947,36
131	2351	18	0,01	-	736612,11	4397542,68
131	3260	21	1,15	-	736033,88	4397907,86
132	3753	18	0,01	a	736644,94	4397495,32
132	3835	18	0,71	c	736606,86	4397450,15
132	5642	19	0,35	d	736554,05	4397365,64
132	4051	22	2	-	736012,33	4397885,04
135	3095	20	0,71	-	736520,18	4397294,01
136	2647	20	0,01	-	736507,82	4397242,4
137	2626	20	0,35	-	736498,13	4397213,97
137	2506	21	1	-	736079,72	4397809,18
138	2505	21	1,35	-	736078,45	4397783,83
140	3617	21	1,58	-	736419,86	4397218,32
141	1065	21	0,71	-	736422,87	4397195,91
142	1342	21	0,01	-	736398,79	4397196,92
144	16343	21	0,71	a	736426,63	4397124,32
145	7345	22	0,35	-	736329,53	4397133,24
146	2454	22	1,58	-	736336,57	4397179,25
147	3960	21	1,58	-	736346,43	4397203,19
148	3673	21	0,01	a	736337,59	4397265,74
149	13539	22	0,71	-	736238,22	4397248,03
150	4388	23	0,71	-	736175,72	4397224,58
151	8862	23	0,71	-	736211,15	4397116,37
152	2516	23	1,58	-	736131,33	4397110,26
153	2415	24	0,01	-	736067,71	4397118,95
154	4881	23	1,15	-	736088,37	4397140,07
155	1174	23	2,24	-	736115,84	4397188,66
156	1309	24	1,91	-	736053,88	4397192,34
157	658	24	2,18	-	736062,42	4397214,24
157	3437	22	0,01	a	735948,71	4397927,69
158	2573	23	0,01	-	736098,11	4397211,9
159	2320	23	1,41	-	736106,09	4397237,25
160	4406	22	0,01	-	736179,09	4397292,87
161	2295	23	0,35	-	736119,46	4397274,09
162	2246	23	0,71	-	736046,21	4397265,45
163	3876	23	0,01	a	736036,56	4397323,76
164	2496	23	0,35	-	736061,93	4397371,31
166	4033	22	1,15	-	736112,64	4397329,53

Parcela	Área (m ²)	Cota (m)	Pendiente (%)	Subparcela	Coordenadas X	Coordenadas Y
166	3669	20	0,01	-	736182,27	4397743,56
167	5253	22	0,71	-	736160,99	4397355,35
167	4166	20	0,71	-	736162,41	4397713,14
168	4107	22	1,58	-	736143,85	4397391,27
169	1426	22	1,91	a	736053,3	4397427,97
169	2064	21	0,71	b	736152,13	4397408,31
171	1805	22	0,01	-	736123,66	4397439,15
172	2850	21	1,15	-	736169,67	4397433,52
173	6047	21	0,71	a	736249,08	4397381,99
173	8492	21	0,01	b	736394,35	4397322,57
174	2135	21	0,71	-	736320,45	4397377,92
176	2190	20	2,12	-	736365,52	4397374,17
177	5878	19	0,01	a	736312,73	4397864,77
177	5261	20	1,41	-	736374,91	4397392,95
178	6054	20	0,01	-	736462,47	4397360,32
187	1565	25	0,35	-	735665,99	4397771,05
188	10247	25	0,71	-	735735,22	4397680,18
205	2240	27	1,58	-	735531,65	4397192,64
216	13216	25	0,35	-	735663,06	4397445,32
217	25486	25	0,01	a	735707,21	4397366,09
218	17913	26	0,35	-	735636,87	4397318,56
367	1686	30	0,01	-	735507,81	4396739,39
368	2620	24	0,71	-	736013,04	4397213,67
374	4178	23	0,71	-	735930,39	4397562,33
381	2237	28	1,79	-	735820,09	4396684,67
382	2312	28	0,01	-	735759,53	4396694,53
396	3492	28	0,71	-	735609,92	4396913,64
401	9331	30	0,71	-	735548,66	4396678,51
405	1855	21	1,06	-	736136,35	4397539,95
406	1956	21	1,15	-	736163,11	4397530,09
413	6321	19	0,71	-	736478,73	4397437,59
415	1536	23	1,15	-	736126,95	4397290,65
418	4285	28	1,58	-	735643,49	4396774,11
423	5628	21	0,71	-	736384,9	4397283,83
437	2209	25	0,01	-	735880,96	4397134,17
446	12219	19	0,01	-	736317,38	4397654,02
447	11577	19	0,35	-	736382,17	4397659,65
448	5236	19	0,71	-	736441,8	4397648,39
450	8471	24	0,71	-	735843,48	4397299,5
466	3809	24	0,01	-	735959,37	4397177,83
469	6266	26	0,01	-	736009,36	4396677,86
512	2458	18	1,91	-	736673	4397534,6

Parcela	Área (m ²)	Cota (m)	Pendiente (%)	Subparcela	Coordenadas X	Coordenadas Y
9051	717	24	0,71	-	735937,94	4397131,48
9052	653	24	0,35	-	736001,35	4397087,1

2.4 DATOS CLIMATOLÓGICOS

Para el estudio climatológico se han utilizado datos de la estación meteorológica de Sagunto.

Se han obtenido datos desde 1 enero 2010 hasta el 1 enero 2020, con un total de 10 años para realizar cálculos de diseño agronómico más precisos

Provincia: Valencia

Término: Sagunt

UTMX: 732200.000

UTMY: 4392210.000

Huso: 30

Altura: 25m

Fecha de instalación: 23/01/2001

Los datos meteorológicos principales que necesita el Proyecto son la Precipitación media P_m (mm/mes), Precipitación media efectiva P_e (mm/mes) y Evapotranspiración E_{t0} (mm/mes)

Tabla 2. Datos meteorológicos. Evapotranspiración (E_{t0}), Precipitación media (P) y precipitación efectiva (P_e).

Mes	E_{t0}	P	P_e
Enero	51,95	36,72	19,53
Febrero	65,75	26,44	12,87
Marzo	92,46	55,38	28,76
Abril	110,37	33,60	15,25
Mayo	143,10	24,55	11,22
Junio	159,51	13,81	5,87
Julio	167,31	7,78	3,36
Agosto	144,59	16,31	6,97
Septiembre	110,74	43,27	22,41
Octubre	76,63	47,92	24,66
Noviembre	53,17	64,30	33,97
Diciembre	42,29	29,52	15,61

2.5 DATOS DE SUELO.

Los informes de suelo han sido obtenidos a través de la Comunidad de Regantes de Sagunto. Los informes de suelo son representativos del terreno del proyecto y muestran un análisis textural y nutricional completo de dos sectores aleatorios de la zona de proyecto.

2.5.1 Análisis de suelo

- Zona 1

La clasificación de este suelo es **Franca**, pues presenta un 35% de arena, 40% de limo y 24% de arcilla. Además, se caracteriza por ser un suelo con **pH de 7,9** y tener una conductividad eléctrica de **320 μ S/cm**.

- Zona 2

La clasificación de este suelo es **Franca**, pues presenta un 36% de arena, 40% de limo y 25% de arcilla. Además, se caracteriza por ser un suelo con **pH de 8,08** y tener una conductividad eléctrica de **260 μ S/cm**.

Según los resultados de los análisis, el suelo presenta una clase textural **Franca**. Se caracteriza por ser un suelo productivo agronómicamente pues gracias a las arcillas, presenta una buena capacidad de retención de agua, presenta una buena fertilidad, aportada por los limos y la textura es relativamente suelta debido a la arena.

2.5.2 Informes de suelo.



LABORATORIOS QUÍMICO-AGRÍCOLAS, S.L.

POL. LLANO DEL ESPARTAL, C/ ARQUITECTO JUAN BLAS APARICIO, 1
03006-ALICANTE. TELF.: 96 510 48 64. FAX: 96 511 64 15

LABORATORIO AUTORIZADO
POR LA CONSELLERIA
D'AGRICULTURA I PESCA
(D.O.G.V. 4-6-97)

INFORME SOBRE ENSAYOS EN SUELO	Informe Nº: 1- S-1380/22
--------------------------------	--------------------------

Datos del cliente SINDICATO DE RIEGOS DE SAGUNTO PZA. MAYOR, Nº 10 SAGUNTO VALENCIA	Datos de la muestra Nº muestra 1380/22 N. referencia S-1380/22 Su referencia SECTOR-1 50/21 Finca/Parcela Cultivo Fecha entrada 30/11/2022 Fecha salida 12/12/2022
--	--

Análisis de textura

Granulometría

% arena	35
% limo	40
% arcilla	25

Clasificación

FRANCA

Características

Suelos medios, con aceptable drenaje y buena capacidad de retención de agua y nutrientes.

Análisis nutricional

Parámetro	Unidad	Resultado	Valoración				
			Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy
pH (1:2,5)		7,92	[Barra horizontal]				
Cond. Elec. (1:5)	(µS/cm)	320,00	[Barra horizontal]				
Nitrogeno (N)	(%)	0,24	[Barra horizontal]				
Fósforo (P)	(ppm)	63,00	[Barra horizontal]				
Potasio (K)	(mg/100g)	54,40	[Barra horizontal]				
Calcio (Ca)	(mg/100g)	367,62	[Barra horizontal]				
Magnesio (Mg)	(mg/100g)	49,29	[Barra horizontal]				
Sodio (Na)	(mg/100g)	14,74	[Barra horizontal]				
Carb. totales	(%)	13,14	[Barra horizontal]				
Cal. activa (CO ₃ Ca)	(%)	2,25	[Barra horizontal]				
Materia orgánica	(%)	3,84	[Barra horizontal]				
Relación C/N		9,30	[Barra horizontal]				
Cloruros (Cl) (1:5)	(mg / l)	3,08	[Barra horizontal]				
Sulfatos (SO ₄)(1:5)	(mg / l)	3,70	[Barra horizontal]				

Nota:

Resultados expresados sobre muestra seca. Macronutrientes: Na/K/Ca/Mg asimilables extraídos con acetato amónico. Fósforo asimilable: Método Olssen. Nitrógeno Total: Método Kjeldahl.

Responsable de Ensayos

En LABORATORIOS QUÍMICO-AGRÍCOLAS, SL (LQA), tratamos la información que nos facilita con el fin de prestarles el servicio solicitado, realizar la facturación del mismo. Los datos proporcionados se conservarán mientras se mantenga la relación comercial o durante los años necesarios para cumplir con las obligaciones legales. Los datos no se cederán a terceros salvo en los casos en que exista una obligación legal. Usted tiene derecho a obtener confirmación sobre si estamos tratando sus datos personales por tanto tiene derecho a acceder a sus datos personales, rectificar los datos inexactos o solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios.

Página 1 de 2



LABORATORIOS QUÍMICO-AGRÍCOLAS, S.L.

POL. LLANO DEL ESPARTAL, C/ ARQUITECTO JUAN BLAS APARICIO, 1
03006-ALICANTE. TELF.: 96 510 48 64. FAX: 96 511 64 15

LABORATORIO AUTORIZADO
POR LA CONSELLERIA
D'AGRICULTURA I PESCA
(D.O.G.V. 4-6-97)

INFORME SOBRE ENSAYOS EN SUELO	Informe Nº: 1- S-1380/22
--------------------------------	--------------------------

INFORMACIÓN ADICIONAL AL INFORME DE ANÁLISIS

Bases cambiables: (*)			
Potasio	(K)	(meq/100g)	1,39
Calcio (Ca)	(Ca)	(meq/100g)	18,34
Magnesio (Mg)	(Mg)	(meq/100g)	4,05
Sodio (Na)	(Na)	(meq/100g)	0,64
Capacidad de cambio catiónico:		(meq/100g)	24,43

(*)= El cálculo de las bases cambiables es aproximado y se han considerado como los asimilables

Concentraciones de macronutriente en Kg/Ha (Considerando como capa arable: 30 cm)			
Nitrógeno	(N)	Kg/Ha	904,15
Fósforo	(P2O5)	Kg/Ha	543,51
Potasio	(K2O)	Kg/Ha	2.459,30
Calcio	(CaO)	Kg/Ha	19.389,11
Magnesio	(MgO)	Kg/Ha	3.082,46

Datos relativos a propiedades físicas extraídos del análisis (valores aproximados)			
Densidad aparente	Relación entre la masa de suelo seco y su volumen	g/cc	1,26
Porcentaje de marchitez	Contenido mínimo en agua al que las plantas se marchitan por estrés hídrico	%	19,09
Capacidad de campo	Agua que permanece retenida en el suelo pasadas 24 horas tras una lluvia	%	26,06
Intervalo de humedad disponible	Agua disponible en el suelo para los cultivos	%	6,97
Cálculo de riego	Volumen de agua máximo por riego	m3/Ha	209,10
Intervalo de riegos	Alternancia de días en el riego	horas	90



LABORATORIOS QUÍMICO-AGRÍCOLAS, S.L.

POL. LLANO DEL ESPARTAL. C/ ARQUITECTO JUAN BLAS APARICIO, 1
03006-ALICANTE. TELF.: 96 510 48 64. FAX: 96 511 64 15

LABORATORIO AUTORIZADO
POR LA CONSELLERIA
D'AGRICULTURA I PESCA
(D.O.G.V. 4-6-97)

INFORME SOBRE ENSAYOS EN SUELO	Informe Nº: 1- S-1381/22
--------------------------------	--------------------------

Datos del cliente	Datos de la muestra
SINDICATO DE RIEGOS DE SAGUNTO PZA. MAYOR, Nº 10 SAGUNTO VALENCIA	Nº muestra 1381/22 N. referencia S-1381/22 Su referencia SECTOR-4 41/115 Finca/Parcela Cultivo Fecha entrada 30/11/2022 Fecha salida 12/12/2022

Análisis de textura

Granulometría

% arena	36
% limo	40
% arcilla	24

Clasificación

FRANCA

Características

Suelos medios, con aceptable drenaje y buena capacidad de retención de agua y nutrientes.

Análisis nutricional

Parámetro	Unidad	Resultado	Valoración					
			Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy	
pH (1:2,5)		8,08						
Cond. Elec. (1:5)	(µS/cm)	260,00						
Nitrogeno (N)	(%)	0,14						
Fósforo (P)	(ppm)	54,00						
Potasio (K)	(mg/100g)	44,98						
Calcio (Ca)	(mg/100g)	333,65						
Magnesio (Mg)	(mg/100g)	32,02						
Sodio (Na)	(mg/100g)	12,71						
Carb. totales	(%)	30,95						
Cal. activa (CO ₃ Ca)	(%)	4,88						
Materia orgánica	(%)	2,69						
Relación C/N		11,17						
Cloruros (Cl) (1:5)	(mg / l)	5,46						
Sulfatos (SO ₄)(1:5)	(mg / l)	28,00						

Nota:

Resultados expresados sobre muestra seca. Macronutrientes: Na/K/Ca/Mg asimilables extraídos con acetato amónico. Fósforo asimilable: Método Olssen. Nitrógeno Total: Método Kjeldahl.

Responsable de Ensayos

En LABORATORIOS QUÍMICO-AGRÍCOLAS, SL (LQA), tratamos la información que nos facilita con el fin de prestarles el servicio solicitado, realizar la facturación del mismo. Los datos proporcionados se conservarán mientras se mantenga la relación comercial o durante los años necesarios para cumplir con las obligaciones legales. Los datos no se cederán a terceros salvo en los casos en que exista una obligación legal. Usted tiene derecho a obtener confirmación sobre si estamos tratando sus datos personales por tanto tiene derecho a acceder a sus datos personales, rectificar los datos inexactos o solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios.

Página 1 de 2



LABORATORIOS QUÍMICO-AGRÍCOLAS, S.L.

POL. LLANO DEL ESPARTAL, C/ ARQUITECTO JUAN BLAS APARICIO, 1
03006-ALICANTE. TELF.: 96 510 48 64. FAX: 96 511 64 15

LABORATORIO AUTORIZADO
POR LA CONSELLERIA
D'AGRICULTURA I PESCA
(D.O.G.V. 4-6-97)

INFORME SOBRE ENSAYOS EN SUELO	Informe Nº: 1- S-1381/22
--------------------------------	--------------------------

INFORMACIÓN ADICIONAL AL INFORME DE ANÁLISIS

Bases cambiables: (*)			
Potasio	(K)	(meq/100g)	1,15
Calcio (Ca)	(Ca)	(meq/100g)	16,65
Magnesio (Mg)	(Mg)	(meq/100g)	2,63
Sodio (Na)	(Na)	(meq/100g)	0,55
Capacidad de cambio catiónico:		(meq/100g)	20,99

(*)= El cálculo de las bases cambiables es aproximado y se han considerado como los asimilables

Concentraciones de macronutriente en Kg/Ha (Considerando como capa arable: 30 cm)			
Nitrógeno	(N)	Kg/Ha	565,12
Fósforo	(P2O5)	Kg/Ha	499,16
Potasio	(K2O)	Kg/Ha	2.178,77
Calcio	(CaO)	Kg/Ha	18.855,15
Magnesio	(MgO)	Kg/Ha	2.145,56

Datos relativos a propiedades físicas extraídos del análisis (valores aproximados)			
Densidad aparente	Relación entre la masa de suelo seco y su volumen	g/cc	1,35
Porcentaje de marchitez	Contenido mínimo en agua al que las plantas se marchitan por estrés hídrico	%	18,52
Capacidad de campo	Agua que permanece retenida en el suelo pasadas 24 horas tras una lluvia	%	25,47
Intervalo de humedad disponible	Agua disponible en el suelo para los cultivos	%	6,95
Cálculo de riego	Volumen de agua máximo por riego	m3/Ha	208,56
Intervalo de riegos	Alternancia de días en el riego	horas	88

2.6 DATOS DE AGUA.

El agua que se utilizará para el riego procederá de la cuenca del Júcar. La captación se realizará del cauce del río Palancia donde se almacenará en una balsa de regulación y posteriormente será impulsada hacia las parcelas de riego por medio de un equipo de bombeo.

El análisis analítico del agua ha sido proporcionado por la Comunidad de Regantes de Sagunto y procede de la estación de filtrado.

2.6.1 Parámetros de calidad de agua de riego.

Los parámetros más importantes que determinan la calidad del agua de riego son el pH del agua y la Conductividad Eléctrica (CE).

El agua presenta un **pH** de **8**, en principio es apta para agua de riego, pues no presenta ningún problema en la asimilación de nutrientes. Además, el agua se caracteriza por tener una **CE** de **1,2 dS/m**, es decir, no tiene un riesgo alto de salinidad para el cultivo.

En conclusión, de acuerdo con los resultados del informe analítico, el agua es apta para riego.

2.6.2 Informe analítico del agua de riego.



Agro

Informe analítico

Código de muestra	326-2022-00046591	Fecha	30/09/2022	Página	1/3
Número de informe analítico	AR-22-XK-040366-01 / 326-2022-00046591				



SINDICATO DE RIEGOS DE SAGUNTO

A la atención de **Sara Sanchis Aznar**
 Plaza Mayor, 10
 46500 Sagunto
 ESPAÑA

Contacto para servicio al cliente :			
Nuestra referencia :	326-2022-00046591 / AR-22-XK-040366-01	Tipo :	EX
Descripción de la muestra	Agua de riego / Irrigation water		
Fecha de recepción :	23/09/2022		
Fecha de inicio del análisis :	23/09/2022	Fecha de finalización del análisis :	30/09/2022
T.muestra/Transporte :	Courier		

La información que figura en el cuadro inferior, ha sido aportada por el cliente y el laboratorio no es responsable de la misma.

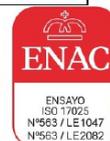
Descripción por el cliente	223665
Denominación Local	Estación de filtrado

Propiedades básicas	Resultados	Interpretaciones (*)
XK03S XK Temperatura Método : metodo interno (*) Temperatura	17.3 °C	
XK038 XK pH Método : C5110012 Potenciometria pH	8.0	Normal
XK039 XK Conductividad eléctrica a 25°C Método : C5110011 Conductimetria Conductividad eléctrica 25 °C	1.2 dS/m	Restricción ligera
Aniones	Resultados	Interpretaciones (*)
XK049 XK Nitratos (NO3) Método : C5110128 Cromatografía ionica Nitratos (NO3)	0.135 mEq/l	Sin restricción
XK048 XK Cloruros (Cl) Método : C5110128 Cromatografía ionica Cloruros	0.810 mEq/l	Sin restricción
XK047 XK Sulfatos (SO4) Método : C5110128 Cromatografía ionica Sulfatos	5.64 mEq/l	Normal
XK050 XK Fluoruros (F) Método : C5110128 Cromatografía ionica Fluoruro	0.0097 mEq/l	Sin restricción
XK02H XK Alcalinidad total Método : Método interno Valoración potenciométrica (*) Alcalinidad total	170.4 mg CaCO3/l	
XK045 XK Carbonatos (CO3) Método : Método Interno Titulometria (*) Carbonatos (CO3)	<0.06 mEq/l	Normal
XK046 XK Bicarbonatos (HCO3) Método : Método Interno Titulometria (*) Bicarbonatos (HCO3)	3.43 mEq/l	Restricción ligera
Relaciones de interes	Resultados	Interpretaciones (*)
XK100 XK Presión osmótica Método : Método Interno - Cálculo (*) Presión osmótica	0.332 atm	
XK103 XK Carbonato Sódico Residual Método : Método Interno - Cálculo (*) Carbonato Sodico Residual	-5.53 mEq/l	
XK041 XK S.A.R. Método : C5110186 Cálculo		

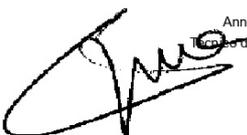
Agro
 partida setsams, s/N
 25222 sidamon
 ESPAÑA

Teléfono +34 973 717 000
 Fax +34 973 717 033
 agroambiental@eurofins.com
 www.eurofins.es

Eurofins Agroambiental SA,
 ESA25244849



(*) Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación ENAC.

Código de muestra		326-2022-00046591	Fecha	30/09/2022	Página	2/3
Número de informe analítico		AR-22-XK-040366-01 / 326-2022-00046591				
Relaciones de interés		Resultados		Interpretaciones (*)		
XK041	XK S.A.R. Método : C5110186 Cálculo Relación Absorción de Sodio (SAR)	0.43				
XK044	XK Índice de Scott Método : Método interno por cálculo (*) Índice de Scott	0.60 mg/l				
XK101	XK Índice de Langelier Método : Método Interno - Cálculo (*) Índice de Langelier	69.40				
XK102	XK Índice de Ryznar Método : Método Interno - Cálculo (*) Índice de Ryznar	6.3				
XK099	XK Suma de Cationes Método : Método Interno - Cálculo (*) Suma de cationes	9.9 mEq/l				
XK098	XK Suma de aniones Método : Método Interno - Cálculo (*) Suma de aniones	10.0 mEq/l				
XK043	XK Dureza Método : C5110186 Cálculo Dureza	44.9 ° French				
XK00H	XK Dureza cálcica Método : Método Interno - Cálculo Dureza Calcica	327 mg CaCO3/l				
Elementos Disueltos		Resultados		Interpretaciones (*)		
XK062	XK Boro disuelto (B) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Boro (B) disuelto	Detec. (<0.25) mg/l		Sin restricción		
XK053	XK Calcio disuelto (Ca) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Calcio (Ca) disuelto	6.52 mEq/l		Normal		
XK01E	XK Cobre disuelto (Cu) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Cobre (Cu) disuelto	<0.05 mg/l		Sin restricción		
XK057	XK Fósforo disuelto (P) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Fósforo (P) disuelto	Detec. (<0.05) mg/l		Normal		
XK058	XK Hierro disuelto (Fe) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Hierro Disuelto	<0.1 mg/l		Sin restricción		
XK054	XK Magnesio disuelto (Mg) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Magnesio disuelto (Mg)	2.44 mEq/l		Normal		
XK060	XK Manganeso disuelto (Mn) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Manganeso disuelto (Mn)	<0.01 mg/l		Sin restricción		
XK052	XK Potasio disuelto (K) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Potasio disuelto (K)	0.0763 mEq/l		Normal		
XK051	XK Sodio disuelto (Na) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Sodio disuelto (Na)	0.901 mEq/l		Sin restricción		
XK061	XK Zinc disuelto (Zn) Método : C5110228 Espectrometría ICP-OES Zinc disuelto (Zn)	<0.05 mg/l		Sin restricción		
FIRMA						
		Anna Carbo Técnico de Laboratorio				

Química validado por Anna Carbo

Informe validado electrónicamente por : Anna Carbo

Agro
partida setsams, s/N
25222 sidamon
ESPAÑA

Teléfono +34 973 717 000
Fax +34 973 717 033
agroambiental@eurofins.com
www.eurofins.es

Eurofins Agroambiental SA,
ESA25244849



(*) Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación ENAC.

Código de muestra	326-2022-00046591	Fecha	30/09/2022	Página	3/3
Número de informe analítico	AR-22-XK-040366-01 / 326-2022-00046591				
<p>NOTA ACLARATORIA</p> <p>Este documento sólo puede ser reproducido en su totalidad y sólo da fe de la muestra analizada.</p> <p>Cuando el laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo los resultados se aplican a la muestra tal cómo se recibió.</p> <p>Los resultados se han realizado e informado de acuerdo con nuestros términos y condiciones generales de venta disponibles bajo petición.</p> <p>Cuando se declara conformidad o no conformidad, la incertidumbre asociada con el resultado se ha añadido o eliminado para obtener un resultado que pueda ser comparado con los límites reglamentarios o especificaciones. La incertidumbre no se ha tenido en cuenta para los estandar que ya incluyen incertidumbre en la medida.</p> <p>Las incertidumbres de los resultados han sido calculadas y están a disposición del cliente.</p> <p>Los tests se identifican con un código de cinco dígitos cuya descripción está disponible bajo petición.</p> <p>Los tests identificados con las dos letras del código XK se realizan en el laboratorio Eurofins Agroambiental.</p>					

Agro
partida setsams, s/N
25222 sidamon
ESPAÑA

Teléfono +34 973 717 000
Fax +34 973 717 033
agroambiental@eurofins.com
www.eurofins.es

Eurofins Agroambiental SA,
ESA25244849



(*) Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación ENAC.

Informe de valores de referencia de Agua de riego

DATOS DEL INFORME 223665

Referencia del cliente	223665	Referencia del laboratorio	326-2022-00046591	Cliente	SINDICATO DE RIEGOS DE SAGUNTO
Recepción		Inicio Analisis	23/09/2022	Fin Analisis	30/09/2022
Informe	30/09/2022	Producto	Agua de riego / Irrigation water		

Propiedades básicas		
Determinación	Resultados	Unidades
pH	8	
Conductividad eléctrica 25 °C	0.923	dS/m
Aniones		
Determinación	Resultados	Unidades
Nitratos (NO ₃)	0.135	mEq/l
Cloruros	0.81	mEq/l
Sulfatos	5.64	mEq/l
Fluoruro	0.0097	mEq/l
Bicarbonatos (HCO ₃)	3.43	mEq/l
Elementos Disueltos		
Determinación	Resultados	Unidades
Boro disuelto (B)	0	mg/l
Calcio disuelto (Ca)	6.52	mEq/l
Magnesio disuelto (Mg)	2.44	mEq/l
Potasio disuelto (K)	0.0763	mEq/l
Sodio disuelto (Na)	0.901	mEq/l

Explicación del parámetro**Magnesio disuelto (Mg)**

Es uno de los cationes que puede ser abundante en las aguas de riego. Interviene en el cálculo del SAR (relación de adsorción de sodio).

Boro (B) disuelto

Es un ión que puede causar problemas de toxicidad en las plantas, incluso en niveles bajos, del orden de mg/l.

Cloruros

La abundancia del anión cloruro es un indicador del riesgo de salinidad y igualmente de riesgo de fitotoxicidad.

Nitratos (NO₃)

Es una determinación necesaria, ya que es un indicador de la carga de este anión, objeto de cálculos y estimaciones como a fuente de suministro de nitrógeno a la planta o el grado de contaminación del agua. El contenido de nitratos está presente en la normativa de control de aguas.

Fluoruro

Este anión presenta problemas de toxicidad incluso en niveles muy bajos.

Sodio disuelto (Na)

Es uno de los cationes relevantes en la valoración de la calidad de las aguas de reg. Interviene por su contenido directo, ya que puede afectar directamente a las propiedades del suelo en caso de exceso, o bien puede afectar directamente a las plantas por fitotoxicidad. Interviene en el cálculo del SAR

pH

El pH es la medida de la concentración de iones H⁺ en el agua. Es una determinación directa de la mayor o menor acidez o basicidad. La amplitud normal de los valores de pH oscila entre 6,5 y 8,4.

Potasio disuelto (K)

Normalmente es un catión presente en cantidades relativamente reducidas.

Calcio (Ca) disuelto

Es uno de los cationes que puede ser abundante en las aguas de riego. Interviene en el cálculo del SAR (relación de adsorción de sodio).

Conductividad eléctrica 25 °C

La medida de la conductividad eléctrica es un indicador de la cantidad de sales disueltas en el agua. El resultado se expresa normalmente en dS/m. Los excesos de sales pueden afectar directamente a los suelos y a los cultivos.

Bicarbonatos (HCO₃)

Este anión puede contribuir a la precipitación del calcio y magnesio con el riesgo adicional que provoca esta posibilidad en las conducciones de riego y en los cambios en la composición catiónica (desfavorables).

Sulfatos

Puede ser un anión muy abundantes y son frecuentes los valores muy elevados.

2.7 DATOS RELATIVOS AL CULTIVO.

Las parcelas de riego están formadas por cultivos de naranjos y mandarinas, es decir, por cultivos de cítricos.

La variedad Valencia Late es una variedad originada posiblemente en Portugal. El árbol es vigoroso y presenta espinas. Polen poco viable y autocompatible. Apta tanto para el consumo en fresco como para la industria, ya que el zumo contiene muy poca limonina. Variedad tardía, el fruto tiene buena conservación en el árbol, aunque al final del periodo de recolección el cuello de fruto reverdece. Presenta ligera tendencia a la alternancia de cosechas. La variedad es algo sensible a clareta según

Presenta un marco de plantación de 5x4 metros con una densidad de plantación de 500 árboles/ha. El diámetro de copa es de 3,5 m con un porcentaje de superficie sombreada de 48,1% y ha sido calculado mediante la siguiente fórmula:

$$PAS = \frac{\pi \times r^2}{a \times b} \times 100 = \frac{\pi \times 3,5^2}{5 \times 4} \times 100 = 48,1\%$$

Siendo:

r = radio de copa.

a x b = el marco de plantación del árbol en metros

PAS = porcentaje de superficie sombreada

Derivado del porcentaje de área sombreada se encuentra el coeficiente reductor **K₁**, que es una función directa de la fracción de área sombreada, y al tratarse de un cultivo leñoso se ha fijado el valor de **0,8** ya que es el coeficiente de localización óptimo.

El coeficiente de cultivo **K_c** correspondiente al cultivo del naranjo, ha sido obtenido mediante la red SIAR.

El coeficiente de cultivo más representativo a este tipo de cultivo es el siguiente.

Tabla 3. Coeficiente de cultivo de cítrico.

Mes	Kc
Enero	0,57
Febrero	0,57
Marzo	0,57
Abril	0,54
Mayo	0,48
Junio	0,54
Julio	0,59
Agosto	0,69
Septiembre	0,65
Octubre	0,73
Noviembre	0,64
Diciembre	0,55

ANEJO II

Diseño agronómico. Determinación de parámetros de riego.

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE
122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD
VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	DISEÑO AGRONÓMICO DE LA ZONA REGABLE.....	1
2.1	DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE RIEGO.	2
2.1.1	Necesidades totales de riego	3
2.2	PARÁMETROS DE RIEGO.....	6
2.2.1	Selección de emisores.....	6
2.2.2	Tiempo de riego.....	8
2.2.3	Coste energético.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidades netas de agua de riego (NRn) por cada mes del cultivo del naranjo.....	2
Tabla 2. Volumen requerido según la eficacia del riego en los distintos meses. Necesidades de riego netas (NRn) en L/día planta, volumen de agua de riego (V) en L/h planta y Eficiencia de agua de riego (EA)	4
Tabla 3. Necesidades totales de riego en los distintos meses teniendo en cuenta los coeficientes de pérdida de agua. LR (fracción de lavado) EA (eficiencia de agua de riego) UE (uniformidad de emisión de riego por goteo).....	5
Tabla 4. Parámetros de riego según varios caudales de emisores en L/h.	7
Tabla 5. Parámetros de riego según el caudal del emisor y de la separación adoptada.....	7
Tabla 6. Tiempo de riego requerido según el número de riegos semanales adoptado. Necesidades totales de riego (NT) en Lx día/planta, número de riegos por semana N, intervalo entre riegos (IR), tiempo de riego (t) en horas/día y horas/mes.	9
Tabla 7. Parámetros obtenidos para el dimensionado de la instalación.....	10
Tabla 8 Horas de riego para 7 sectores. Tr (tiempo de riego)	11
Tabla 9. Horas de riego disponibles por tarifa y mes.	12
Tabla 10. Horas de riego mensual requeridas por tarifa para 7 sectores.	12
Tabla 11. Coste del término de potencia TP y de energía TE por tarifa.....	13
Tabla 12. Horas de riego para 6 sectores.....	14
Tabla 13. Horas de riego mensual requeridas por tarifa para 6 sectores.	15

1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este apartado es el diseño agronómico del proyecto a partir de datos climatológicos, informes de la calidad de suelo y agua y características del cultivo, es decir, los datos de partida mencionados en el **Anejo I**. Además, con toda esta información mencionada, se calcularán los parámetros de riego.

Es importante decir que todos los cálculos, tanto necesidades como parámetros de riego, se han obtenidos por medio del programa informático DisAgro.

2 DISEÑO AGRONÓMICO DE LA ZONA REGABLE

El objetivo de este apartado es calcular las necesidades de riego del cultivo además de los parámetros de riego.

El diseño y dimensionado de una instalación puede organizarse en las siguientes fases:



Ilustración 1. Fases del diseño de un sistema de riego localizado. Fuente: apuntes de la asignatura de Ingeniería hidráulica del máster MUIA (Máster Universitario de Ingeniería Agronómica)

2.1 DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE RIEGO.

A continuación, con el balance hídrico se calculará las necesidades netas de agua por cada mes.

$$NRn = K_1 \times K_c \times ET_0 - Pe$$

Donde:

NRn = Necesidades de riego netas L/día planta

K₁ = Coeficiente reductor

K_c = Coeficiente de cultivo

ET₀ = Evapotranspiración de referencia

Pe = Precipitación efectiva.

Tabla 1. Necesidades netas de agua de riego (NRn) por cada mes del cultivo del naranjo.

Mes	NRn (mm/mes)	NRn (mm/día)	NRn (L/día planta)
Enero	4,29	0,14	2,77
Febrero	16,86	0,60	12,04
Marzo	13,64	0,44	8,80
Abril	32,35	1,08	21,57
Mayo	43,40	1,40	28,00
Junio	62,93	2,10	41,95
Julio	76,04	2,45	49,06
Agosto	72,75	2,35	46,93
Septiembre	34,74	1,16	23,16
Octubre	20,16	0,65	13,01
Noviembre	0,00	0,00	0,00
Diciembre	2,97	0,10	1,92

2.1.1 Necesidades totales de riego

En este apartado se tendrán en cuenta las pérdidas de agua que se producen en el sistema de distribución, el aprovechamiento real del agua por la planta (**EA**) y la influencia de la utilización que las aguas salinas tienen sobre el cultivo.

La fracción de lavado (**LR**) necesaria para evitar la salinización de la zona radicular se ha determinado mediante:

$$LR = \frac{CE_w}{2 \times CE_{es}} = \frac{1,2}{2 \times 7,5} = 0,08$$

Donde:

CE_w = Conductividad del agua de riego en dS/m

CE_{es} = Conductividad del extracto de saturación del suelo que produce una merma en la producción del 100%, para el cítrico es 7,5 dS/m

De este modo el volumen de agua a aplicar teniendo en cuenta la eficiencia de aplicación será:

$$V = \frac{NR_n}{EA}$$

Donde:

V = Volumen de agua en L/h/planta

NR_n = Necesidades de riego netas en L/h/planta

EA = Eficiencia de agua de riego para cultivos leñosos 0,9

Tabla 2. Volumen requerido según la eficacia del riego en los distintos meses. Necesidades de riego netas (NR_n) en L/día planta, volumen de agua de riego (V) en L/h planta y Eficiencia de agua de riego (EA)

Mes	NR _n (L/día)	EA	V (L/h)
Enero	2,77	0,9	3,08
Febrero	12,04	0,9	13,38
Marzo	8,80	0,9	9,78
Abril	21,57	0,9	23,96
Mayo	28,00	0,9	31,11
Junio	41,95	0,9	46,62
Julio	49,06	0,9	54,51
Agosto	46,93	0,9	52,15
Septiembre	23,16	0,9	25,73
Octubre	13,01	0,9	14,45
Noviembre	0,00	0,9	0,00
Diciembre	1,92	0,9	2,13

Una vez calculados los parámetros anteriores es posible determinar las necesidades totales de riego **NT_r** teniendo en cuenta todos los coeficientes de pérdidas como la eficiencia de agua de riego **EA**, fracción de lavado **FL** y la uniformidad de emisión **UE**. Para un sistema de riego por goteo, la UE es de un **90%**.

$$NT_r = \frac{NR_n}{UE \cdot (1 - LR)}$$

$$NT_r = \frac{NR_n}{UE \cdot EA}$$

Donde:

- NT_r = Necesidades totales de riego L/día/planta
- NR_n = Necesidades de riego netas L/día/planta
- LR = Fracción de lavado
- EA = Eficiencia de agua de riego
- UE = Uniformidad de emisión de riego por goteo 0,9

Entonces, las necesidades netas de agua de riego para el cultivo del naranjo variedad Valencia Late, teniendo en cuenta las pérdidas de agua, se muestran en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3. Necesidades totales de riego en los distintos meses teniendo en cuenta los coeficientes de pérdida de agua. LR (fracción de lavado) EA (eficiencia de agua de riego) UE (uniformidad de emisión de riego por goteo)

Mes	Necesidades netas (l/día/planta)	LR	EA	UE	Necesidades totales (l/día y planta)
Enero	2,77	0,08	0,9	0,9	3,42
Febrero	12,04	0,08	0,9	0,9	14,87
Marzo	8,80	0,08	0,9	0,9	10,87
Abril	21,57	0,08	0,9	0,9	26,63
Mayo	28,00	0,08	0,9	0,9	34,57
Junio	41,95	0,08	0,9	0,9	51,80
Julio	49,06	0,08	0,9	0,9	60,56
Agosto	46,93	0,08	0,9	0,9	57,94
Septiembre	23,16	0,08	0,9	0,9	28,59
Octubre	13,01	0,08	0,9	0,9	16,06
Noviembre	0,00	0,08	0,9	0,9	0,00
Diciembre	1,92	0,08	0,9	0,9	2,37

2.2 PARÁMETROS DE RIEGO.

2.2.1 Selección de emisores.

A continuación, se seleccionan los posibles emisores a instalar y para cada uno de ellos se estima el diámetro mojado en función de la textura del suelo. En este caso, para una textura franca se ha estimado:

$$D_m = 0.7 + 0.11 \cdot q_e$$

D_m = Diámetro mojado del emisor

q_e = Caudal emisor estimado 3,5 L/h

Y el área mojada del emisor A_m se ha calculado a partir del diámetro mojado:

$$A_m = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4}$$

Posteriormente es posible determinar el número de emisores por planta necesarios para garantizar las necesidades hídricas del cultivo.

$$n_e > \frac{a \cdot b \cdot P}{100 \cdot A_m}$$

Donde:

n_e = número de emisores

$a \cdot b$ = marco de plantación 5x4

P = porcentaje mínimo de área mojada

A_m = área mojada

Seguidamente se establece la separación máxima entre emisores:

$$s_e = \frac{b \cdot NLP}{n_e}$$

NLP = Número de laterales por planta

b = Distancia entre plantas en la misma fila

s_e = Separación entre emisores

a = Separación entre calles

Y la separación máxima que garantiza un solape mínimo del 10 % entre bulbos:

$$s_e = \frac{D_m}{2} \cdot \left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

Entonces, los parámetros de riego obtenidos son los siguientes:

Tabla 4. Parámetros de riego según varios caudales de emisores en L/h.

	Caudal de emisor (L/h)			
	2,3	3	3,6	4
Diámetro mojado (m)	0,95	1,03	1,10	1,14
Superficie mojada (m ²)	0,71	0,83	0,94	1,02
Número emisores por planta	8,41	7,20	6,36	5,88
Separación emisores (m)	0,95	1,11	1,26	1,36
Separación máxima (m)	0,91	0,98	1,04	1,08

De acuerdo con los resultados obtenidos se ha fijado la separación entre emisores en 1 m manera que se **garantice el solape mínimo entre bulbos**.

Por tanto, el número definitivo de emisores por planta será:

$$n_e = NLP \cdot \frac{b}{S_{ed}} = 2 \cdot \frac{4}{1} = 8 \text{ emisores}$$

También se ha calculado el caudal por unidad de superficie que proporciona cada emisor:

$$q_u = \frac{n_e \cdot q}{a \cdot b}$$

Con todo esto, los parámetros obtenidos correspondientes a la zona del proyecto se muestran en Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros de riego según el caudal del emisor y de la separación adoptada.

	Caudal de emisor (L/h)			
	2,3	3	3,6	4
Separación adoptada (m)	0,90	0,90	1,00	1,00
Número de emisores por planta	8,89	8,89	8,00	8,00
Caudal por unidad de superficie (L/h·m ²)	1,02	1,33	1,44	1,60
Caudal por planta (L/h)	20,44	26,67	28,80	32,00

2.2.2 Tiempo de riego.

El tiempo de riego se ha fijado en función del tipo de cultivo y las necesidades totales de riego para el periodo de máximas necesidades (mes de julio según Tabla 3)

En primer lugar, se ha supuesto que en el mes de máximas necesidades se regarán 6 días por semana, de manera que el intervalo entre riegos será:

$$I = \frac{7}{NRS} = \frac{7}{6} = 1.17 \text{ días}$$

NRS = Numero de riegos semana

I = intervalo de riego en días

El tiempo de riego necesario, para el emisor elegido de 3,6 L/h durante estos 6 días vendrá dado por la expresión:

$$t = \frac{NT_r}{Q_{planta}} \cdot I = \frac{60.6}{28.8} \cdot 1.17 = 2.45 \text{ h}$$

NTr = Necesidades totales de riego mes de julio 60,6 L/día planta

Q_{planta} = Caudal total por planta 28,8 L/h de los 8 emisores

t = tiempo de riego en horas

Este valor obtenido es medio, está comprendido entre 2 y 3 horas. Si disminuimos el número de riegos a 5, obtenemos un valor de 2,94 h. Mantendremos el intervalo de 1,17 no ajustando tanto en el mes de máximas necesidades.

Mediante el mismo procedimiento se han calculado los tiempos de riego para cada mes de manera que estos estén comprendidos también entre 2 y 3 horas, que se muestran a continuación:

Tabla 6. Tiempo de riego requerido según el número de riegos semanales adoptado. Necesidades totales de riego (NT) en Lx día/planta, número de riegos por semana N, intervalo entre riegos (IR), tiempo de riego (t) en horas/día y horas/mes.

Mes	Nt	N	IR	T (h/día)	T (h/mes)
Enero	3,42	1	7,00	0,83	3,7
Febrero	14,87	2	3,50	1,81	14,5
Marzo	10,87	1	7,00	2,64	11,7
Abril	26,63	3	2,33	2,16	27,7
Mayo	34,57	3	2,33	2,80	37,2
Junio	51,80	5	1,40	2,52	54,0
Julio	60,56	6	1,17	2,45	65,2
Agosto	57,94	5	1,40	2,82	62,4
Septiembre	28,59	3	2,33	2,32	29,8
Octubre	16,06	2	3,50	1,95	17,3
Noviembre	0,00	1	7,00	0,00	0,0
Diciembre	2,37	1	7,00	0,58	2,5

El caudal máximo requerido en la superficie regable será de:

$$Q_{req} = \frac{Q_{planta} \cdot Superficie\ total}{a \cdot b} = \frac{60.56\ Lx\ día/planta \cdot 122800\ m^2}{5\ m \cdot 4\ m} = 371.838,4\ L/día$$

El volumen necesario para regar las 122.000 m² es de 371.838,4 L/día

$$Volumen\ real = \frac{371838.4}{1228000} = 0.3028\ l/m^2 \cdot día$$

Por tanto, el caudal medio será:

$$Q_m = \frac{Volumen\ real}{Jornada\ efectiva\ de\ riego} = \frac{371838.4}{15} = 24789.22\ \frac{L}{h} = 24.79\ m^3/h$$

A continuación, se resumen de los principales parámetros que dimensionan la instalación:

Tabla 7. Parámetros obtenidos para el dimensionado de la instalación.

Caudal emisor seleccionado (L/h)	3,60
Tiempo de riego en el mes de máximas necesidades (h)	2,45
Caudal ficticio continuo (L/s/ha)	0,35
Caudal por unidad de superficie (L/s/ha)	4,00
Caudal por unidad superficie (m ³ /h/ha)	14,40
Volumen anual por ha (m ³)	4.693,09
Superficie total de riego (ha)	122,8

2.2.3 Coste energético.

Tras el cálculo de los parámetros de riego, se ha estimado el coste energético derivado del funcionamiento de la instalación a partir de los parámetros obtenidos para el dimensionado.

Se hallan el número de sectores (NS) a adoptar considerando una JER de 18 horas. Tiempo de riego en horas/día del mes de julio, mes de máxima necesidad, es de 2,45

$$NS = \frac{JER}{T_{Rm\acute{a}x}} = \frac{18}{2,45} = 7,337 \cong 7 \text{ sectores}$$

Conociendo NS se pueden calcular el tiempo de riego diario y mensual totales, para a continuación comenzar a calcular el coste de la tarifa eléctrica. Para un caudal emisor de 3,6 L/h:

Tabla 8 Horas de riego para 7 sectores. Tr (tiempo de riego)

Tr diario (h) Sector	Tr diario (h) Total	Tr mensual sector (h)	Tr mensual Total (h)
0,83	5,82	3,68	25,77
1,81	12,65	14,45	101,16
2,64	18,49	11,70	81,87
2,16	15,10	27,74	194,15
2,80	19,61	37,21	260,47
2,52	17,63	53,95	377,68
2,45	17,17	65,19	456,32
2,82	19,72	62,37	436,59
2,32	16,22	29,78	208,49
1,95	13,66	17,28	120,99
0,00	0,00	0,00	0,00
0,58	4,03	2,55	17,85
TOTAL HORAS DE RIEGO ANUAL			2281,36

La tarifa eléctrica contratada es la 6.1A. Esta tarifa cuenta con 6 períodos de discriminación horaria, siendo **P1 el período en que costará más caro regar** y **P6 el período más económico**. Por tanto, interesa poner en funcionamiento el riego el mayor número de horas posible durante un período P6, y el mínimo posible en otros períodos.

Tabla 9. Horas de riego disponibles por tarifa y mes.

Mes	Días/ mes	Número de horas disponibles					
		P6	P5	P4	P3	P2	P1
Enero	31	389,7	0	0	0	155	199,3
Febrero	28	352,0	0	0	0	140	180
Marzo	31	389,7	0	0	155	199,3	0
Abril	30	377,1	150	192,9	0	0	0
Mayo	31	389,7	155	199,3	0	0	0
Junio	30	377,1	0	150	192,9	0	0
Julio	31	389,7	0	0	0	155	199,3
Agosto	31	389,7	0	155	199,3	0	0
Septiembre	30	377,1	0	150	192,9	0	0
Octubre	31	389,7	155	199,3	0	0	0
Noviembre	30	377,1	0	0	150	192,9	0
Diciembre	31	389,7	0	0	0	155	199,3

Conociendo el número de horas de riego mensuales, y el número de horas disponible en cada periodo P1-P6, se puede determinar, para cada mes, en qué periodos se regará:

Tabla 10. Horas de riego mensual requeridas por tarifa para 7 sectores.

MES	T _r mensual Total (h)	Riego horas(P6)	Riego horas (P4)	Riego horas (P2)	Riego horas (P1)
Enero	25,77	25,77	0	0	0
Febrero	101,16	101,16	0	0	0
Marzo	81,87	81,87	0	0	0
Abril	194,15	194,15	0	0	0
Mayo	260,47	260,47	0	0	0
Junio	377,68	377,14	0,54	0	0
Julio*	456,32	296	0	133	27,32
Agosto	436,59	389,71	46,88	0	0
Septiembre	208,49	208,49	0	0	0
Octubre	120,99	120,99	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0
Diciembre	17,85	17,85	0	0	0
TOTAL	2281,36	2073,62	47,42	133	27,32

Por tanto, en todos los meses habrá periodo P6, y adicionalmente, junio y agosto tienen algunas horas en período P4, y julio tiene unas horas en período P2 y en período P1.

A continuación, se calcula la potencia teórica que ha de suministrar la bomba:

$$Potencia\ estimada\ (P) = \frac{\gamma \times Q \times H_m}{\eta}$$

Siendo

- γ = peso específico del agua (N/L)
- Q = caudal medio para el mes más desfavorable (L/s)
- H_m = altura manométrica de la bomba (m.c.a)
- η = rendimiento de la bomba

$$Q = \frac{Q_U \times S}{NS} = \frac{14,40 \left(\frac{m^3}{h * ha} \right) \times 122,80 (ha)}{7} = 252,62 m^3/h$$

$$H_m = Presión\ requerida\ hidrante + H_c\ cabezal + \Delta Z + \Delta H\ red$$

$$= 35 + 10 + (31 - 29) + 25 = 72\ mca$$

$$P = \frac{9,81 \times \left(\frac{252,62}{3,6} \right) \times 72}{0,70 \times 1000} = 70,805\ kW$$

Tabla 11. Coste del término de potencia TP y de energía TE por tarifa.

TARIFA 6.1.TDA					
	PEAJES	Coste Bruto €/kWh	Coste Total €/kWh	PEAJES	€/kW año
TE (P1)	0,026674		0,1250	TP (P1)	39,139427
TE (P2)	0,019921	0,080379	0,1003	TP (P2)	19,586654
TE (P3)	0,010615			TP (P3)	14,334178
TE (P4)	0,005283	0,079017	0,0843	TP (P4)	14,334178
TE (P5)	0,003411			TP (P5)	14,334178
TE (P6)	0,002137	0,063463	0,0656	TP (P6)	6,540177

A continuación, se calcula el coste de los términos de potencia (TP) y los términos de energía (TE) para cada mes:

$$TP_{(VI,VIII)} = 6,540177/12\ €/kW\ año * 70,805\ Kw + 14,334178/12\ €/kW\ año * 70,805\ Kw = 123,167\ €/mes$$

$$TP_{(VII)} = 6,540177/12\ €/kW\ año * 70,805\ kW + 19,586654/12\ €/kW\ año * 70,805\ Kw + 39,139427\ €/kW\ año * 70,805\ kW = 385,098\ €/mes$$

$$T_{P(\text{RESTO DE MESES})} = 6,540177/12 \text{ €/kW año} * 70,805 \text{ kW} = 38,590 \text{ €/mes}$$

$$\text{TOTAL } T_p = 123,167 \text{ €/mes} * 2 + 385,098 \text{ €/mes} + 38,590 \text{ €/mes} * 9 = 978,74 \text{ €}$$

$$T_{E(P6)} = 70,805 \text{ kW} * 0,0656 \text{ €/kWh} * 2073,62 \text{ h} = 9.631,567 \text{ €}$$

$$T_{E(P4)} = 70,805 \text{ kW} * 0,0843 \text{ €/kWh} * 47,42 \text{ h} = 283,043 \text{ €}$$

$$T_{E(P2)} = 70,805 \text{ kW} * 0,1003 \text{ €/kWh} * 133 \text{ h} = 944,532 \text{ €}$$

$$T_{E(P1)} = 70,805 \text{ kW} * 0,125 \text{ €/kWh} * 27,32 \text{ h} = 241,800 \text{ €}$$

Entonces, el coste energético **CE** y precio energético **p** es:

$$CE = 978,74 \text{ €} + 9.631,567 \text{ €} + 283,043 \text{ €} + 944,532 \text{ €} + 241,80 \text{ €} = \mathbf{12.079,69 \text{ €}}$$

$$p = \frac{CE}{P_{est} \cdot T_{rANUAL}} = \frac{12.079,69}{70,805 \cdot 2.281,36} = 0,0748 \text{ €/kWh}$$

¿Y si JER fuese de 15 horas?:

$$NS = \frac{JER}{T_{Rm\acute{a}x}} = \frac{15}{2,45} = 6,114 \cong 6 \text{ sectores}$$

Tabla 12. Horas de riego para 6 sectores.

T _r diario (h) Sector	T _r diario (h) Total	T _r mensual sector (h)	T _r mensual Total (h)
0,83	4,99	3,68	22,09
1,81	10,84	14,45	86,71
2,64	15,85	11,70	70,17
2,16	12,94	27,74	166,42
2,80	16,80	37,21	223,26
2,52	15,11	53,95	323,73
2,45	14,72	65,19	391,13
2,82	16,90	62,37	374,22
2,32	13,90	29,78	178,71
1,95	11,71	17,28	103,71
0	0	0	0
0,58	3,45	2,55	15,30
TOTAL HORAS DE RIEGO ANUAL			1955,45

Atendiendo al total de horas de riego de cada mes, la distribución de estas entre los distintos periodos varía con respecto a lo considerado anteriormente:

Tabla 13. Horas de riego mensual requeridas por tarifa para 6 sectores.

MESES	T _r mensual Total (h)	Riego horas(P6)	Riego horas (P4)	Riego horas (P2)
Enero	22,09	22,09	0	0
Febrero	86,71	86,71	0	0
Marzo	70,17	70,17	0	0
Abril	166,42	166,42	0	0
Mayo	223,26	223,26	0	0
Junio	323,73	323,73	0	0
Julio	391,13	389,71	0	1,42
Agosto	374,22	374,22	0	0
Septiembre	178,71	178,71	0	0
Octubre	103,71	103,71	0	0
Noviembre	0,00	0,00	0	0
Diciembre	15,30	15,30	0	0
TOTAL	1955,45	1954,03	0	1,42

Por tanto, en todos los meses habrá periodo P6, en julio habrá un periodo P2 de 1,42 horas.

$$Q = \frac{Q_U \times S}{NS} = \frac{14,40 \left(\frac{m^3}{h * ha} \right) \times 122,80 (ha)}{6} = 294,72 m^3/h$$

$$H_m = 35 + 10 + (31 - 29) + 25 = 72 mca$$

$$P = \frac{9,81 \times \left(\frac{294,72}{3,6} \right) \times 72}{0,70 \times 1000} = 82,606 kW$$

Se halla el coste de los términos de potencia y los términos de energía para cada mes:

$$T_{P(VII)} = 6,540177/12 \text{ €/kW año} * 82,606 \text{ kW} + 19,586654/12 \text{ €/kW año} * 82,606 \text{ kW} = 179,85232 \text{ €/mes}$$

$$T_{P(\text{RESTO DE MESES})} = 6,540177/12 \text{ €/kW año} * 82,606 \text{ kW} = 45,02138 \text{ €/mes}$$

$$\text{TOTAL } T_P = 179,85232 \text{ €/mes} + 45,02138 \text{ €/mes} * 11 = 675,09 \text{ €}$$

$$T_{E(P6)} = 82,606 \text{ kW} * 0,0656 \text{ €/kWh} * 1954,03 \text{ h} = 10.588,80 \text{ €}$$

$$T_{E(P2)} = 82,606 \text{ kW} * 0,1003 \text{ €/kWh} * 1,42 \text{ h} = 11,77 \text{ €}$$

$$CE = 675,09 \text{ €} + 10.588,80 \text{ €} + 11,77 \text{ €} = \mathbf{11.275,64 \text{ €/año}}$$

$$p = \frac{CE}{P_{est} \cdot T_{RANUAL}} = \frac{11.275,64}{82,606 \cdot 1955,45} = \mathbf{0,0698 \text{ €/kWh}}$$

Considerando 15 horas de JER frente a 18, se obtiene un ahorro anual de 804,05€ en la tarifa eléctrica. Por ello se selecciona dicha jornada y un NS de 6 que facilitará el manejo de los distintos sectores sin comprometer en gran medida el dimensionado de la bomba y las tuberías

ANEJO III

Trazado de la red de riego

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE
DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD
VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	TRAZADO DE LA RED DE RIEGO.	1
2.1	HIDRANTE MULTIUSUARIO.....	1
2.1.1	Elementos hidráulicos del hidrante	1
2.1.2	Caseta prefabricada	2
2.2	PARCELAS Y CAUDALES REQUERIDOS.....	3
2.3	DEFINICIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LA RED DE RIEGO Y CAUDALES CIRCULANTES.....	10

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipología de la red de riego. Parcelas y caudales de riego correspondientes.	4
Tabla 2.	Tipología de la red de riego. Líneas e hidrantes tipo.....	10

INDICE DE ILLUSTRACIONES

Ilustración 1.	caseta de hormigón prefabricada.....	2
----------------	--------------------------------------	---

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es el trazado de la red de riego empezando desde la zona de captación hasta la localización de cada hidrante. Además, se ha calculado el caudal de agua necesario para cada hidrante en función de las necesidades de cada parcela.

2 TRAZADO DE LA RED DE RIEGO.

Se tendrá como punto de suministro una balsa de regulación que capta el agua del cauce del río Palancia.

Se constituye la superficie de riego en una única red que parte de esta balsa, distribuyendo el agua por medio de conducciones hasta los hidrantes que dan servicio a varias parcelas. En los planos adjuntos se observa cómo se ha organizado la red de riego alrededor de cada una de las parcelas dentro de unas limitaciones, garantizando una alta calidad de funcionamiento a nivel de toma.

2.1 HIDRANTE MULTIUSUARIO.

Los hidrantes son de tipo multiusuario de modo que el número máximo de parcelas agrupadas en cada hidrante es de 10 y el mínimo de 4, con el objetivo de reducir los tramos de tuberías y poder disponer adecuadamente los elementos de control y protección.

2.1.1 Elementos hidráulicos del hidrante

Cada hidrante tendrá instalado los siguientes elementos:

- Derivación en la red de distribución mediante Te reducida con uniones realizadas mediante soldadura a tope.
- Tramo de tubería de PVC de Ø250, hasta el punto de emplazamiento exacto del hidrante, donde se montará un codo de 90° y un tramo vertical de tubería para subir a la superficie. Con todas las uniones realizadas mediante soldadura a tope.
- Brida loca y portabridas electrosoldado a la tubería de subida vertical.
- Válvula de paso de mariposa con cierre elástico.
- Filtro cazapiedras.
- Electro-válvula hidráulica con piloto metálico reductor de presión y tubos para mando hidráulico también metálicos.
- Colector en PEAD con entrada mediante brida, curva de 90 y tramo horizontal.
- Tapones para las salidas no utilizadas.
- Manómetro
- Ventosa

2.1.2 Caseta prefabricada

Para proteger y albergar los elementos que conforman los hidrantes proyectados, se instalarán las correspondientes casetas de hormigón armado prefabricado. Las puertas serán de chapa metálica y se cerrarán con llave para permitir el acceso solo al personal responsable de la C.R. Se utilizará una caseta con unas dimensiones 1,70 x 1,35 x 0,85 m. Las casetas se montarán sobre una solera prefabricada de hormigón, que apoyará sobre el terreno previamente compactado.

Para garantizar la estabilidad de las casetas de los hidrantes evitando el hundimiento, se pondrá especial atención en realizar la excavación para la entrada y salida de las tuberías en el hidrante siempre en la zona frontal del mismo y con anchura máxima de 1,80 metros de esta manera los laterales y la parte trasera del hidrante donde apoya la solera deberán mantenerse en terreno inalterado.

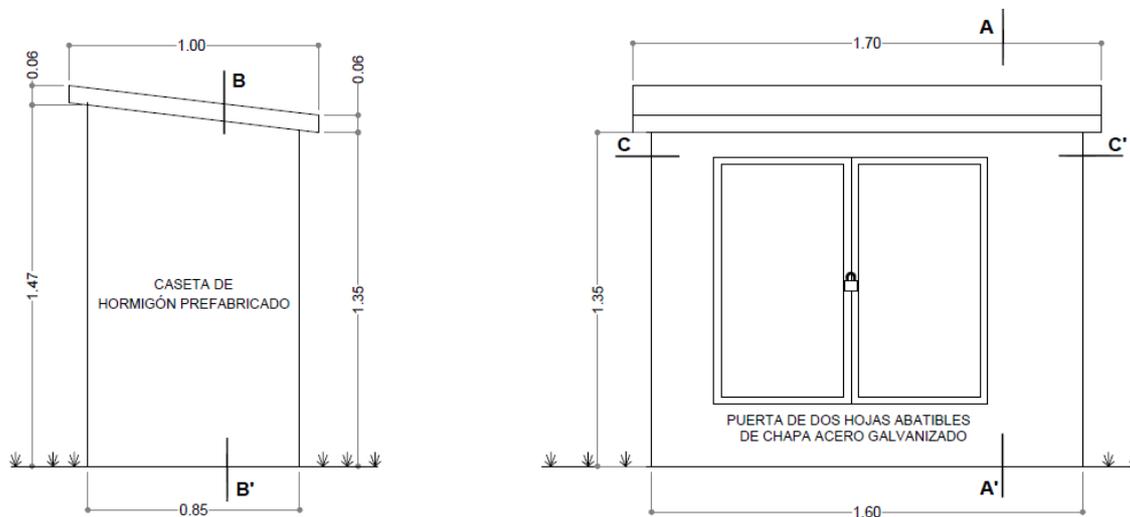


Ilustración 1. caseta de hormigón prefabricada.

2.2 PARCELAS Y CAUDALES REQUERIDOS

Con ayuda de los programas informáticos EPANET y QGIS se han enumerado las parcelas y distribuido en 28 hidrantes, limitando el caudal en cada uno de ellos a aproximadamente 70 m³/h. En base a la localización de estos hidrantes, se ha iniciado el trazado de las líneas, considerando en todo momento varias restricciones:

- Procurar hacer el trazado lo más corto y rectilíneo posible.
- Reducir al mínimo el número de veces que las tuberías atraviesan carreteras principales y secundarias, vías de tren, barrancos, etc. En este caso, es inevitable cruzar carreteras asfaltadas en tres ocasiones.
- No atravesar parcelas, sino trazar la red por la linde de los caminos.

Una vez hecho esto, QGIS permite hallar la longitud de las tuberías, el número y tipo de nudos, y otros datos necesarios para proceder al cálculo de los caudales circulantes con RGWIN2020. Asimismo, se obtiene una estimación del caudal que circulará en cada tramo de la red (el caudal del hidrante es la suma de las demandas de las parcelas a las que da servicio).

Tabla 1. Tipología de la red de riego. Parcelas y caudales de riego correspondientes.

Parcela	Superficie (m ²)	Nudo asociado	Hidrante	Caudal (m ³ /h)
401	9331	J2	H1	63,50
367	1686			
89	9494			
90	7563			
94	9075			
91	4340			
93	2601			
82	10891	J6	H2	70,60
78	7950			
80	6194			
85	3059			
86	2962			
87	3896			
88	5883			
100	3649			
381	2237			
382	2312			
415	1536	J8	H3	54,03
418	4285			
396	3492			
102	1509			
95	4573			
101	12831			
97	4080			
99	5211			
71	4760	J9	H4	63,37
73	11061			
71	14593			
102	13598			
94	3278	J10	H5	71,00
95	4576			
98	5186			
99	8726			

Parcela	Superficie (m ²)	Nudo asociado	Hidrante	Caudal (m ³ /h)
103	38258			
109	8402			
97	16386	J12	H6	68,23
205	2240			
91	2160			
92	4592			
101	21999			
83	17555	J13	H7	68,70
218	17913			
110	3334			
112	6996			
111	1920			
86	13496	J14	H8	68,82
216	13216			
217	25486			
73	8337			
76	4119			
77	5551	J5	H9	69,78
74	2067			
75	4436			
81	6033			
72	19986			
469	6266	J15	H10	73,68
70	11478			
64	6550			
69	20457			
71	25355			
148	3673	J17	H11	61,08
146	2454			
147	3960			
137	2626			
140	3617			
144	16343			
145	7345			

Parcela	Superficie (m ²)	Nudo asociado	Hidrante	Caudal (m ³ /h)
141	1065	J18	H12	57,97
142	1342			
158	2573			
159	2320			
155	1174			
149	13539			
150	4388			
154	4881			
151	8862			
152	2516			
437	2209			
368	2620			
157	658			
153	2415			
466	3809			
104	2337			
105	3047			
108	4168			
106	2756			
156	1309			
160	4406	J22	H14	60,72
123	10716			
177	5261			
174	2135			
176	2190			
169	2064			
167	5253			
168	4107			
173	6047			
423	5628	J21	H15	67,20
413	6321			
135	3095			
136	2647			
127	8794			

Parcela	Superficie (m ²)	Nudo asociado	Hidrante	Caudal (m ³ /h)
132	5642			
178	6054			
173	8492			
7	6906	J23	H16	56,79
512	2458			
129	5148			
130	2527			
126	3668			
132	3835			
131	2351			
132	3753			
125	8796			
6	3276			
6	1635			
4	16234			
447	11577			
448	5236			
124	3036			
171	1805	J25	H18	27,28
172	2850			
405	1855			
406	1956			
119	2855			
120	1962			
122	2298			
169	1426			
11	1939			
450	8471	J27	H19	70,23
1	4302			
118	19842			
118	3823			
117	8152			
374	4178			
166	4033	J28	H20	57,51

Parcela	Superficie (m ²)	Nudo asociado	Hidrante	Caudal (m ³ /h)
415	1536			
164	2496			
162	2246			
163	3876			
161	2295			
113	9391			
114	8778			
115	3194			
107	2102			
3	9357			
2	5499			
71	4910			
68	3457			
72	5113			
69	6726			
70	4859			
166	3669			
167	4166			
177	5878	J33	H22	46,68
137	2506			
138	2505			
119	3778			
117	2851			
118	4755			
115	7428			
116	2711			
5	8596	J31	H23	67,90
446	12219			
67	9541			
65	8415			
66	8373			
121	17885	J34	H24	66,59
123	9629			
126	10498			

Parcela	Superficie (m ²)	Nudo asociado	Hidrante	Caudal (m ³ /h)
122	8230			
157	3437	J36	H25	35,34
132	4051			
131	3260			
120	3312			
130	3794			
112	3687			
113	1499			
114	1508			
129	6645	J37	H26	66,81
127	5087			
128	12616			
127	11352			
108	10688			
188	10247	J35	H27	69,52
187	1565			
126	18287			
105	1747			
104	2999			
104	4074			
75	4890			
76	4463			
104	9678	J38	H28	54,65
106	9626			
107	7891			
107	10759			

2.3 DEFINICIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LA RED DE RIEGO Y CAUDALES CIRCULANTES.

Se presenta de forma más accesible la información recabada con los programas QGIS y EPANET.

- Nudo (+): Nudo inicial de la línea
- Nudo (-): Nudo final de la línea
- Hidrante: Tipo de nudo de la línea
 - 0: Nudo de bifurcación
 - 1: Punto de demanda
- Etiqueta nudo (-): Descripción del nudo (-)

Tabla 2. Tipología de la red de riego. Líneas e hidrantes tipo

Líneas	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo de hidrante	Etiqueta nudo (-)	Caudal línea (m ³ /h)
L02	J1	J2	1	H1	63,5
L03	J1	J3	0		
L04	J3	J4	0		
L05	J4	J5	1	H9	69,78
L06	J3	J6	1	H2	70,6
L07	J6	J7	0		
L08	J7	J8	1	H3	54,03
L09	J7	J9	1	H4	63,37
L10	J9	J10	1	H5	71
L11	J10	J11	0		
L12	J11	J12	1	H6	68,23
L13	J11	J13	1	H7	68,7
L14	J13	J14	1	H8	68,82
L15	J4	J15	1	H10	73,68
L16	J15	J16	0		
L17	J16	J17	1	H11	61,08
L18	J17	J18	1	H12	57,97
L19	J18	J19	1	H13	36,47
L20	J16	J20	0		

Líneas	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo de hidrante	Etiqueta nudo (-)	Caudal línea (m ³ /h)
L21	J20	J21	1	H15	67,2
L22	J21	J22	1	H14	60,72
L23	J20	J23	1	H16	56,79
L24	J23	J24	0		
L25	J24	J25	1	H18	27,28
L26	J25	J26	0		
L27	J26	J27	1	H19	70,23
L28	J26	J28	1	H20	57,51
L29	J24	J29	1	H17	59,03
L30	J29	J30	0		
L31	J30	J31	1	H23	67,9
L32	J30	J32	1	H21	68,77
L33	J32	J33	1	H22	46,68
L34	J32	J34	1	H24	66,59
L35	J34	J35	1	H27	69,52
L36	J34	J36	1	H25	35,34
L37	J36	J37	1	H26	66,81
L38	J35	J38	1	H28	54,65
L40	R1	J39	0	R1	
L42	J40	J41	0		
L43	J42	J1	0		

ANEJO IV

Diseño y dimensionado de la red de riego

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	DATOS PREVIOS.....	1
2.1	MATERIAL EMPLEADO.....	1
2.2	PRESIONES REQUERIDAS.....	1
2.3	PÉRDIDAS ESTINADAS EN EL CABEZAL DE RIEGO.....	1
2.4	OTROS PARÁMETROS.....	1
3	METODOLOGÍA DEL DIMENSIONADO.....	2
3.1	SUPUESTO 1.....	2
3.2	SUPUESTO 2.....	3
4	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	5
4.1	ORGANIZACIÓN DE RIEGO A DEMANDA.....	5
4.1.1	Organización de riego a la demanda y material PVC. Características detalladas por cada línea de riego.....	7
4.1.2	Organización de riego a la demanda y material PE 100 UE. Características detalladas por cada línea de riego.....	9
4.2	ORGANIZACIÓN DE RIEGO POR TURNOS.....	13
4.2.1	Organización de riego en 6 sectores.....	14
4.2.2	Organización de riego en 3 sectores por zonas.....	14
5	CONCLUSIONES DEL DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de costes organización de riego a demanda y material usado PVC.....	6
Tabla 2. Resumen de costes organización de riego a demanda y material usado PE 100 UNE. ..	6
Tabla 3. Líneas de riego a la demanda y características hidráulicas. Material empleado PVC. Elaboración propia.	7
Tabla 4. Líneas de riego a la demanda y características hidráulicas. Material empleado PE 100 UE. Elaboración propia.	9
Tabla 5: Organización del riego por turnos. Parámetros de riego.	13
Tabla 6: Organización del riego por turnos. Tipo de tomas.	13
Tabla 7. Resumen de costes para turnos 6 sectores. Turnos Flexibles TF, Turnos por hidrantes TH.	14
Tabla 8. Resumen de costes para turnos 3 sectores. Turnos Flexibles TF, Turnos por hidrantes TH.	14
Tabla 9. Resultados diseño red a turnos por hidrante con 3 sectores de riego y PE-100.	17
Tabla 10.: Resultados diseño red a turnos por hidrante con 3 sectores de riego y PVC orientado.	19
Tabla 11. Resultados diseño red a turnos flexibles con 3 sectores de riego y PVC orientado. ..	22
Tabla 13: Resultados diseño red a turnos por hidrante con 6 sectores de riego y PE-100.	25
Tabla 14: Resultados diseño red a turnos por hidrante con 6 sectores de riego y PVC orientado.	28
Tabla 15: Resultados diseño red a turnos flexibles con 6 sectores de riego y PE-100.	31
Tabla 16: Resultados diseño red a turnos flexibles con 6 sectores de riego y PVC orientado. ..	34
Tabla 17: Precios totales de las soluciones estudiadas	35

1 INTRODUCCIÓN.

A partir de los caudales calculados anteriormente y teniendo en cuenta las presiones requeridas en cada punto de la red, se procede al dimensionado de la red de distribución siguiendo los criterios de optimización técnico-económica basados en los costes eléctrico y de amortización. De este modo, se han obtenido los diámetros de cada una de las líneas desde el depósito de abastecimiento hasta los diferentes puntos de demanda de la red.

2 DATOS PREVIOS.

2.1 MATERIAL EMPLEADO.

Se va a realizar un estudio de las distintas alternativas en cuanto a la organización teniendo en cuenta 2 materiales distintos, PVC y PE 100 UNE.

2.2 PRESIONES REQUERIDAS.

Con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de la red de riego, se ha estimado la presión requerida en cada hidrante en 35 m.c.a, de manera que permita la opción de la fertirrigación.

2.3 PÉRDIDAS ESTIMADAS EN EL CABEZAL DE RIEGO.

En el cabezal de filtrado se instalarán una serie de filtros de anillas auto limpiantes en paralelo. Las anillas se disponen en un cilindro que se introduce en el interior del filtro, todas ellas con la misma orientación y compactadas, de manera las partículas en suspensión pasan a través de ellas quedando así retenidas y obteniendo la filtración deseada.

La limpieza de los filtros se efectuará de manera automática cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida sea del cabezal de filtrado sea superior a los 3 m.c.a. Por tanto, las pérdidas de carga máximas en el cabezal serán de unos 10 m.c.a.

2.4 OTROS PARÁMETROS

También se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Rugosidad del PVC: 0,02 mm
- Coeficiente de mayoración por pérdidas localizadas: 1,1
- Temperatura de cálculo: 20 °C
- Velocidad máxima de circulación: 2,0 m/s
- Velocidad mínima de circulación: 0,5 m/s
- Presión mínima de trabajo del material: 6 kg/cm²

- Altura máxima en embalse: 5 m

3 METODOLOGÍA DEL DIMENSIONADO

Las dimensiones de las conducciones se han determinado siguiendo el criterio de optimización técnico-económica, dividiendo la red ramificada en varias subredes constituidas por otras tuberías en serie. Esta metodología parte de dos supuestos:

3.1 SUPUESTO 1

Toda la red puede descomponerse en un número de subredes formadas por tuberías en serie. Se ha de establecer la serie más desfavorable que une el origen con el origen con dicho nudo de la red.

El nudo más desfavorable es aquel en el que la suma de presión requerida, cota y sumatorio de pérdidas de carga es máxima en la red. Aplicando la ecuación de Bernouilli entre el origen y cada nudo de la red, hace mínima la siguiente expresión:

$$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma}\right) - \left(Z_j + \frac{P_j}{\gamma}\right) - \sum_{i=1}^{j-1} h_{1-i}$$

$$\forall j \in [1, n] \quad \text{si } \frac{P_j}{\gamma} > 0 \quad \text{y} \quad q_n > 0$$

La presión y cota geométrica son invariantes en cada nudo una vez que se inicia el dimensionado de la red, la pérdida admisible desde el origen hasta cada nudo depende de los diámetros de las tuberías que conectan el nudo más desfavorable con el inicio de la red, siendo los diámetros las incógnitas a resolver.

Se supondrá unas velocidades en cada tramo, siendo función del caudal circulante la velocidad máxima y mínima fijada y se calculará mediante la ecuación de continuidad el diámetro teórico para cada tramo de tubería.

Esto permitirá ordenar los nudos del más favorable al menos favorable según sus consumos. De esta forma la red puede descomponerse en un conjunto de series secundarias.

Ya que la cota piezométrica en origen no es suficiente para satisfacer los requerimientos de presión y caudal, se requerirá la instalación de una bomba.

3.2 SUPUESTO 2

El coste de diámetros puede ajustarse con gran precisión a esta ecuación de tipo exponencial:

$$C = A \cdot D^a$$

Donde:

- C: coste por unidad de longitud
- D: diámetro interior
- A
- a: coeficiente y exponente en función del material y la presión de trabajo de la tubería

Asimismo, la función de costes a minimizar será:

$$C_T = C_E \cdot C_A$$

Donde:

- CE: costes anuales energéticos
- CA: costes de amortización anual de la red de tuberías

La siguiente expresión calcula los costes energéticos:

$$C_E = K_1 \cdot H_m$$

Donde:

- Hm: altura manométrica que debe suministrar la bomba
- K1: coeficiente de costes energéticos

Que se obtiene a partir de esta expresión:

$$K_1 = \frac{Q_m \cdot T_e \cdot PAUE \cdot 0,736}{\eta}$$

Donde:

- Qm: caudal en origen de red
- Te: horas de funcionamiento anual
- η: rendimiento estimado de la bomba

La ecuación de los costes de amortización será:

$$\alpha = \frac{(1+r)' \cdot r}{(1+r)' - 1}$$

$$C_A = \alpha \cdot A \cdot \sum_{i=1}^{NLIN} D_i^a \cdot L_i$$

Donde:

- NLIN: número de tuberías que componen la red

Por lo tanto, la función de costes a minimizar quedará como:

$$C_T = K_1 \cdot H_m + \alpha \cdot A \cdot \sum_{i=1}^{NLIN} D_i^a \cdot L_i$$

Los diámetros de las conducciones se dimensionan con las siguientes expresiones:

Para las series principales, y cuando sea necesario instalar un grupo de elevación de características desconocidas, se aplicará:

$$D_i = \left[\frac{5 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot f \cdot Q_{Li}^2}{a \cdot A'} \right]^{\frac{1}{a+5}}$$

Donde:

- K_1 : coeficiente de costes energéticos
- $a \cdot A'$: coeficientes de ajuste. Dependen del material utilizado en las conducciones.
- K_2 : coeficiente de la fórmula de Darcy-Weisbach ($K_2 = 0,0826$)
- Q_{Li} : caudal circulante por el tramo objeto de elevación

Para las series secundarias, y la cota en origen de red sea suficiente para no tener que requerir de grupo de elevación, se aplicará:

$$D_i = \left(\frac{K_2}{\Delta h} \right) \cdot (f_i \cdot Q_{Li})^{\frac{1}{a+5}} \cdot \left[\sum_{j=1}^k L_j \cdot (f_j \cdot Q_{Lj})^{\frac{a}{a+5}} \right]^{\frac{1}{5}}$$

Donde:

- Δh : pérdida de carga admisible en la serie objeto del dimensionado

Las pérdidas de carga en los tramos de la red se cuantifican mediante la fórmula de Darcy-Weisbach expresada en función de caudal:

$$h_r = 0,0826 \cdot L \cdot f \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Donde:

- f : coeficiente de fricción

Dado que para todos los caudales circulantes el régimen hidráulico previsto será turbulento, el factor de fricción f se cuantifica mediante la fórmula de White-Colebrook, el régimen hidráulico para todos los caudales circulantes será turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left[\frac{2,51}{\sqrt{f} \cdot R_e} + \frac{\frac{K_r}{D}}{3,71} \right]$$

El dimensionado de la red se ha realizado mediante el paquete informático “RGWIN” que sigue el método anteriormente expuesto.

4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para organizar la red de riego según las restricciones de los hidrantes es posible hacerlo de diferentes formas. Por un lado, podemos organizarlo a demanda en el cual el usuario puede abrir el hidrante siempre que quiera y durante el tiempo conveniente, estando únicamente limitado el caudal y volumen consumido. Este sistema debe detectar la apertura de los hidrantes por parte del agricultor. Por otro lado, existe la opción de riego por turnos que tiene como restricciones el momento de riego y duración de este. La apertura y cierre se gestionará desde la red por medio de las unidades concentradoras.

Se ha propuesto una serie de alternativas con objeto de seleccionar la más económica y que se ajuste más a nuestras necesidades técnicas.

4.1 ORGANIZACIÓN DE RIEGO A DEMANDA

Con este tipo de riego se puede saber cuál es el máximo que una red puede abastecer ya que el riego se realiza a demanda de los regantes, debido a esto se considera este tipo de riego flexible y además es ampliable. Dicho esto, se podría decir que es la organización de riego ideal.

El cálculo de los caudales de diseño a demanda se obtiene a partir de la fórmula de Clement (Clement 1966).

$$Q_i = \sum_i n_i \cdot p_i \cdot d_i + U(P_q) \cdot \sqrt{\sum_i n_i \cdot p_i \cdot q_i \cdot d_i^2}$$

Donde:

- d_i : Caudal de la toma i
- q_i : Probabilidad de no funcionamiento de la toma i
- n_i : Número de tomas de caudal d_i
- $U(P_q)$: Variable normal centrada. Adopta el valor $U = 0$ para una calidad de funcionamiento del 99%.

- p_i : Probabilidad de funcionamiento de la toma i . Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$p_i = \frac{1}{GL_i}$$

- GL_i : Grado de libertad de la toma i

Tras la realización de los cálculos con el programa RGWIN2020 los datos obtenidos se muestran en la Tabla 3, usando como material PVC y en la Tabla 4, usando como materia PE 100 UNE.

El resumen de los costes que supone cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 1. Resumen de costes organización de riego a demanda y material usado PVC

RESUMEN DE COSTES	
Costes instalación tuberías (€)	150.192,31
Costes energéticos (€/año)	1.094,72
Coste anual instalación (€/año)	12.051,82
TOTAL	13.146,54

Tabla 2. Resumen de costes organización de riego a demanda y material usado PE 100 UNE.

RESUMEN DE COSTES	
Costes instalación tuberías (€)	185.617,50
Costes energéticos (€/año)	1.024,17
Coste anual instalación (€/año)	14.894,43
TOTAL	15.918,60

4.1.1 Organización de riego a la demanda y material PVC. Características detalladas por cada línea de riego.

Tabla 3. Líneas de riego a la demanda y características hidráulicas. Material empleado PVC. Elaboración propia.

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
1			381,24			0	-91,11		91,1	91,2		PVC
2	H1	73,60	63,49	125	1,00	1,69	1,73	14,49	89,69	75,75	649,89	PVC
3		291,26	370,59	315	1,00	1,55	1,93	14,69	92,51	78,37	16196,97	PVC
4		377,79	268,08	250	1,00	1,78	4,26	18,95	95,76	77,36	13230,21	PVC
5	H9	104,57	69,78	125	1,00	1,85	2,93	21,87	94,80	73,48	923,35	PVC
6	H2	84,66	156,57	200	1,00	1,62	1,05	15,74	91,43	76,24	1905,70	PVC
7		279,79	155,88	180	1,00	2,00	5,79	21,53	92,36	71,38	5178,91	PVC
8	H3	41,33	54,02	110	1,00	1,85	1,35	22,88	91,41	69,08	283,94	PVC
9	H4	182,30	155,88	180	1,00	2,00	3,77	25,31	90,45	65,69	3374,37	PVC
10	H5	101,19	155,88	180	1,00	2,00	2,10	27,40	93,45	66,60	1873,03	PVC
11		51,18	155,88	180	1,00	2,00	1,06	28,46	94,02	66,11	947,34	PVC
12	H6	172,43	68,22	125	1,00	1,81	4,63	33,09	93,17	60,63	1522,56	PVC
13	H7	127,89	155,88	180	1,00	2,00	2,65	31,11	94,45	63,89	2367,24	PVC
14	H8	306,32	87,17	140	1,00	1,85	7,43	38,54	94,87	56,88	3476,73	PVC
15	H10	404,43	254,58	250	1,00	1,69	4,14	23,09	97,84	75,30	14163,14	PVC

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
16		330,06	232,69	250	1,00	1,54	2,86	25,95	99,78	74,38	11558,70	PVC
17	H11	123,93	54,24	110	1,00	1,86	4,07	30,02	99,62	70,15	851,40	PVC
18	H12	220,53	36,46	90	1,00	1,95	10,33	40,34	97,68	57,89	1336,41	PVC
19	H13	212,48	15,12	63	1,00	1,65	11,26	51,61	96,05	44,99	658,69	PVC
20		114,48	204,74	250	1,00	1,36	0,78	26,73	101,04	74,86	4009,09	PVC
21	H15	56,56	60,74	125	1,60	1,77	1,53	28,27	100,74	73,02	799,19	PVC
22	H14	241,99	60,74	125	1,60	1,77	6,57	34,83	99,00	64,72	3419,32	PVC
23	H16	315,07	182,05	200	1,00	1,89	5,19	31,92	101,25	69,88	7092,23	PVC
24		140,44	172,23	200	1,00	1,79	2,09	34,01	101,67	68,21	3161,30	PVC
25	H18	349,54	70,23	140	1,60	1,63	7,12	41,13	98,84	58,26	6442,02	PVC
26		107,71	70,23	125	1,00	1,87	3,05	44,18	97,96	54,33	951,08	PVC
27	H19	121,72	70,23	125	1,00	1,87	3,45	47,62	96,72	49,65	1074,79	PVC
28	H20	122,87	25,71	75	1,00	1,98	7,41	51,59	97,23	46,19	532,03	PVC
29	H17	42,73	142,43	180	1,00	1,82	0,75	34,76	101,39	67,18	790,93	PVC
30		132,05	129,51	180	1,00	1,66	1,94	36,69	99,95	63,81	2444,25	PVC
31	H23	155,95	67,89	125	1,60	1,98	5,21	41,90	100,84	59,49	2203,57	PVC
32	H21	248,59	114,89	160	1,00	1,87	5,23	41,93	97,57	56,19	3629,41	PVC
33	H22	222,44	46,67	110	1,60	1,76	7,01	48,94	100,00	51,61	2469,08	PVC

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
34	H24	176,20	93,38	140	1,00	1,98	4,86	46,79	96,85	50,61	1999,87	PVC
35	H27	228,93	54,65	110	1,00	1,87	7,62	54,41	96,11	42,25	1572,75	PVC
36	H25	240,71	66,80	125	1,00	1,77	6,21	53,00	98,72	46,27	2125,47	PVC
37	H26	278,47	66,80	125	1,00	1,77	7,19	60,18	98,02	38,39	2458,89	PVC
38	H28	203,42	54,65	110	1,00	1,87	6,77	61,18	95,63	35,00	1397,50	PVC
40		72,96	381,24	315	0,60	1,50	0,44	0,44	0,55	0,11	2603,94	PVC
42		5,17	381,24	315	1,00	1,59	0,04	0,48	91,14	91,21	287,50	PVC
43		327,81	381,24	315	1,00	1,59	2,29	12,76	88,91	76,70	18229,51	PVC

4.1.2 Organización de riego a la demanda y material PE 100 UE. Características detalladas por cada línea de riego.

Tabla 4. Líneas de riego a la demanda y características hidráulicas. Material empleado PE 100 UE. Elaboración propia.

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
1			381,24			0,00	-85,24		85,24	85,30		PE100

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
2	H1	73,60	63,49	125	1,00	1,85	2,06	15,35	83,82	69,02	789,73	PE100
3		291,26	370,59	315	0,80	1,70	2,32	15,61	86,64	71,58	19345,49	PE100
4		377,79	268,08	250	0,80	1,95	5,10	20,71	89,89	69,73	16127,85	PE100
5	H9	104,57	69,78	140	1,00	1,62	2,01	22,72	88,93	66,76	1408,56	PE100
6	H2	84,66	156,57	200	1,00	1,78	1,27	16,87	85,56	69,23	2323,92	PE100
7		279,79	155,88	200	1,00	1,78	4,15	21,02	86,49	66,02	7680,24	PE100
8	H3	41,33	54,02	125	1,00	1,57	0,86	21,88	85,54	64,20	443,47	PE100
9	H4	182,30	155,88	200	1,00	1,78	2,70	23,73	84,58	61,40	5004,14	PE100
10	H5	101,19	155,88	200	1,00	1,78	1,50	25,23	87,58	62,90	2777,67	PE100
11		51,18	155,88	200	1,00	1,78	0,76	25,99	88,15	62,71	1404,89	PE100
12	H6	172,43	68,22	125	1,00	1,99	5,51	31,49	87,30	56,36	1850,17	PE100
13	H7	127,89	155,88	200	1,00	1,78	1,90	27,88	88,58	61,25	3510,58	PE100
14	H8	306,32	87,17	160	1,00	1,55	4,63	32,51	89,00	57,04	5385,11	PE100
15	H10	404,43	254,58	250	0,80	1,85	4,97	25,68	91,97	66,84	17265,12	PE100
16		330,06	232,69	250	0,80	1,69	3,44	29,12	93,91	65,34	14090,26	PE100
17	H11	123,93	54,24	125	1,00	1,58	2,60	31,72	93,75	62,58	1329,77	PE100
18	H12	220,53	36,46	110	1,00	1,38	4,22	35,94	91,81	56,42	1854,66	PE100
19	H13	212,48	15,12	63	1,00	1,74	12,26	48,20	90,18	42,53	618,32	PE100

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
20		114,48	204,74	225	1,00	1,84	1,58	30,70	95,17	65,02	3651,91	PE100
21	H15	56,56	60,74	125	1,00	1,77	1,46	32,16	94,87	63,26	606,89	PE100
22	H14	241,99	60,74	125	1,00	1,77	6,25	38,41	93,13	55,27	2596,55	PE100
23	H16	315,07	182,05	125	1,00	1,64	3,51	34,20	95,38	61,72	10050,73	PE100
24		140,44	172,23	225	1,00	1,96	2,50	36,70	95,80	59,64	3855,08	PE100
25	H18	349,54	70,23	200	1,00	1,63	6,80	43,50	92,97	50,02	4708,30	PE100
26		107,71	70,23	140	1,00	1,63	2,09	45,59	92,09	47,05	1450,85	PE100
27	H19	121,72	70,23	140	1,00	1,63	2,37	47,96	90,85	43,44	1639,57	PE100
28	H20	122,87	25,71	90	1,00	1,45	3,29	48,88	91,36	43,02	723,70	PE100
29	H17	42,73	142,43	200	1,00	1,62	0,54	37,24	95,52	58,83	1172,94	PE100
30		132,05	129,51	180	1,00	1,82	2,32	39,57	94,08	55,06	2936,79	PE100
31	H23	155,95	67,89	125	1,00	1,98	4,94	44,50	94,97	51,02	1673,34	PE100
32	H21	248,59	114,89	180	1,00	1,62	3,51	43,08	91,70	49,17	5528,64	PE100
33	H22	222,44	46,67	110	1,00	1,76	6,67	49,75	94,13	44,93	1870,72	PE100
34	H24	176,20	93,38	160	1,00	1,66	3,02	46,10	90,98	45,43	3097,60	PE100
35	H27	228,93	54,65	125	1,00	1,59	4,88	50,98	90,24	39,81	2456,42	PE100
36	H25	240,71	66,80	140	1,00	1,55	4,27	50,37	92,85	43,03	3242,36	PE100
37	H26	278,47	66,80	140	1,00	1,55	4,94	55,31	92,15	37,39	3750,99	PE100

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
38	H28	203,42	54,65	125	1,00	1,59	4,33	55,31	89,76	35,00	2182,70	PE100
40		72,96	381,24	315	0,60	1,59	0,49	0,49	0,55	0,06	3094,96	PE100
42		5,17	381,24	315	0,80	1,75	0,04	0,53	85,27	85,29	343,39	PE100
43		327,81	381,24	315	0,80	1,75	2,75	13,29	83,04	70,30	21773,14	PE100

4.2 ORGANIZACIÓN DE RIEGO POR TURNOS

La organización del riego por turnos no es tan flexible como el de la demanda, y además no permite ampliaciones. A pesar de esto, algunas de las ventajas que presenta frente a la demanda, es que los diámetros de las tuberías principales se reducen, la superficie regable se sectoriza y se alternan estos sectores durante el riego para obtener un reparto más organizado y controlado. Para este tipo de organización se han propuesto dos alternativas.

El caudal requerido por cada hidrante se ha calculado con la siguiente expresión:

$$q = \sum S \times d$$

donde:

- S: sector de riego
- d: demanda de riego correspondiente a su sector
- El cálculo de los caudales circulantes por tramo se ha determinado por la ecuación de continuidad en cada uno de los nudos de la red.

$$Q = \sum_{j=1}^n Q + \sum_{k=1}^m d$$

Además, se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 5: Organización del riego por turnos. Parámetros de riego.

Presión requerida en nudos con consumo mca	35
Jornada Efectiva Riego en horas	15
Rendimiento estimado Bomba en %	70
Tiempo de riego por sector en horas	2,5
Número de sectores	6
Número de tipo tomas	1

Respecto a los parámetros financieros se ha considerado un interés de capital ajeno del 5 % con un plazo de amortización a 20 años.

Tipo de tomas.

Tabla 6: Organización del riego por turnos. Tipo de tomas.

Caudal ficticio continuo en l/s/ha	0,35
Tiempo riego en horas	2,45
Numero riegos por semana	6
Superficie media parcelas en ha	1
Número de sectores funcionamiento	1

4.2.1 Organización de riego en 6 sectores.

Cada sector se ha distribuido por superficies aleatoriamente, de manera que todos los sectores tengan la misma superficie regable consiguiendo así que la red esté compensada. Tras la realización de los cálculos con el programa RGWIN los datos obtenidos se muestran en las Tablas 9, usando como materia **PVC** y en la Tabla 10, usando como materia **PE 100 UNE**.

El resumen de los costes que supone cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 7. Resumen de costes para turnos 6 sectores. Turnos Flexibles TF, Turnos por hidrantes TH.

	Q ₀ (m ³ /h)	Hm (mca)	Pot (kW)	DN (mm)	Costes tubería (€)	CE (€/año)	CT (€/año)
TF PVC	321,01	52,96	95,54	315	89.162,52	1134,31	8.288,94
TH PVC	315,51	107,23	188,15	225	73.515,48	2.257,48	8.156,55
TF PE-100	321,01	72,89	130,13	250	157.449	1561,31	14.195,43
TH PE-100	315,51	104,51	183,37	250	219.433,60	2.200,21	19.808,12

4.2.2 Organización de riego en 3 sectores por zonas.

Cada sector se ha distribuido por superficies por proximidad, de manera que todos los sectores tengan la misma superficie regable consiguiendo así que la red esté compensada. Tras la realización de los cálculos con el programa RGWIN los datos obtenidos se muestran en las Tablas 11, usando como materia **PVC** y en la Tabla 12, usando como materia **PE 100 UNE**.

El resumen de los costes que supone cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 8. Resumen de costes para turnos 3 sectores. Turnos Flexibles TF, Turnos por hidrantes TH.

	Q ₀ (m ³ /h)	Hm (mca)	Pot (kW)	DN (mm)	Costes tubería (€)	CE (€/año)	CT (€/año)
TF PVC	601,58	53,57	179,21	355	124.401,50	2.150,22	12.132,52
TH PVC	624,55	78,02	270,97	315	98.648,25	3.251,24	11.167,03
TF PE-100	601,58	61,01	204,29	355	254.401	2.451,17	22.865,00
TH PE-100	624,55	88,02	305,73	355	234.148,50	3.668,35	22.457,03

A continuación, se muestran los detalles de cada línea de riego según los sectores de riego y materiales utilizados:

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		73,0	624,55	355	0,60	2,06	0,68	0,68	1,45	0,77	3812,16	PE100
P1			624,55			0,00	-88,02		88,02	88,80		
V1			624,55			0,00	10,00	10,74	87,28	78,00		
L42		5,2	624,55	355	0,80	2,26	0,06	0,74	88,05	88,77	409,15	PE100
L43		327,8	624,55	355	0,80	2,26	3,82	14,56	85,82	72,71	25942,88	PE100
L2	H1	73,6	122,13	160	1	2,17	2,06	16,62	86,60	71,43	1293,89	PE100
L3		291,3	578,80	355	0,80	2,09	2,95	17,52	89,42	73,36	23050,32	PE100
L4		377,8	545,57	355	1	1,97	3,43	20,95	92,67	73,18	29898,30	PE100
L5	H9	104,6	59,35	110	1	2,24	4,86	25,81	91,71	67,35	879,43	PE100
L6	H2	84,7	212,25	200	1	2,42	2,21	19,73	88,34	70,07	2323,92	PE100
L7		279,8	212,25	200	1	2,42	7,32	27,05	89,27	63,68	7680,24	PE100
L8	H3	41,3	164,95	180	1	2,32	1,13	28,18	88,32	61,59	919,18	PE100
L9	H4	182,3	63,86	125	1	1,86	5,16	32,21	87,36	56,61	1956,08	PE100
L10	H5	101,2	63,86	110	1	2,41	5,38	37,59	90,36	54,23	851,01	PE100
L11		51,2	47,30	110	1	1,79	1,57	39,16	90,93	53,22	430,42	PE100
L12	H6	172,4	47,30	110	1	1,79	5,29	44,45	90,08	47,08	1450,14	PE100
L13	H7	127,9	19,24	75	1	1,56	4,89	44,05	91,36	48,76	523,07	PE100
L14	H8	306,3	19,24	75	1	1,56	11,72	55,77	91,78	37,46	1252,85	PE100
L15	H10	404,4	486,22	315	1	2,23	5,32	26,27	94,75	69,94	26862,24	PE100
L16		330,1	486,22	315	1	2,23	4,34	30,61	96,69	67,54	21922,58	PE100

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L17	H11	123,9	79,35	125	1	2,31	5,22	35,83	96,53	62,15	1329,77	PE100
L18	H12	220,5	52,69	110	1	1,99	8,25	44,08	94,59	51,97	1854,66	PE100
L19	H13	212,5	52,69	110	1	1,99	7,94	52,02	92,96	42,39	1786,96	PE100
L20		114,5	406,86	280	1	2,36	1,92	32,53	97,95	66,87	5750,33	PE100
L21	H15	56,6	64,87	110	1	2,45	3,10	35,63	97,65	63,48	475,67	PE100
L22	H14	242,0	64,87	110	1	2,45	13,25	48,88	95,91	48,49	2035,14	PE100
L23	H16	315,1	363,18	280	1	2,11	4,29	36,82	98,16	62,79	15825,97	PE100
L24		140,4	363,18	280	1	2,11	1,91	38,73	98,58	61,30	7054,30	PE100
L25	H18	349,5	199,36	200	1	2,27	8,14	46,88	95,75	50,33	9594,87	PE100
L26		107,7	124,53	160	1	2,22	3,13	50,01	94,87	46,32	1893,54	PE100
L27	H19	121,7	31,22	90	1	1,76	4,64	54,65	93,63	40,44	716,93	PE100
L28	H20	122,9	124,53	160	1	2,22	3,57	53,57	94,14	42,02	2160,05	PE100
L29	H17	42,7	225,46	225	1	2,03	0,70	39,44	98,30	60,32	1363,09	PE100
L30		132,1	163,82	180	1	2,30	3,58	43,02	96,86	55,30	2936,79	PE100
L31	H23	155,9	70,04	125	1	2,04	5,23	48,25	97,75	50,96	1673,34	PE100
L32	H21	248,6	163,82	180	1	2,30	6,74	49,76	94,48	46,18	5528,64	PE100
L33	H22	222,4	66,51	125	1	1,94	6,78	56,54	96,91	41,83	2386,78	PE100
L34	H24	176,2	117,40	180	1	1,65	2,59	52,35	93,76	42,87	3918,69	PE100
L35	H27	228,9	117,40	180	1	1,65	3,37	55,72	93,02	38,76	5091,40	PE100
L36	H25	240,7	91,21	160	1	1,62	3,95	56,30	95,63	40,79	4231,68	PE100

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L37	H26	278,5	25,89	110	1	0,98	2,86	59,16	94,93	37,22	2341,93	PE100
L38	H28	203,4	63,38	140	1	1,47	3,28	58,99	92,54	35,00	2740,07	PE100

Tabla 9. Resultados diseño red a turnos por hidrante con 3 sectores de riego y PE-100.

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		72,96	624,55	315	1,25	2,47	1,11	1,11	1,45	0,34	2062,58	PVC
P1			624,55			0,00	-78,02		78,02	78,35		
V1			624,55			0,00	10,00	11,19	77,28	67,53		
L42		5,17	624,55	315	1,25	2,47	0,08	1,19	78,05	78,30	146,16	PVC
L43		327,81	624,55	315	1,25	2,47	5,00	16,20	75,82	61,07	9267,19	PVC
L2	H1	73,60	122,13	140	1,25	2,44	2,91	19,10	76,60	58,94	450,43	PVC
L3		291,26	578,80	315	1,25	2,29	3,85	20,05	79,42	60,82	8233,92	PVC
L4		377,79	545,57	315	1,25	2,16	4,47	24,52	82,67	59,59	10680,12	PVC
L5	H9	104,57	59,35	110	1,25	1,93	3,55	28,07	81,71	55,08	449,65	PVC
L6	H2	84,66	212,25	200	1,25	2,08	1,61	21,66	78,34	58,12	972,74	PVC
L7		279,79	212,25	200	1,25	2,08	5,33	26,99	79,27	53,73	3214,79	PVC

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L8	H3	41,33	164,95	200	1,25	1,62	0,49	27,48	78,32	52,29	474,88	PVC
L9	H4	182,30	63,86	125	1,25	1,60	3,75	30,74	77,36	48,07	957,08	PVC
L10	H5	101,19	63,86	110	1,25	2,07	3,94	34,68	80,36	47,13	435,12	PVC
L11		51,18	47,30	110	1,25	1,53	1,14	35,82	80,93	46,56	220,07	PVC
L12	H6	172,43	47,30	110	1,25	1,53	3,84	39,66	80,08	41,87	741,45	PVC
L13	H7	127,89	19,24	90	1,6	0,96	1,58	37,40	81,36	45,41	480,87	PVC
L14	H8	306,32	19,24	90	1,6	0,96	3,78	41,18	81,78	42,05	1151,76	PVC
L15	H10	404,43	486,22	315	1,25	1,92	3,86	28,38	84,75	57,81	11433,24	PVC
L16		330,06	486,22	315	1,25	1,92	3,15	31,53	86,69	56,61	9330,80	PVC
L17	H11	123,93	79,35	125	1,25	1,99	3,82	35,35	86,53	52,63	650,63	PVC
L18	H12	220,53	52,69	110	1,25	1,71	6,00	41,35	84,59	44,69	948,28	PVC
L19	H13	212,48	52,69	110	1,25	1,71	5,78	47,13	82,96	37,28	913,66	PVC
L20		114,48	406,86	315	1,25	1,61	0,78	32,31	87,95	57,08	3236,35	PVC
L21	H15	56,56	64,87	110	1,25	2,11	2,27	34,58	87,65	54,52	243,21	PVC
L22	H14	241,99	64,87	110	1,25	2,11	9,70	44,28	85,91	43,08	1040,56	PVC
L23	H16	315,07	363,18	250	1,25	2,28	5,46	37,77	88,16	51,84	5598,79	PVC
L24		140,44	363,18	250	1,25	2,28	2,43	40,20	88,58	49,82	2495,62	PVC
L25	H18	349,54	199,36	200	1,25	1,95	5,92	46,12	85,75	41,07	4016,21	PVC
L26		107,71	124,53	200	1,25	1,22	0,76	46,88	84,87	39,43	1237,59	PVC
L27	H19	121,72	31,22	110	1,25	1,01	1,26	48,14	83,63	36,93	523,40	PVC

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L28	H20	122,87	124,53	160	1,25	1,91	2,60	49,48	84,14	36,10	939,96	PVC
L29	H17	42,73	225,46	225	1,25	1,75	0,51	40,71	88,30	49,03	639,24	PVC
L30		132,05	163,82	200	1,25	1,60	1,55	42,27	86,86	46,04	1517,25	PVC
L31	H23	155,95	70,04	110	1,25	2,27	7,21	49,48	87,75	39,72	670,59	PVC
L32	H21	248,59	163,82	200	1,25	1,60	2,92	45,18	84,48	40,74	2856,30	PVC
L33	H22	222,44	66,51	125	1,25	1,67	4,94	50,12	86,91	38,24	1167,81	PVC
L34	H24	176,20	117,40	200	1,25	1,15	1,12	46,30	83,76	38,90	2024,54	PVC
L35	H27	228,93	117,40	200	1,25	1,15	1,45	47,75	83,02	36,71	2630,41	PVC
L36	H25	240,71	91,21	160	1,25	1,40	2,86	49,16	85,63	37,92	1841,43	PVC
L37	H26	278,47	25,89	110	1,25	0,84	2,05	51,21	84,93	35,17	1197,42	PVC
L38	H28	203,42	63,38	160	1,25	0,97	1,23	48,99	82,54	35,00	1556,16	PVC

Tabla 10.: Resultados diseño red a turnos por hidrante con 3 sectores de riego y PVC orientado.

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		72,96	601,58	355	1,25	1,87	0,57	0,57	1,45	0,88	2714,11	PVC
P1			601,58			0,00	-53,57		53,57	54,44		
V1			601,58			0,00	10,00	10,61	52,83	43,66		
L42		5,17	601,58	355	1,25	1,87	0,04	0,61	53,60	54,43	192,32	PVC
L43		327,81	601,58	355	1,25	1,87	2,58	13,19	51,37	39,63	12194,53	PVC
L2	H1	73,60	61,68	110	1,25	2,00	2,68	15,87	52,15	37,72	316,48	PVC
L3		291,26	557,10	400	1,25	1,37	1,11	14,30	54,97	42,12	13243,59	PVC
L4		377,79	428,62	400	1,25	1,05	0,88	15,18	58,22	44,49	17178,11	PVC
L5	H9	104,57	24,33	90	1,60	1,22	1,98	17,17	57,26	41,54	393,18	PVC
L6	H2	84,66	161,47	200	1,25	1,58	0,97	15,26	53,89	40,07	972,74	PVC
L7		279,79	123,00	200	1,25	1,21	1,93	17,20	54,82	39,07	3214,79	PVC
L8	H3	41,33	72,07	125	1,25	1,81	1,06	18,26	53,87	37,05	216,98	PVC
L9	H4	182,30	65,58	160	1,25	1,00	1,18	18,37	52,91	35,98	1394,60	PVC
L10	H5	101,19	61,80	160	1,25	0,95	0,59	18,96	55,91	38,40	774,10	PVC
L11		51,18	47,52	140	1,25	0,95	0,35	19,31	56,48	38,61	313,22	PVC
L12	H6	172,43	32,26	125	1,25	0,81	1,01	20,32	55,63	36,75	905,26	PVC
L13	H7	127,89	15,26	110	1,25	0,50	0,36	19,67	56,91	38,68	549,93	PVC
L14	H8	306,32	11,49	90	1,60	0,58	1,48	21,16	57,33	37,62	1151,76	PVC
L15	H10	404,43	409,16	355	1,25	1,27	1,55	16,73	60,30	45,02	15044,80	PVC

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L16		330,06	393,81	355	1,25	1,22	1,18	17,91	62,24	45,78	12278,23	PVC
L17	H11	123,93	72,42	140	1,25	1,45	1,85	19,76	62,08	43,77	758,45	PVC
L18	H12	220,53	39,95	125	1,25	1,00	1,91	21,67	60,14	39,92	1157,78	PVC
L19	H13	212,48	28,27	110	1,25	0,92	1,84	23,50	58,51	36,45	913,66	PVC
L20		114,48	321,38	315	1,25	1,27	0,51	18,41	63,50	46,53	3236,35	PVC
L21	H15	56,56	53,72	110	1,25	1,74	1,59	20,01	63,20	44,64	243,21	PVC
L22	H14	241,99	34,19	110	1,25	1,11	2,96	22,97	61,46	39,94	1040,56	PVC
L23	H16	315,07	293,45	315	1,25	1,16	1,18	19,59	63,71	45,57	8907,03	PVC
L24		140,44	283,19	315	1,25	1,12	0,49	20,08	64,13	45,50	3970,24	PVC
L25	H18	349,54	109,21	200	1,25	1,07	1,94	22,02	61,30	40,73	4016,21	PVC
L26		107,71	80,39	140	1,25	1,61	1,95	23,97	60,42	37,90	659,19	PVC
L27	H19	121,72	13,90	90	1,60	0,70	0,83	24,80	59,18	35,83	457,67	PVC
L28	H20	122,87	70,79	140	1,25	1,42	1,76	25,72	59,69	35,41	751,96	PVC
L29	H17	42,73	173,99	250	1,25	1,09	0,19	20,27	63,85	45,03	759,31	PVC
L30		132,05	151,91	225	1,25	1,18	0,76	21,03	62,41	42,83	1975,47	PVC
L31	H23	155,95	29,43	90	1,60	1,48	4,20	25,23	63,30	39,52	586,37	PVC
L32	H21	248,59	135,63	225	1,25	1,05	1,16	22,19	60,03	39,29	3718,91	PVC
L33	H22	222,44	31,22	90	1,60	1,57	6,69	28,88	62,46	35,03	836,37	PVC
L34	H24	176,20	97,41	200	1,25	0,95	0,79	22,98	59,31	37,78	2024,54	PVC

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L35	H27	228,93	44,52	160	1,25	0,68	0,73	23,71	58,57	36,31	1751,31	PVC
L36	H25	240,71	49,75	140	1,25	0,99	1,80	24,77	61,18	37,85	1473,15	PVC
L37	H26	278,47	11,80	90	1,60	0,59	1,42	26,19	60,48	35,74	1047,05	PVC
L38	H28	203,42	26,44	125	1,25	0,66	0,83	24,54	58,09	35,00	1067,95	PVC

Tabla 11. Resultados diseño red a turnos flexibles con 3 sectores de riego y PVC orientado.

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		72,96	315,51	250	0,60	2,09	1,06	1,06	1,45	0,39	1953,14	PE100
P1			315,51			0,00	-104,51		104,51	104,90		
V1			315,51			0,00	10,00	11,16	103,77	94,06		
L42		5,17	315,51	250	0,80	2,30	0,09	1,16	104,54	104,83	220,71	PE100
L43		327,81	315,51	250	0,80	2,30	5,98	17,14	102,31	86,62	13994,21	PE100
L2	H1	73,60	122,13	180	1,25	1,99	1,67	18,81	103,09	85,73	2418,50	PE100
L3		291,26	315,51	250	0,80	2,30	5,31	22,45	105,91	84,91	12433,89	PE100
L4		377,79	315,51	250	0,80	2,30	6,89	29,34	109,16	81,27	16127,85	PE100
L5	H9	104,57	59,35	125	1,60	2,01	3,73	33,07	108,20	76,58	1661,62	PE100
L6	H2	84,66	278,72	250	1,25	2,35	1,77	24,21	104,83	82,07	5341,20	PE100
L7		279,79	278,72	250	1,25	2,35	5,83	30,05	105,76	77,16	17651,95	PE100
L8	H3	41,33	164,95	200	1,25	2,18	0,98	31,02	104,81	75,24	1674,28	PE100
L9	H4	182,30	113,77	160	1,60	2,36	6,51	36,56	103,85	68,74	4737,98	PE100
L10	H5	101,19	95,54	160	1,60	1,98	2,62	39,18	106,85	69,12	2629,93	PE100
L11		51,18	50,92	110	1,60	2,22	2,56	41,74	107,42	67,13	653,06	PE100
L12	H6	172,43	47,30	110	1,60	2,07	7,54	49,28	106,57	58,74	2200,21	PE100
L13	H7	127,89	30,62	90	1,60	2,00	6,72	48,46	107,85	60,84	1108,81	PE100
L14	H8	306,32	19,24	75	1,60	1,80	16,64	65,10	108,27	44,62	1831,79	PE100
L15	H10	404,43	315,51	250	0,80	2,30	7,38	36,71	111,24	75,98	17265,12	PE100

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L16		330,06	315,51	250	1,00	2,30	6,02	42,73	113,18	71,90	14090,26	PE100
L17	H11	123,93	176,91	200	1,25	2,34	3,33	46,06	113,02	68,41	5020,40	PE100
L18	H12	220,53	97,56	160	1,60	2,02	5,94	52,00	111,08	60,53	5731,57	PE100
L19	H13	212,48	52,69	110	1,60	2,30	11,32	63,32	109,45	47,58	2711,24	PE100
L20		114,48	315,51	250	1,00	2,30	2,09	44,82	114,44	71,07	4887,15	PE100
L21	H15	56,56	64,87	125	1,60	2,20	2,38	47,20	114,14	68,39	898,74	PE100
L22	H14	241,99	64,87	125	1,60	2,20	10,17	57,37	112,40	56,48	3845,22	PE100
L23	H16	315,07	276,21	225	1,00	2,49	7,54	52,36	114,65	63,74	10050,73	PE100
L24		140,44	276,21	225	1,00	2,49	3,36	55,73	115,07	60,79	4480,04	PE100
L25	H18	349,54	183,09	200	1,25	2,42	10,00	65,72	112,24	47,97	14159,87	PE100
L26		107,71	108,26	160	1,60	2,24	3,51	69,23	111,36	43,58	2799,38	PE100
L27	H19	121,72	31,22	90	1,60	2,04	6,63	75,86	110,12	35,71	1055,31	PE100
L28	H20	122,87	77,04	140	1,60	2,07	4,05	73,29	110,63	38,79	2432,83	PE100
L29	H17	42,73	276,21	225	1,00	2,49	1,02	56,75	114,79	59,49	1363,09	PE100
L30		132,05	232,29	225	1,00	2,09	2,30	59,05	113,35	55,75	4212,40	PE100
L31	H23	155,95	70,04	125	1,60	2,37	7,55	66,59	114,24	49,10	2478,05	PE100
L32	H21	248,59	232,29	225	1,00	2,09	4,33	63,37	110,97	49,05	7930,02	PE100
L33	H22	222,44	66,51	125	1,60	2,25	9,79	73,16	113,40	41,69	3534,57	PE100
L34	H24	176,20	232,29	225	0,80	2,09	3,07	66,44	110,25	45,26	5620,78	PE100

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L35	H27	228,93	115,19	160	1,00	2,05	5,76	72,20	109,51	38,76	4024,59	PE100
L36	H25	240,71	117,10	180	1,25	1,91	5,06	71,50	112,12	42,07	7909,73	PE100
L37	H26	278,47	25,89	110	1,60	1,13	4,07	75,57	111,42	37,30	3553,28	PE100
L38	H28	203,42	63,38	140	1,00	1,47	3,28	75,48	109,03	35,00	2740,07	PE100

Tabla 12: Resultados diseño red a turnos por hidrante con 6 sectores de riego y PE-100.

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		72,96	315,51	225	1,25	2,45	1,64	1,64	1,45	-0,19	1091,48	PVC
P1			315,51			0,00	-107,23		107,23	107,04		
V1			315,51			0,00	10,00	11,75	106,49	96,19		
L42		5,17	315,51	225	1,25	2,45	0,12	1,75	107,26	106,96	77,34	PVC
L43		327,81	315,51	225	1,25	2,45	7,35	19,11	105,03	87,37	4904,04	PVC
L2	H1	73,60	122,13	140	1,25	2,44	2,91	22,01	105,81	85,25	450,43	PVC
L3		291,26	315,51	225	1,25	2,45	6,53	25,64	108,63	84,44	4357,25	PVC
L4		377,79	315,51	225	1,25	2,45	8,48	34,12	111,88	79,21	5651,74	PVC
L5	H9	104,57	59,35	110	1,25	1,93	3,55	37,67	110,92	74,70	449,65	PVC
L6	H2	84,66	278,72	225	1,25	2,16	1,51	27,15	107,55	81,85	1266,51	PVC
L7		279,79	278,72	225	1,25	2,16	4,97	32,12	108,48	77,81	4185,66	PVC
L8	H3	41,33	164,95	200	1,25	1,62	0,49	32,61	107,53	76,37	474,88	PVC
L9	H4	182,30	113,77	140	1,25	2,27	6,30	38,42	106,57	69,60	1115,68	PVC
L10	H5	101,19	95,54	125	1,25	2,39	4,41	42,84	109,57	68,18	531,25	PVC
L11		51,18	50,92	110	1,25	1,65	1,31	44,14	110,14	67,45	220,07	PVC
L12	H6	172,43	47,30	90	1,60	2,37	11,23	55,37	109,29	55,37	648,34	PVC
L13	H7	127,89	30,62	90	1,60	1,53	3,71	47,85	110,57	64,17	480,87	PVC
L14	H8	306,32	19,24	90	1,60	0,96	3,78	51,64	110,99	60,80	1151,76	PVC
L15	H10	404,43	315,51	225	1,25	2,45	9,07	43,19	113,96	72,22	6050,27	PVC

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L16		330,06	315,51	225	1,25	2,45	7,41	50,60	115,90	66,75	4937,70	PVC
L17	H11	123,93	176,91	200	1,25	1,73	1,68	52,28	115,74	64,91	1423,96	PVC
L18	H12	220,53	97,56	125	1,25	2,44	10,00	62,28	113,80	52,97	1157,78	PVC
L19	H13	212,48	52,69	110	1,25	1,71	5,78	68,06	112,17	45,56	913,66	PVC
L20		114,48	315,51	225	1,25	2,45	2,57	53,17	117,16	65,44	1712,62	PVC
L21	H15	56,56	64,87	110	1,25	2,11	2,27	55,43	116,86	62,88	243,21	PVC
L22	H14	241,99	64,87	110	1,25	2,11	9,70	65,13	115,12	51,44	1040,56	PVC
L23	H16	315,07	276,21	225	1,25	2,14	5,51	58,67	117,37	60,15	4713,45	PVC
L24		140,44	276,21	225	1,25	2,14	2,45	61,13	117,79	58,11	2100,98	PVC
L25	H18	349,54	183,09	200	1,25	1,79	5,05	66,18	114,96	50,23	4016,21	PVC
L26		107,71	108,26	140	1,25	2,16	3,39	69,57	114,08	45,96	659,19	PVC
L27	H19	121,72	31,22	90	1,60	1,57	3,66	73,23	112,84	41,06	457,67	PVC
L28	H20	122,87	77,04	110	1,25	2,50	6,79	76,36	113,35	38,44	528,34	PVC
L29	H17	42,73	276,21	225	1,25	2,14	0,75	61,88	117,51	57,09	639,24	PVC
L30		132,05	232,29	200	1,25	2,28	2,98	64,85	116,07	52,67	1517,25	PVC
L31	H23	155,95	70,04	110	1,25	2,27	7,21	72,06	116,96	46,35	670,59	PVC
L32	H21	248,59	232,29	200	1,25	2,28	5,60	70,46	113,69	44,68	2856,30	PVC
L33	H22	222,44	66,51	110	1,25	2,16	9,34	79,79	116,12	37,78	956,49	PVC
L34	H24	176,20	232,29	200	1,25	2,28	3,97	74,43	112,97	39,99	2024,54	PVC
L35	H27	228,93	115,19	200	1,25	1,13	1,40	75,83	112,23	37,85	2630,41	PVC

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L36	H25	240,71	117,10	200	1,25	1,15	1,52	75,95	114,84	40,34	2765,76	PVC
L37	H26	278,47	25,89	110	1,25	0,84	2,05	78,00	114,14	37,59	1197,42	PVC
L38	H28	203,42	63,38	140	1,25	1,27	2,37	78,20	111,75	35,00	1244,93	PVC

Tabla 13: Resultados diseño red a turnos por hidrante con 6 sectores de riego y PVC orientado.

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		72,96	321,01	250	0,6	2,1	1,1	1,1	1,4	0,4	1953,1	PE100
P1			321,01			0,0	-72,9		72,9	73,2		
V1			321,01			0,0	10,0	11,2	72,2	62,4		
L42		5,17	321,01	250	1,0	2,3	0,1	1,2	72,9	73,2	220,7	PE100
L43		327,81	321,01	250	1,0	2,3	6,2	17,4	70,7	54,8	13994,2	PE100
L2	H1	73,60	55,09	110	1,0	2,1	3,0	20,4	71,5	52,6	619,0	PE100
L3		291,26	314,42	250	1,0	2,3	5,3	22,6	74,3	53,1	12433,9	PE100
L4		377,79	222,04	225	0,8	2,0	6,1	28,7	77,5	50,3	12051,5	PE100
L5	H9	104,57	17,04	63	1,0	2,0	7,5	36,2	76,6	41,8	304,3	PE100
L6	H2	84,66	97,46	140	1,0	2,3	3,0	25,6	73,2	49,0	1140,4	PE100
L7		279,79	89,43	140	1,0	2,1	8,5	34,1	74,1	41,5	3768,8	PE100
L8	H3	41,33	55,54	110	1,0	2,1	1,7	35,8	73,2	38,8	347,6	PE100
L9	H4	182,30	37,21	110	1,0	1,4	3,6	37,7	72,2	36,0	1533,1	PE100
L10	H5	101,19	37,21	110	1,0	1,4	2,0	39,7	75,2	36,9	851,0	PE100
L11		51,18	26,63	110	1,0	1,0	0,6	40,3	75,8	37,0	430,4	PE100
L12	H6	172,43	19,50	110	1,0	0,7	1,1	41,4	75,0	35,0	1450,1	PE100
L13	H7	127,89	9,48	75	1,0	0,8	1,4	41,7	76,2	36,0	523,1	PE100
L14	H8	306,32	6,00	75	1,0	0,5	1,4	43,1	76,7	35,0	1252,8	PE100
L15	H10	404,43	220,15	225	0,8	2,0	6,4	35,1	79,6	46,0	12901,3	PE100

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L16		330,06	211,05	280	1,0	1,2	1,7	36,7	81,6	46,3	16578,9	PE100
L17	H11	123,93	37,14	140	1,0	0,9	0,8	37,5	81,4	45,4	1669,3	PE100
L18	H12	220,53	23,05	125	1,0	0,7	1,0	38,5	79,5	42,4	2366,3	PE100
L19	H13	212,48	20,08	110	1,0	0,8	1,4	39,9	77,8	39,4	1787,0	PE100
L20		114,48	175,77	280	1,0	1,0	0,4	37,1	82,8	47,1	5750,3	PE100
L21	H15	56,56	30,78	110	1,0	1,2	0,8	37,9	82,5	46,0	475,7	PE100
L22	H14	241,99	28,57	90	1,0	1,6	7,9	45,8	80,8	36,4	1425,3	PE100
L23	H16	315,07	154,74	250	1,0	1,1	1,6	38,7	83,0	45,8	13450,3	PE100
L24		140,44	150,14	225	1,0	1,4	1,1	39,8	83,5	45,1	4480,0	PE100
L25	H18	349,54	77,44	180	1,0	1,1	2,4	42,2	80,6	39,9	7773,8	PE100
L26		107,71	55,69	140	1,0	1,3	1,4	43,6	79,7	37,6	1450,9	PE100
L27	H19	121,72	8,46	75	1,0	0,7	1,1	44,6	78,5	35,3	497,8	PE100
L28	H20	122,87	52,09	140	1,0	1,2	1,4	45,0	79,0	35,5	1655,1	PE100
L29	H17	42,73	106,30	200	1,0	1,2	0,3	40,1	83,2	44,5	1172,9	PE100
L30		132,05	101,93	200	1,0	1,2	0,9	41,0	81,7	42,2	3624,8	PE100
L31	H23	155,95	15,49	75	1,0	1,3	4,0	45,0	82,6	39,0	637,8	PE100
L32	H21	248,59	87,99	200	1,0	1,0	1,3	42,3	79,4	38,5	6823,8	PE100
L33	H22	222,44	23,63	90	1,0	1,3	5,1	47,4	81,8	35,8	1310,2	PE100
L34	H24	176,20	70,03	200	0,8	0,8	0,6	42,9	78,6	37,2	4836,7	PE100

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L35	H27	228,93	39,49	200	0,8	0,4	0,3	43,2	77,9	36,1	6284,1	PE100
L36	H25	240,71	33,05	140	1,0	0,8	1,2	44,1	80,5	37,8	3242,4	PE100
L37	H26	278,47	8,47	90	1,0	0,5	1,0	45,1	79,8	36,1	1640,2	PE100
L38	H28	203,42	21,01	140	1,0	0,5	0,4	43,7	77,4	35,2	2740,1	PE100

Tabla 14: Resultados diseño red a turnos flexibles con 6 sectores de riego y PE-100.

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L40		72,96	321,01	315	1,25	1,27	0,32	0,32	1,45	1,13	2062,58	PVC
P1			321,01			0,00	-52,96		52,96	54,08		
V1			321,01			0,00	10,00	10,34	52,22	43,32		
L42		5,17	321,01	315	1,25	1,27	0,02	0,34	52,99	54,09	146,16	PVC
L43		327,81	321,01	315	1,25	1,27	1,44	11,79	50,76	40,42	9267,19	PVC
L2	H1	73,60	55,09	125	1,25	1,38	1,15	12,94	51,54	40,05	386,40	PVC
L3		291,26	314,42	315	1,25	1,24	1,23	13,02	54,36	42,78	8233,92	PVC
L4		377,79	222,04	250	1,25	1,39	2,61	15,63	57,61	43,42	6713,33	PVC
L5	H9	104,57	17,04	90	1,60	0,85	1,03	16,67	56,65	41,43	393,18	PVC
L6	H2	84,66	97,46	160	1,25	1,49	1,14	14,16	53,28	40,57	647,65	PVC
L7		279,79	89,43	160	1,25	1,37	3,20	17,36	54,21	38,30	2140,39	PVC
L8	H3	41,33	55,54	125	1,25	1,39	0,66	18,02	53,26	36,69	216,98	PVC
L9	H4	182,30	37,21	125	1,25	0,93	1,39	18,75	52,30	35,00	957,08	PVC
L10	H5	101,19	37,21	125	1,25	0,93	0,77	19,52	55,30	37,23	531,25	PVC
L11		51,18	26,63	110	1,25	0,86	0,40	19,91	55,87	37,40	220,07	PVC
L12	H6	172,43	19,50	110	1,25	0,63	0,76	20,67	55,02	35,80	741,45	PVC
L13	H7	127,89	9,48	90	1,60	0,48	0,44	20,35	56,30	37,40	480,87	PVC
L14	H8	306,32	6,00	90	1,60	0,30	0,46	20,81	56,72	37,35	1151,76	PVC

Anejo 4: Cálculos hidráulicos de la red de riego

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L15	H10	404,43	220,15	250	1,25	1,38	2,75	18,39	59,69	42,75	7186,72	PVC
L16		330,06	211,05	315	1,25	0,83	0,67	19,06	61,63	44,02	9330,80	PVC
L17	H11	123,93	37,14	140	1,25	0,74	0,54	19,60	61,47	43,32	758,45	PVC
L18	H12	220,53	23,05	125	1,25	0,58	0,70	20,30	59,53	40,67	1157,78	PVC
L19	H13	212,48	20,08	110	1,25	0,65	0,99	21,29	57,90	38,06	913,66	PVC
L20		114,48	175,77	315	1,25	0,69	0,17	19,22	62,89	45,11	3236,35	PVC
L21	H15	56,56	30,78	110	1,25	1,00	0,57	19,80	62,59	44,24	243,21	PVC
L22	H14	241,99	28,57	90	1,60	1,43	6,18	25,97	60,85	36,32	909,88	PVC
L23	H16	315,07	154,74	315	1,25	0,61	0,36	19,59	63,10	44,96	8907,03	PVC
L24		140,44	150,14	250	1,25	0,94	0,47	20,06	63,52	44,91	2495,62	PVC
L25	H18	349,54	77,44	200	1,25	0,76	1,03	21,09	60,69	41,05	4016,21	PVC
L26		107,71	55,69	125	1,25	1,40	1,72	22,81	59,81	38,45	565,48	PVC
L27	H19	121,72	8,46	90	1,60	0,42	0,34	23,15	58,57	36,86	457,67	PVC
L28	H20	122,87	52,09	125	1,25	1,31	1,73	24,54	59,08	35,98	645,07	PVC
L29	H17	42,73	106,30	225	1,25	0,82	0,13	20,19	63,24	44,50	639,24	PVC
L30		132,05	101,93	225	1,25	0,79	0,36	20,55	61,80	42,70	1975,47	PVC
L31	H23	155,95	15,49	90	1,60	0,78	1,30	21,85	62,69	42,29	586,37	PVC
L32	H21	248,59	87,99	200	1,25	0,86	0,93	21,48	59,42	39,39	2856,30	PVC
L33	H22	222,44	23,63	90	1,60	1,18	4,00	25,48	61,85	37,82	836,37	PVC

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Caudal línea	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Coste tuberías (€)	Material
L34	H24	176,20	70,03	200	1,25	0,69	0,43	21,91	58,70	38,24	2024,54	PVC
L35	H27	228,93	39,49	160	1,25	0,60	0,59	22,50	57,96	36,91	1751,31	PVC
L36	H25	240,71	33,05	125	1,25	0,83	1,47	23,38	60,57	38,63	1263,73	PVC
L37	H26	278,47	8,47	90	1,60	0,42	0,78	24,16	59,87	37,15	1047,05	PVC
L38	H28	203,42	21,01	125	1,25	0,53	0,55	23,04	57,48	35,88	1067,95	PVC

Tabla 15: Resultados diseño red a turnos flexibles con 6 sectores de riego y PVC orientado.

5 CONCLUSIONES DEL DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO.

De las 3 opciones planteadas, se ha escogido la organización del riego **a demanda** ya que la versatilidad que nos proporciona esta opción permite, futuras ampliaciones de la red y mayor libertad para optimizar el riego si en la zona se producen cambios que requieran la toma de decisiones.

Organización		Material	Costes tubería (€)	CE (€/año)	CT (€/año)
A demanda		PVC	150.192,31	1.094,72	13.146,54
A demanda		PE 100	185.617,50	1.024,17	15.918,60
6 sectores	Turno flexible	PVC	89.162,52	1134,31	8.288,94
6 sectores	Turno por hidrante	PVC	73.515,48	2.257,48	8.156,55
6 sectores	Turno flexible	PE 100	157.449	1561,31	14.195,43
6 sectores	Turno por hidrante	PE 100	219.433,60	2.200,21	19.808,12
3 sectores	Turno flexible	PVC	124.401,50	2.150,22	12.132,52
3 sectores	Turno por hidrante	PVC	98.648,25	3.251,24	11.167,03
3 sectores	Turno flexible	PE 100	254.401	2.451,17	22.865,00
3 sectores	Turno por hidrante	PE 100	234.148,50	3.668,35	22.457,03

Tabla 16: Precios totales de las soluciones estudiadas

ANEJO V

Estación de bombeo

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	METODOLOGÍA.....	1
3	BOMBA SELECCIONADA.....	3
4	CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA	4
5	AJUSTES DE LA INSTACION.....	17
6	RESULTADOS DE EPANET	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad según número de sectores (NS).....	2
Tabla 2. Datos técnicos bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.	4
Tabla 4. Materiales de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.....	5
Tabla 5. Datos de instalación de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.....	5
Tabla 6. Datos eléctricos de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.	5
Tabla 7. Resumen de datos de funcionamiento de la bomba.	5
Tabla 8. Curva motriz de la bomba centrífuga. Caudal Q (m ³ /h) y altura manométrica Hm en metros columna de agua (mca).....	7
Tabla 9. Presión del nudo más desfavorable J38 en mca (metros columna de agua) en función de los números de sectores (NS) y coeficiente de velocidad.	17

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Bomba seleccionada.....	3
Ilustración 2. Vista bomba.....	4
Ilustración 3. Curva característica, curva de rendimiento y curvas de potencia y NPSH de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.	6
Ilustración 4. Curva característica de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQ.	7

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es la selección de una o varias bombas de impulsión que mejor se adapten al diseño de la red de riego. Para ello, se va a utilizar el software informático EPANET 2.0, a partir de los datos generados con anterioridad en el programa RGWIN.

EPANET permite comprobar los caudales y presiones en cada nudo de la red a lo largo de las horas efectivas de riego. Con esta información, se pueden conocer la altura manométrica y el caudal que necesita impulsar la bomba, para acto seguido determinar el número de bombas necesarias y seleccionar un modelo del catálogo de la marca Grundfos®.

Tanto el cabezal de filtrado y el equipo de bombeo se encuentran en una nave de las siguientes características:

- Nave de planta rectangular de 8 x 12 m., con cubierta del 8,0% de pendiente, a un agua y con una altura interior mínima de 4,64 m. La estructura se soluciona mediante tres pórticos separados 6,0 m, y compuestos por dos pilares de hormigón armado HA-25 prefabricado y una jácena de hormigón armado HA-25 prefabricado.

2 METODOLOGÍA

Para conocer las características que ha de tener la bomba para que la red funcione correctamente, se procede de la siguiente manera:

1. Se importan los datos de la red de riego calculados con RGWIN (archivo. inp).
2. Seguidamente, se crean curvas de modulación para los hidrantes ajustando el patrón de simultaneidad según el número de sectores (NS) que se ha determinado previamente, en este caso 6.

$$\frac{100}{6} = 16,67\% \text{ Coeficiente de simultaneidad de la red}$$

3. Se realiza una simulación del funcionamiento de la red trabajando sin bomba, para determinar la altura manométrica que ha de tener. Se debe asegurar una presión mínima de 35 mca (metros columna de agua) en todos los hidrantes.
4. Se supone que el tiempo de riego utilizado es de 5 horas y se han estudiado 5 hipótesis: para 4 sectores, 5 sectores, 6 sectores, 7 sectores y 8 sectores. Se quiere estudiar la viabilidad que tendría esta bomba en caso de reducir o ampliar el número de sectores en el futuro (por ejemplo, porque comiencen a plantarse nuevas especies vegetales con necesidades hídricas distintas).

Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad según número de sectores (NS).

NS	Coeficiente de simultaneidad
4	25%
5	20%
6	16,67%
7	14,29%
8	12,50%

5. La altura manométrica que tendrá que proporcionar la bomba será la diferencia entre la presión mínima que se debe alcanzar en cada hidrante (en el supuesto de 6 sectores) y la presión que hay bajo esas condiciones en el nudo más desfavorable (presión mínima de la red). Para este caso:

Nudo más desfavorable: J38 → Presión: -24,20 mca

$$H_m = 35 - (-24,20) = 59,2 \cong 60 \text{ mca}$$

6. Se eleva la cota del depósito una altura igual al H_m calculada:

Cota real del depósito: 31 m

$$\text{Altura del depósito} = 31 + 60 = 91 \text{ m}$$

7. Se realiza una nueva simulación del funcionamiento de la red. Se obtienen los valores de caudal de las líneas y las presiones en los nudos para cada una de las cinco hipótesis planteadas. Viendo los resultados de caudal máx. en cada hipótesis se observa cómo, **en caso de coger como $Q_{\text{máx}}$ el indicado para 6 sectores, las bombas seleccionadas podrían no proporcionar suficiente caudal para los supuestos de 5 y 4 sectores. Por ello, y para no sobredimensionar en exceso la bomba para las condiciones actuales de 6 sectores, se decide elegir como $Q_{\text{máx}}$ aquel del supuesto de 5 sectores** y habrá que comprobar que funcione para todas las hipótesis.

Presión mínima en el nudo J38 = 35,80 mca

Altura manométrica que deberá elevar la bomba = 60 mca

Caudal máx. requerido en la tubería inicial (5 sectores) = $353,28 \text{ m}^3/\text{h} = 98,13$

L/s

8. Para determinar el número de bombas que deberán instalarse en la red, también debe establecerse el caudal mínimo que circularán por la red. Q_{min} coincide con el caudal que circula por la tubería principal en caso de contar con 8 sectores, $Q_{\text{min}}=220,80 \text{ m}^3/\text{h}$, que coincide con un coeficiente de simultaneidad del 12,5%.

$$Q_{\max} = 353,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min} = 220,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Número de bombas} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} - 1 = \frac{353,28}{220,80} - 1 = 0,60 \cong 1 \text{ bomba}$$

Pese al resultado, se instalan dos bombas como medida de seguridad para poder asegurar el suministro a la red en cualquier momento, incluso si una de ellas sufriera una avería.

Caudal que debe impulsar cada bomba:

$$Q = \frac{353,28 \text{ m}^3/\text{h}}{2 \text{ bombas}} = 176,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

3 BOMBA SELECCIONADA

Según las necesidades expuestas, se seleccionan dos bombas iguales con acoplamiento cerrado de aspiración final monoetapa, modelo NB 80-250/220 AF2ABQQE de la marca Grundfos®.



*Ilustración 1. Bomba seleccionada.
Fuente: Grundfos®.*

4 CARACTERISTICAS DE LA BOMBA

Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733 (10 bar). Las bridas son de PN 16 y sus dimensiones satisfacen los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2. La bomba posee un puerto de aspiración axial, un puerto de descarga radial, eje horizontal y un diseño que facilita la extracción del motor, el soporte del motor, la cubierta y el impulsor sin necesidad de desmontar la carcasa de la bomba ni las tuberías. El cierre de fuelle de caucho no equilibrado satisface los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756. La bomba está acoplada directamente a un motor asíncrono refrigerado por ventilador.

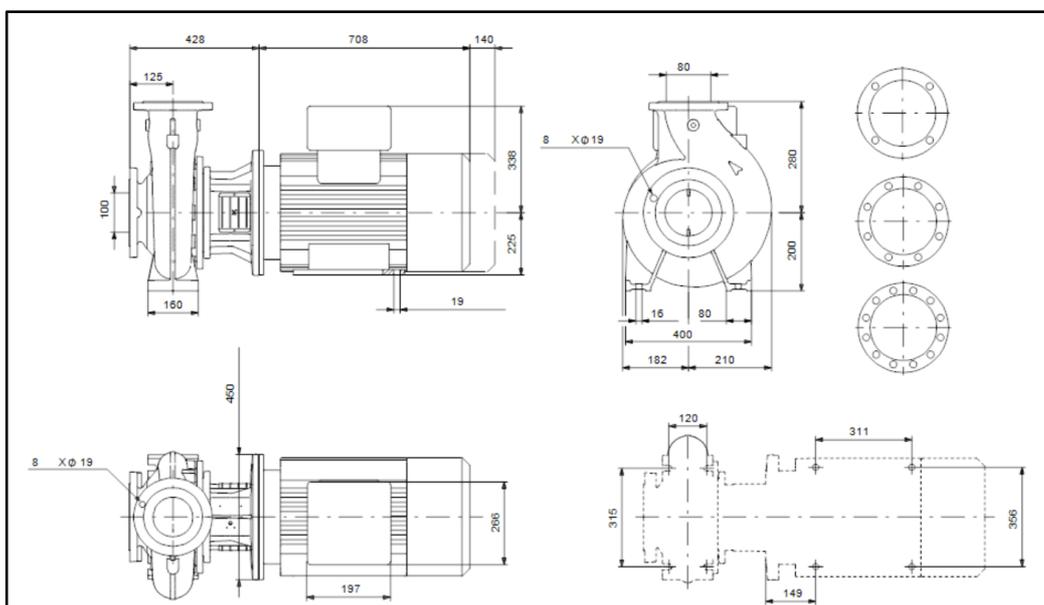


Ilustración 2. Vista bomba.

Fuente: Grundfos®.

Tabla 2. Datos técnicos bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.

Datos técnicos	
Velocidad predeterminada	2960 rpm
Caudal real	178,7 m ³ /h
Altura resultante	61,47 m
Eta bomba	78,4%
Eta bomba+motor	73,9%
Diámetro real del impulsor	220 mm
Diámetro nominal del impulsor	250 mm

Tabla 3. Materiales de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.

Materiales	
Cuerpo hidráulico y carcasa de la bomba	Fundición EN-GJL-250 ASTM A48-40 B
Material del anillo de desgaste	Latón
Impulsor	Fundición EN-GJL-200 ASTM A48-30 B
Eje	Acero inoxidable

Tabla 4. Datos de instalación de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.

Instalación	
T ambiente máxima	55°C
Presión de trabajo máx.	16 bar
Conexión de entrada	DN 100
Conexión de salida	DN 80
Presión nominal	PN 16

Tabla 5. Datos eléctricos de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.

Datos eléctricos	
Tipo de motor	SIEMENS
Potencia nominal P2	45 kW
Frecuencia de red	50 Hz
Velocidad nominal	2960 rpm
Factor de potencia	0,89
Eficiencia	94%

Tabla 6. Resumen de datos de funcionamiento de la bomba.

Altura balsa (m)	31
Altura manométrica (mca)	61,47
Tiempo anual funcionamiento (h)	1.955,45
Potencia absorbida por las dos bombas (kW)	80,48

A continuación, se muestra la curva característica de la bomba escogida, de la misma se extraen unos puntos para introducirlos en EPANET y crear una curva motriz y otra de rendimiento para simular finalmente el funcionamiento de la red con las bombas asociadas:

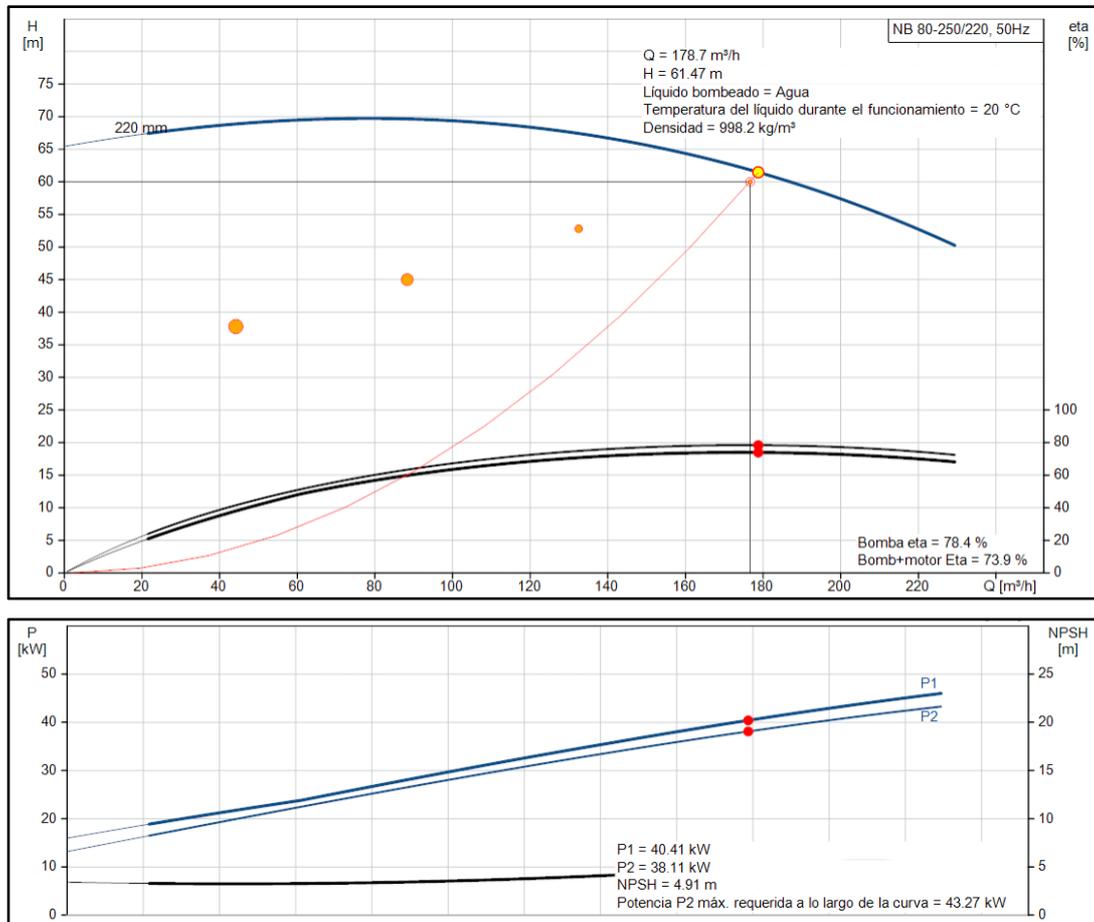


Ilustración 3. Curva característica, curva de rendimiento y curvas de potencia y NPSH de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQE.
Fuente: Grundfos®.

En Excel se halla la ecuación (polinómica de orden 2) de la curva motriz de la bomba:

Tabla 7. Curva motriz de la bomba centrífuga. Caudal Q (m3/h) y altura manométrica Hm en metros columna de agua (mca).

Q (m3/h)	Hm (mca)
28,39	67,93
59,69	69,47
79,35	69,73
99,9	69,37
124,8	68,04
139,8	66,74
178,7	61,47
199,8	57,43
213	54,45
226,2	51,1

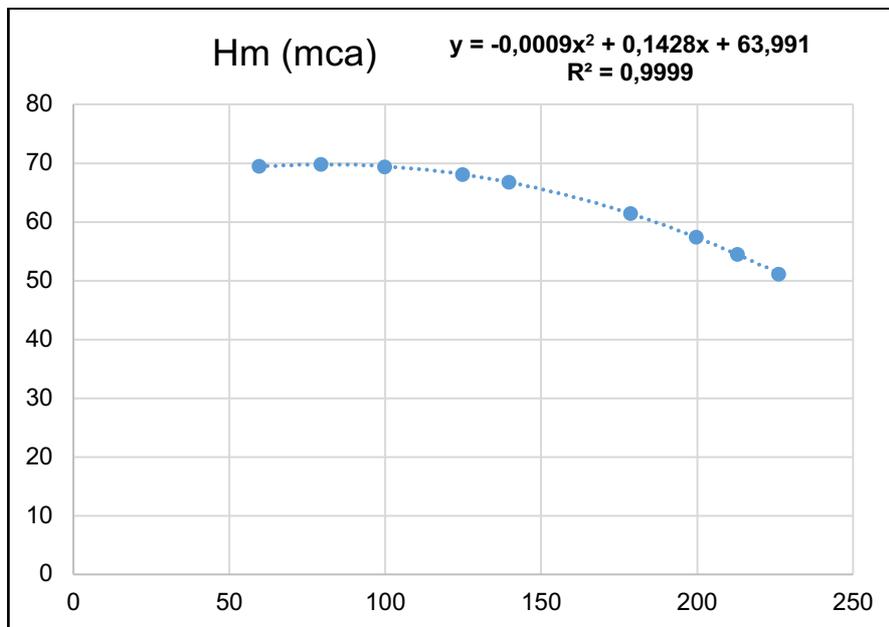
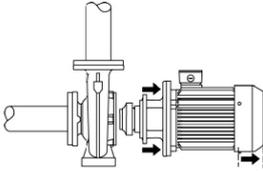


Ilustración 4. Curva característica de la bomba NB 80-250/220 AF2ABQQ.

Fuente: Elaboración propia a partir de Excel.

Los resultados de la simulación son válidos para las 5 hipótesis planteadas, si bien las presiones alcanzadas en varios de los hidrantes en el supuesto de 4 sectores son demasiado bajas (nudo J38 = 6,45 mca) por lo que **no podríamos considerar esta distribución de querer modificar los sectores en el futuro.**

4.1 CARACTERÍSTICAS DETALLADAS DE LA BOMBA CENTRÍFUGA.

	
Empresa: Creado Por: Teléfono: Datos: 02/06/2023	
Contar	Descripción
1	<p>NB 80-250/220 AAF2AESBQQETW1</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Código: Bajo pedido</p> <p>Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733 (10 bar). Las bridas son de PN 16 y sus dimensiones satisfacen los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2.</p> <p>La bomba posee un puerto de aspiración axial, un puerto de descarga radial, eje horizontal y un diseño que facilita la extracción del motor, el soporte del motor, la cubierta y el impulsor sin necesidad de desmontar la carcasa de la bomba ni las tuberías.</p> <p>El cierre de fuelle de caucho no equilibrado satisface los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756. La bomba está acoplada directamente a un motor asíncrono refrigerado por ventilador.</p> <p>El índice de eficiencia mínima del producto (MEI) es mayor o igual a 0,70. De acuerdo con el Reglamento (UE) de la Comisión vigente desde el 1 de enero de 2013, este es el valor de referencia indicativo para las bombas hidráulicas más eficientes disponibles en el mercado.</p> <p>Gracias a su diseño, el mantenimiento y la revisión de la bomba puede llevarlos a cabo una sola persona sin necesidad de desmontar la carcasa ni las tuberías.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Las piezas de fundición incluyen un revestimiento epoxídico, aplicado mediante un proceso de electrodeposición catódica.</p> <p>La electrodeposición catódica es un proceso de pintado por inmersión de alta calidad, consistente en la aplicación de un campo eléctrico alrededor de los productos que garantiza la deposición controlada de las partículas de pintura formando una capa delgada sobre la superficie.</p> <p>Bomba</p> <p>El soporte del motor y la cubierta de la bomba están fabricados en fundición (EN-GJL-250). Las protecciones del acoplamiento se instalan en el soporte del motor.</p> <p>La cubierta de la bomba está equipada con un tornillo de purga de aire manual para purgar el aire de la carcasa de la bomba y la cámara del cierre.</p> <p>La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado con transmisión de par a través del muelle y alrededor del fuelle.</p> <p>El fuelle evita que el cierre desgaste el eje e impide que el movimiento axial se vea obstaculizado por la presencia de depósitos en el eje.</p> <p>Superficies del cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material del anillo del cierre giratorio: carburo de silicio (SiC). • Material del asiento estacionario: carburo de silicio (SiC). <p>Esta combinación de materiales se usa en casos en los que es preciso conferir al equipo una mayor resistencia a la corrosión. La elevada dureza de esta combinación de materiales proporciona una magnífica resistencia contra las partículas abrasivas.</p> <p>Material del cierre secundario: EPDM (caucho de etileno-propileno)</p> <p>El EPDM posee una excelente resistencia al agua caliente. El EPDM no es apto para el uso con aceites minerales.</p> <p>La carcasa de la bomba tiene patas.</p>

		Empresa: Creado Por: Teléfono:
		Datos: 02/06/2023
Contar	Descripción	
1	<p>Motor</p> <p>El motor es de tipo totalmente cerrado, cuenta con refrigeración por ventilador y sus principales dimensiones se ajustan a las normas IEC y DIN. Las tolerancias eléctricas satisfacen los requisitos establecidos por la norma IEC 60034.</p> <p>El nivel de eficiencia del motor de acuerdo con la norma IEC 60034-30-1 es IE3.</p> <p>El motor posee termistores (sensores PTC) en los bobinados, de acuerdo con las normas DIN 44081/DIN 44082. El sistema de protección reacciona a los aumentos de temperatura lentos y rápidos (como aquellos que tienen lugar en condiciones de sobrecarga constante y atasco).</p> <p>Los térmicos deben conectarse a un circuito de control externo para garantizar que la función de restablecimiento automático no pueda dar lugar a accidentes. Los motores deben conectarse a un disyuntor protector para motor de acuerdo con lo establecido por la normativa local en vigor.</p> <p>Un variador de frecuencia hace posible el ajuste del punto de trabajo de la bomba a cualquier valor. Si el motor debe conectarse a un variador de frecuencia, la bomba deberá solicitarse equipada con el cojinete de motor eléctricamente aislado.</p> <p>Más información acerca del producto</p> <p>Las piezas de fundición incluyen un revestimiento epoxídico, aplicado mediante un proceso de electrodeposición catódica.</p> <p>La electrodeposición catódica es un proceso de pintado por inmersión de alta calidad, consistente en la aplicación de un campo eléctrico alrededor de los productos que garantiza la deposición controlada de las partículas de pintura formando una capa delgada sobre la superficie.</p> <p>Datos técnicos</p> <p>Paneles control: Frequency converter: NONE Sensor de presión: N</p> <p>Líquido: Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: -25 .. 120 °C Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 20 °C Densidad: 998.2 kg/m³</p> <p>Técnico: Velocidad predeterminada: 2960 rpm Caudal nominal: 186.3 m³/h Altura nominal: 59.8 m Diámetro real del impulsor: 220 mm Diámetro nominal del impulsor: 250 Disp. de cierre: Single Código del cierre: BQQE Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B Diseño rodamiento: Standard</p> <p>Materiales: Cuerpo hidráulico: Fundición Carcasa de la bomba: EN-GJL-250 ASTM class 35 Mat. de anillo de desgaste: Latón Impulsor: Fundición EN-GJL-200 ASTM class 30</p> <p>Internal pump house coating: CED Eje: Stainless steel EN 1.4301 AISI 304</p>	

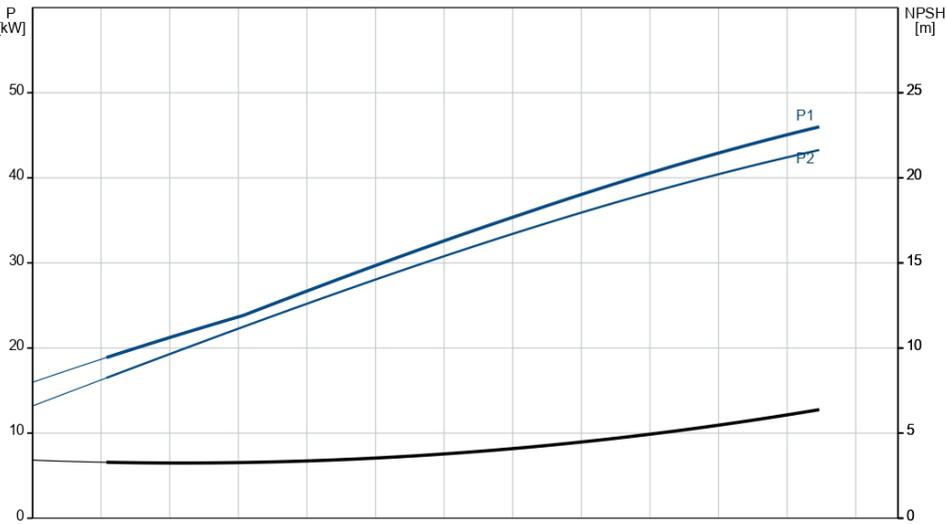
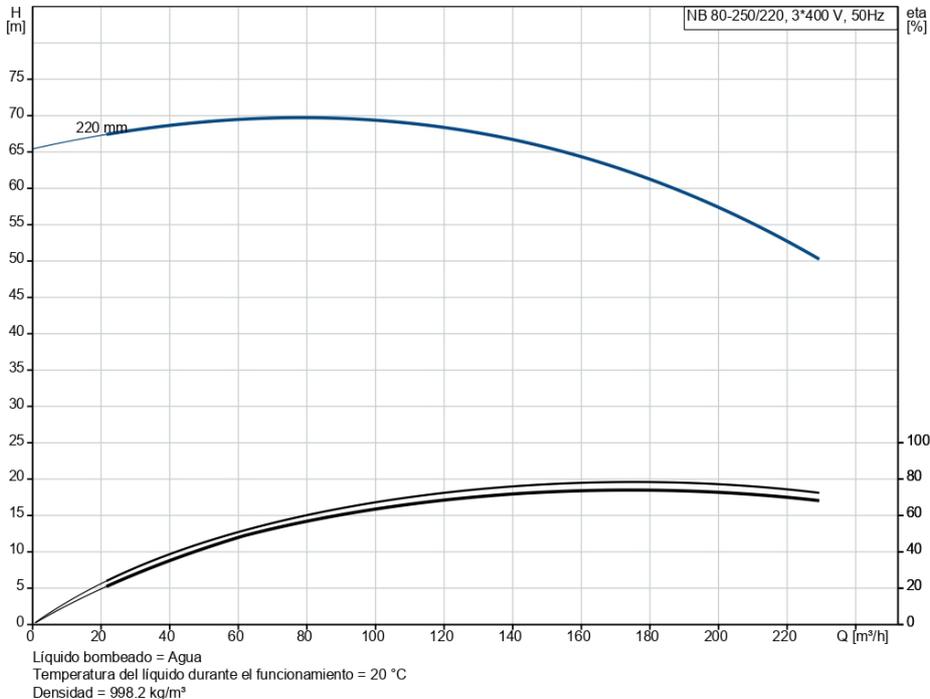
		Empresa: Creado Por: Teléfono:
		Datos: 02/06/2023
Contar	Descripción	
1	<p> Instalación: Temperatura ambiente máxima: 55 °C Presión de trabajo máxima: 16 bar Normativa de conexión de tubería: EN 1092-2 Tamaño de la conexión de entrada: DN 100 Tamaño de la conexión de salida: DN 80 Presión nominal para la conexión: PN 16 Lubricación de rodamiento: Grease Carcasa de bomba con pie: Yes Sí = Con bloque de soporte, No = Sin bloque de soporte: N </p> <p> Datos eléctricos: Tipo de motor: SIEMENS Potencia nominal - P2: 45 kW Frecuencia de red: 50 Hz Tensión nominal: 3 x 380-420D/660-725Y V Intensidad nominal: 78/45 A Intensidad de arranque: 690-690 % Cos phi - factor de potencia: 0.89 Velocidad nominal: 2960 rpm Eficiencia: IE3 94,0% Clase eficiencia IE: IE3 Eficiencia del motor a carga total: 94.0-94.0 % Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 94.5-94.5 % Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 94.4-94.4 % Número de polos: 2 Grado de protección (IEC 34-5): IP55 Clase de aislamiento (IEC 85): F Motor N.º: 99032149 Bearing insulation type N-end: STEEL BEARING </p> <p> Otros: Índice de eficiencia mínima, IE min: 0.70 Peso neto: 442 kg Peso bruto: 500 kg Volumen de transporte: 1.11 m³ País de origen.: HU Tarifa personalizada n.º: 84137051 </p>	



Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 02/06/2023

Bajo pedido NB 80-250/220 AAF2AESBQQETW1 50 Hz

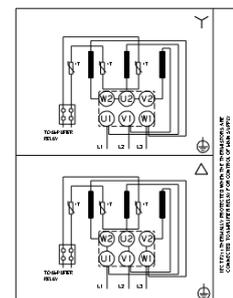
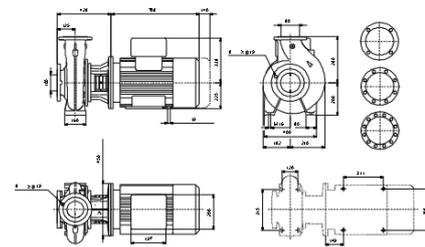
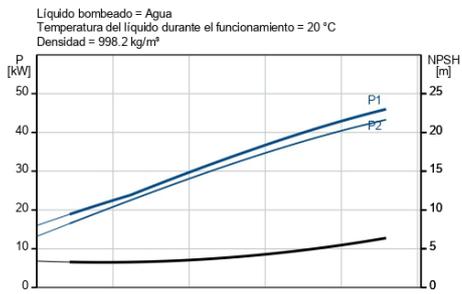
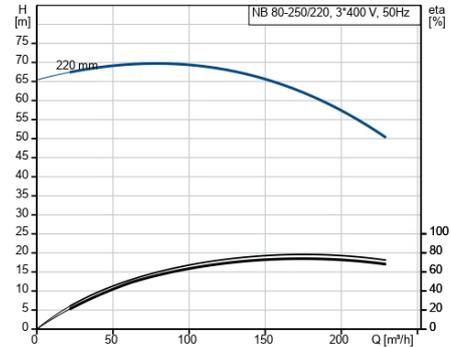




Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 02/06/2023

Descripción	Valor
Información general:	
Producto:	NB 80-250/220 AAF2AESBQQETW1
Código:	Bajo pedido
Número EAN:	Bajo pedido
Precio:	EUR 15172
Técnico:	
Velocidad predeterminada:	2960 rpm
Caudal nominal:	186.3 m³/h
Altura nominal:	59.8 m
Diámetro real del impulsor:	220 mm
Diámetro nominal del impulsor:	250
Disp. de cierre:	Single
Diámetro del eje:	32 mm
Código del cierre:	BQQE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Versión de la bomba:	A
Diseño de rodamiento:	Standard
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición
Carcasa de la bomba:	EN-GJL-250
Carcasa de la bomba:	ASTM class 35
Mat. de anillo de desgaste:	Latón
Impulsor:	Fundición
Impulsor:	EN-GJL-200
Impulsor:	ASTM class 30
Internal pump house coating:	CED
Código de material:	A
Código para caucho:	E
Eje:	Stainless steel
Eje:	EN 1.4301
Eje:	AISI 304
Instalación:	
Temperatura ambiente máxima:	55 °C
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Normativa de conexión de tubería:	EN 1092-2
Tamaño de la conexión de entrada:	DN 100
Tamaño de la conexión de salida:	DN 80
Presión nominal para la conexión:	PN 16
Lubricación de rodamiento:	Grease
Carcasa de bomba con pie:	Yes
Si = Con bloque de soporte, No = Sin bloque de soporte:	N
Código de conexión:	F2
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-25 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	SIEMENS
Potencia nominal - P2:	45 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-420D/660-725Y V
Intensidad nominal:	78/45 A
Intensidad de arranque:	690-690 %
Cos phi - factor de potencia:	0.89
Velocidad nominal:	2960 rpm





Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 02/06/2023

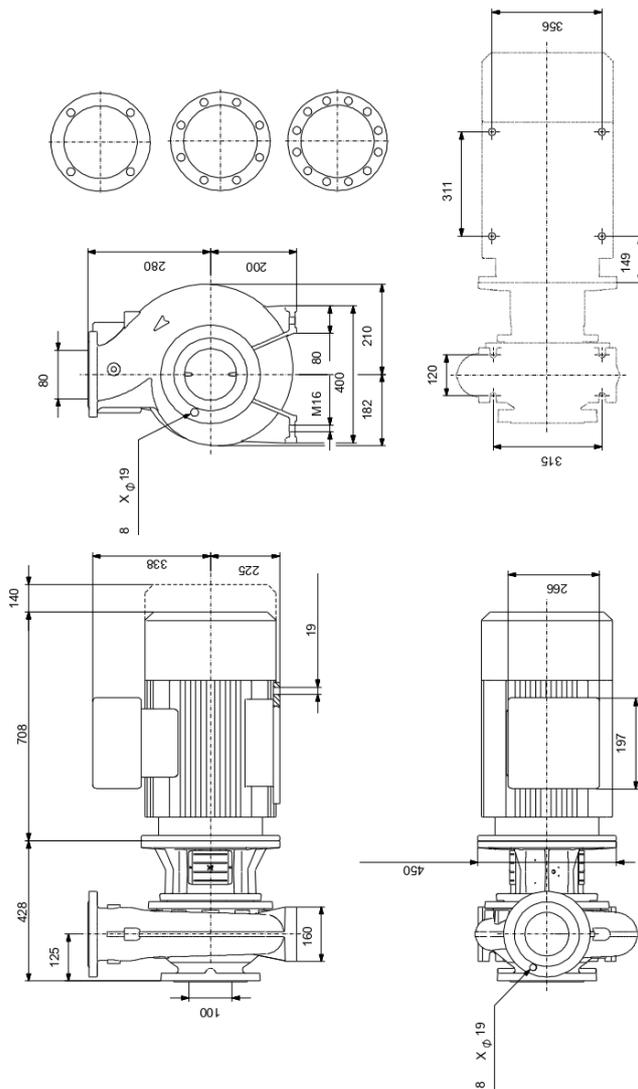
Descripción	Valor
Eficiencia:	IE3 94,0%
Clase eficiencia IE:	IE3
Eficiencia del motor a carga total:	94.0-94.0 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4:	94.5-94.5 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2:	94.4-94.4 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección de motor integrada:	PTC
Motor N.º:	99032149
Diseño del montaje según norma CEI 34-7:	IM B35
Bearing insulation type N-end:	STEEL BEARING
Paneles control:	
Convertidor de frecuencia:	NONE
Sensor de presión:	N
Otros:	
Índice de eficiencia mínima, IE min:	0.70
Peso neto:	442 kg
Peso bruto:	500 kg
Volumen de transporte:	1.11 m³
País de origen.:	HU
Tarifa personalizada n.º:	84137051



Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 02/06/2023

Bajo pedido NB 80-250/220 AAF2AESBQQETW1 50 Hz



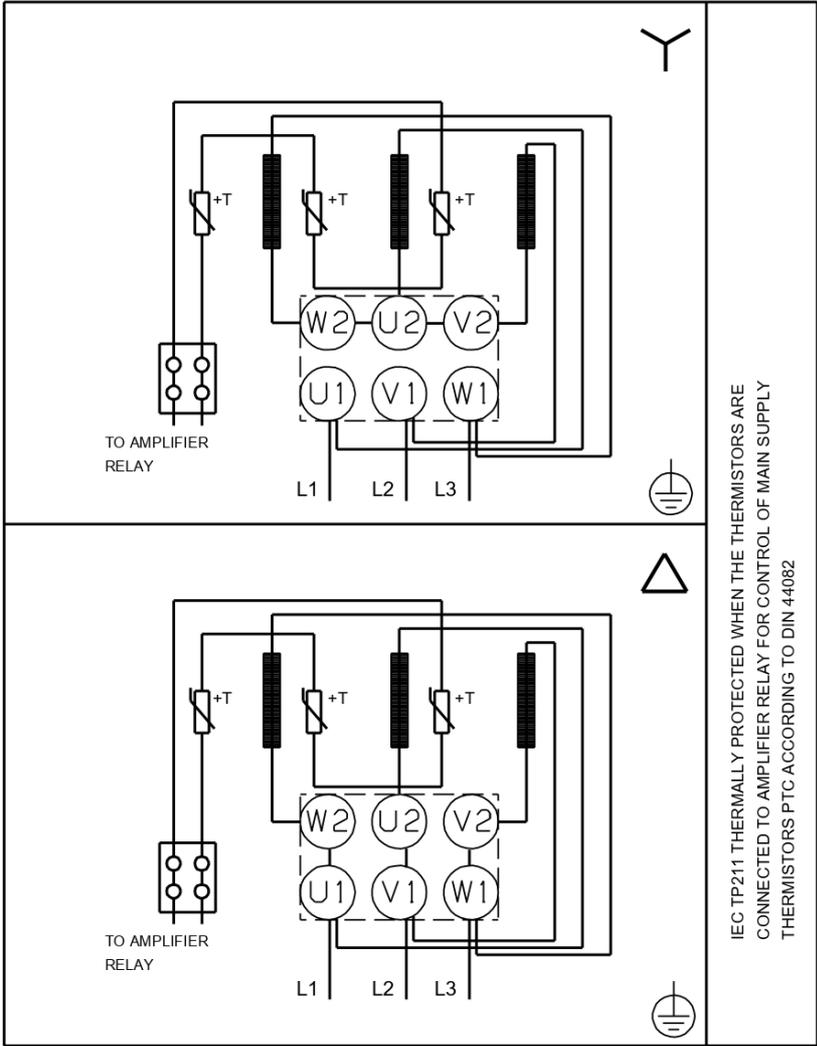
Nota: todas las unidades están en [mm] a menos que se indiquen otras. Exención de responsabilidad: este esquema dimensional simplificado no muestra todos los detalles.



Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 02/06/2023

Bajo pedido NB 80-250/220 AAF2AESBQQETW1 50 Hz



¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

5 AJUSTES DE LA INSTACIÓN

Se decide que una bomba trabaje a velocidad fija (BVF) y otra a velocidad variable (BVV), de forma que esta segunda aporte caudal en aquellos casos en que la BVF no sea capaz de abastecer la demanda de riego por sí sola. Asimismo, la presencia de dos bombas evita que la red sufra una falta de suministro en caso de avería y la instalación de un único variador permite un ligero ahorro.

Los caudales que suministran cada una de las bombas están determinados por la velocidad, que a su vez se ajusta con la premisa de rondar una presión en torno a 35 mca en el nudo más desfavorable (J38). Con esto en mente, se introduce en EPANET una curva de modulación de velocidad para la BVV (con coeficientes de 0 a 1 para cada hipótesis estudiada) y otra curva de modulación para la BVF, con coeficientes de 1 en todos los casos.

El resultado en la BVV son coeficientes de:

Tabla 8. Presión del nudo más desfavorable J38 en mca (metros columna de agua) en función de los números de sectores (NS) y coeficiente de velocidad.

NS	Coeficiente de velocidad	Presión en el nudo J38 (mca)
8	0,86	36,28*
7	0,88	35,02
6	0,93	35,07
5	1	29,76
4	No se estudia debido a las bajas presiones alcanzadas.	

*El porcentaje de variación de velocidad en las bombas debe tener un valor suficiente para que el sistema funcione. Si el valor es bajo, cuando una de las bombas es de velocidad fija, la BVV puede tener problemas para impulsar caudal al sistema. Esto ocurre en la hipótesis de 8 sectores, donde debe haber una velocidad mínima para que la bomba pueda trabajar. En este caso, se solucionaría con un porcentaje de variación más alto y con una pequeña sobrepresión en la red.

NOTA: La presión en los hidrantes no debe superar los 50 mca como recomendación. En el caso analizado, no se da que ninguna toma supere dicho valor en ninguna de las cuatro hipótesis planteadas, por lo que no sería necesario instalar válvulas reguladoras de presión, aunque eso no significa que no vayan a instalarse en otros puntos de la red.

6 RESULTADOS DE EPANET

A continuación, se adjuntan los resultados obtenidos con el programa EPANET para los cinco supuestos planteados. La bomba con nombre *PI* es la bomba de velocidad variable. La bomba con nombre 2 es la bomba de velocidad fija.

```

*****
*                               *
*               E P A N E T      *
*           Análisis Hidráulico y de Calidad      *
*           para Redes de Distribución de Agua    *
*               Version 2.0        *
*                               *
* Traducción: Grupo REDHISP,IIAMA  Universitat Politècnica Valencia *
* Financiac.: Global Omnium - Aguas de Valencia      *
*****
    
```

Fichero Input: RIEGO A LA DEMANDA PVC_post.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
L40	R1	J39	72,96	299,6
L42	J40	J41	5,17	290,8
L43	J42	J1	327,81	290,8
L2	J1	J2	73,6	115,4
L3	J1	J3	291,26	290,8
L4	J3	J4	377,79	230,8
L5	J4	J5	104,57	115,4
L6	J3	J6	84,66	184,6
L7	J6	J7	279,79	166,2
L8	J7	J8	41,33	101,6
L9	J7	J9	182,3	166,2
L10	J9	J10	101,19	166,2
L11	J10	J11	51,18	166,2
L12	J11	J12	172,43	115,4
L13	J11	J13	127,89	166,2
L14	J13	J14	306,32	129,2
L15	J4	J15	404,43	230,8
L16	J15	J16	330,06	230,8
L17	J16	J17	123,93	101,6
L18	J17	J18	220,53	81,4
L19	J18	J19	212,48	57
L20	J16	J20	114,48	230,8
L21	J20	J21	56,56	110,2
L22	J21	J22	241,99	110,2
L23	J20	J23	315,07	184,6
L24	J23	J24	140,44	184,6
L25	J24	J25	349,54	123,4
L26	J25	J26	107,71	115,4
L27	J26	J27	121,72	115,4
L28	J26	J28	122,87	67,8
L29	J24	J29	42,73	166,2
L30	J29	J30	132,05	166,2
L31	J30	J31	155,95	110,2
L32	J30	J32	248,59	147,6

Tabla de Líneas y Nudos: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
L33	J32	J33	222,44	96,8
L34	J32	J34	176,2	129,2
L35	J34	J35	228,93	101,6
L36	J34	J36	240,71	115,4
L37	J36	J37	278,47	115,4
L38	J35	J38	203,42	101,6
1	J39	J40	2	299,6
P1	J39	J40	Sin Valor	Sin Valor Bomba
2	J39	J40	Sin Valor	Sin Valor Bomba
V1	J41	J42	Sin Valor	200 Válvula

Consumo y Coste Energético:

Bomba	Porcent. Utiliz.	Rendim. Medio	kWh /m3	Pot. Media kW	Pot. Punta kW	Coste /día
P1	100,00	44,31	3,81	21,10	37,94	35,46
2	100,00	76,44	0,20	40,44	42,54	67,93
Término Potencia:					758,87	
Coste Total:					862,26	

Resultados en los Nudos a las 0:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
J39	0,00	30,84	0,39	0,00
J40	0,00	83,35	52,90	0,00
J42	0,00	73,34	42,15	0,00
J41	0,00	83,34	52,92	0,00
J1	0,00	72,51	39,86	0,00
J2	7,94	72,47	40,60	0,00
J3	0,00	71,83	42,78	0,00
J4	0,00	70,40	44,60	0,00
J5	8,72	70,33	43,57	0,00
J6	8,83	71,63	41,50	0,00
J7	0,00	70,79	41,59	0,00
J8	6,75	70,76	40,61	0,00
J9	7,92	70,36	39,25	0,00
J10	12,32	70,19	42,08	0,00
J11	0,00	70,15	42,61	0,00
J12	8,53	70,04	41,65	0,00
J13	8,59	70,09	42,98	0,00
J14	10,90	69,92	43,23	0,00
J15	11,49	69,03	45,31	0,00

Resultados en los Nudos a las 0:00 Horas: (continuación)

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
J16	0,00	68,08	46,30	0,00	
J17	7,64	67,47	45,53	0,00	
J18	7,24	66,18	42,30	0,00	
J19	4,56	64,93	39,42	0,00	
J20	0,00	67,84	47,32	0,00	
J21	8,40	67,71	46,89	0,00	
J22	7,59	67,56	45,00	0,00	
J23	7,10	66,34	46,03	0,00	
J24	0,00	65,76	45,87	0,00	
J25	3,41	65,10	42,38	0,00	
J26	0,00	64,90	41,30	0,00	
J27	8,78	64,82	39,98	0,00	
J28	7,19	64,19	39,86	0,00	
J29	7,38	65,58	45,41	0,00	
J30	0,00	65,12	43,51	0,00	
J31	8,49	65,01	44,29	0,00	
J32	8,60	63,96	39,97	0,00	
J33	5,83	63,81	42,25	0,00	
J34	8,32	63,11	38,40	0,00	
J35	8,69	62,36	36,91	0,00	
J36	4,42	62,81	39,97	0,00	
J37	8,35	62,65	39,11	0,00	
J38	6,83	62,21	36,28	0,00	
R1	-220,80	31,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 0:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
L40	220,80	0,87	2,18	Abierta
L42	220,80	0,92	2,52	Abierta
L43	220,80	0,92	2,52	Abierta
L2	7,94	0,21	0,53	Abierta
L3	212,86	0,89	2,35	Abierta
L4	149,03	0,99	3,77	Abierta
L5	8,72	0,23	0,62	Abierta
L6	63,83	0,66	2,36	Abierta
L7	55,00	0,70	2,99	Abierta
L8	6,75	0,23	0,73	Abierta
L9	48,25	0,62	2,35	Abierta
L10	40,33	0,52	1,69	Abierta
L11	28,01	0,36	0,87	Abierta
L12	8,53	0,23	0,60	Abierta
L13	19,48	0,25	0,45	Abierta
L14	10,90	0,23	0,54	Abierta

Resultados en las Líneas a las 0:00 Horas: (continuación)

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
L15	140,31	0,93	3,38	Abierta
L16	128,82	0,86	2,89	Abierta
L17	19,44	0,67	4,92	Abierta
L18	11,80	0,63	5,84	Abierta
L19	4,56	0,50	5,90	Abierta
L20	109,38	0,73	2,14	Abierta
L21	15,99	0,47	2,32	Abierta
L22	7,59	0,22	0,61	Abierta
L23	93,39	0,97	4,75	Abierta
L24	86,29	0,90	4,11	Abierta
L25	19,38	0,45	1,90	Abierta
L26	15,97	0,42	1,85	Abierta
L27	8,78	0,23	0,63	Abierta
L28	7,19	0,55	5,78	Abierta
L29	66,91	0,86	4,29	Abierta
L30	59,53	0,76	3,46	Abierta
L31	8,49	0,25	0,74	Abierta
L32	51,04	0,83	4,66	Abierta
L33	5,83	0,22	0,71	Abierta
L34	36,61	0,78	4,85	Abierta
L35	15,52	0,53	3,26	Abierta
L36	12,77	0,34	1,24	Abierta
L37	8,35	0,22	0,58	Abierta
L38	6,83	0,23	0,74	Abierta
1	0,00	0,00	0,00	Cerrada
P1	0,15	0,00	-52,51	Marcha Bomba
2	220,65	0,00	-52,51	Marcha Bomba
V1	220,80	1,95	10,00	Activa Válvula

Resultados en los Nudos a las 1:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
J39	0,00	30,80	0,35	0,00
J40	0,00	85,22	54,77	0,00
J42	0,00	75,21	44,02	0,00
J41	0,00	85,21	54,79	0,00
J1	0,00	74,15	41,50	0,00
J2	9,07	74,10	42,23	0,00
J3	0,00	73,27	44,22	0,00
J4	0,00	71,44	45,64	0,00
J5	9,97	71,36	44,60	0,00
J6	10,09	73,01	42,88	0,00
J7	0,00	71,94	42,74	0,00
J8	7,72	71,91	41,76	0,00

Resultados en los Nudos a las 1:00 Horas: (continuación)

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
J9	9,06	71,40	40,29	0,00	
J10	14,08	71,18	43,07	0,00	
J11	0,00	71,12	43,58	0,00	
J12	9,75	70,99	42,60	0,00	
J13	9,82	71,05	43,94	0,00	
J14	12,46	70,84	44,15	0,00	
J15	13,14	69,69	45,97	0,00	
J16	0,00	68,47	46,69	0,00	
J17	8,73	67,69	45,75	0,00	
J18	8,28	66,05	42,17	0,00	
J19	5,21	64,45	38,94	0,00	
J20	0,00	68,16	47,64	0,00	
J21	9,60	67,99	47,17	0,00	
J22	8,68	67,80	45,24	0,00	
J23	8,12	66,24	45,93	0,00	
J24	0,00	65,50	45,61	0,00	
J25	3,90	64,65	41,93	0,00	
J26	0,00	64,40	40,80	0,00	
J27	10,04	64,30	39,46	0,00	
J28	8,22	63,49	39,16	0,00	
J29	8,44	65,26	45,09	0,00	
J30	0,00	64,68	43,07	0,00	
J31	9,70	64,53	43,81	0,00	
J32	9,83	63,19	39,20	0,00	
J33	6,67	62,99	41,43	0,00	
J34	9,52	62,10	37,39	0,00	
J35	9,93	61,15	35,70	0,00	
J36	5,05	61,72	38,88	0,00	
J37	9,55	61,52	37,98	0,00	
J38	7,81	60,95	35,02	0,00	
R1	-252,42	31,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 1:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
L40	252,42	0,99	2,79	Abierta
L42	252,42	1,06	3,23	Abierta
L43	252,42	1,06	3,23	Abierta
L2	9,07	0,24	0,67	Abierta
L3	243,35	1,02	3,02	Abierta
L4	170,38	1,13	4,84	Abierta
L5	9,97	0,26	0,79	Abierta
L6	72,97	0,76	3,02	Abierta
L7	62,88	0,81	3,83	Abierta

Resultados en las Líneas a las 1:00 Horas: (continuación)

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
L8	7,72	0,26	0,93	Abierta
L9	55,16	0,71	3,01	Abierta
L10	46,10	0,59	2,16	Abierta
L11	32,02	0,41	1,11	Abierta
L12	9,75	0,26	0,76	Abierta
L13	22,28	0,29	0,58	Abierta
L14	12,46	0,26	0,68	Abierta
L15	160,40	1,07	4,33	Abierta
L16	147,27	0,98	3,70	Abierta
L17	22,22	0,76	6,29	Abierta
L18	13,49	0,72	7,45	Abierta
L19	5,21	0,57	7,52	Abierta
L20	125,04	0,83	2,74	Abierta
L21	18,28	0,53	2,96	Abierta
L22	8,68	0,25	0,77	Abierta
L23	106,76	1,11	6,09	Abierta
L24	98,64	1,02	5,26	Abierta
L25	22,15	0,51	2,43	Abierta
L26	18,26	0,48	2,36	Abierta
L27	10,04	0,27	0,80	Abierta
L28	8,22	0,63	7,37	Abierta
L29	76,49	0,98	5,50	Abierta
L30	68,05	0,87	4,44	Abierta
L31	9,70	0,28	0,94	Abierta
L32	58,35	0,95	5,97	Abierta
L33	6,67	0,25	0,90	Abierta
L34	41,86	0,89	6,21	Abierta
L35	17,74	0,61	4,17	Abierta
L36	14,60	0,39	1,57	Abierta
L37	9,55	0,25	0,73	Abierta
L38	7,81	0,27	0,95	Abierta
1	0,00	0,00	0,00	Cerrada
P1	39,33	0,00	-54,43	Marcha Bomba
2	213,09	0,00	-54,43	Marcha Bomba
V1	252,42	2,23	10,00	Activa Válvula

Resultados en los Nudos a las 2:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
J39	0,00	30,73	0,28	0,00	
J40	0,00	90,00	59,55	0,00	
J42	0,00	79,98	48,79	0,00	
J41	0,00	89,98	59,56	0,00	
J1	0,00	78,57	45,92	0,00	
J2	10,58	78,50	46,63	0,00	
J3	0,00	77,39	48,34	0,00	
J4	0,00	74,96	49,16	0,00	
J5	11,63	74,85	48,09	0,00	
J6	11,77	77,05	46,92	0,00	
J7	0,00	75,63	46,43	0,00	
J8	9,01	75,58	45,43	0,00	
J9	10,57	74,90	43,79	0,00	
J10	16,42	74,61	46,50	0,00	
J11	0,00	74,54	47,00	0,00	
J12	11,37	74,36	45,97	0,00	
J13	11,45	74,44	47,33	0,00	
J14	14,53	74,16	47,47	0,00	
J15	15,32	72,62	48,90	0,00	
J16	0,00	71,00	49,22	0,00	
J17	10,18	69,96	48,02	0,00	
J18	9,66	67,78	43,90	0,00	
J19	6,08	65,67	40,16	0,00	
J20	0,00	70,58	50,06	0,00	
J21	11,20	70,36	49,54	0,00	
J22	10,13	70,11	47,55	0,00	
J23	9,47	68,02	47,71	0,00	
J24	0,00	67,04	47,15	0,00	
J25	4,55	65,92	43,20	0,00	
J26	0,00	65,58	41,98	0,00	
J27	11,71	65,45	40,61	0,00	
J28	9,59	64,38	40,05	0,00	
J29	9,84	66,73	46,56	0,00	
J30	0,00	65,95	44,34	0,00	
J31	11,32	65,75	45,03	0,00	
J32	11,46	63,97	39,98	0,00	
J33	7,78	63,71	42,15	0,00	
J34	11,10	62,52	37,81	0,00	
J35	11,59	61,26	35,81	0,00	
J36	5,89	62,02	39,18	0,00	
J37	11,14	61,75	38,21	0,00	
J38	9,11	61,00	35,07	0,00	
R1	-294,46	31,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 2:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
L40	294,46	1,16	3,72	Abierta	
L42	294,46	1,23	4,31	Abierta	
L43	294,46	1,23	4,31	Abierta	
L2	10,58	0,28	0,88	Abierta	
L3	283,88	1,19	4,02	Abierta	
L4	198,75	1,32	6,45	Abierta	
L5	11,63	0,31	1,04	Abierta	
L6	85,12	0,88	4,01	Abierta	
L7	73,35	0,94	5,08	Abierta	
L8	9,01	0,31	1,22	Abierta	
L9	64,35	0,82	3,99	Abierta	
L10	53,78	0,69	2,87	Abierta	
L11	37,36	0,48	1,47	Abierta	
L12	11,37	0,30	1,00	Abierta	
L13	25,99	0,33	0,76	Abierta	
L14	14,53	0,31	0,90	Abierta	
L15	187,12	1,24	5,77	Abierta	
L16	171,79	1,14	4,92	Abierta	
L17	25,93	0,89	8,35	Abierta	
L18	15,74	0,84	9,89	Abierta	
L19	6,08	0,66	9,94	Abierta	
L20	145,87	0,97	3,64	Abierta	
L21	21,33	0,62	3,92	Abierta	
L22	10,13	0,29	1,02	Abierta	
L23	124,54	1,29	8,11	Abierta	
L24	115,07	1,19	7,01	Abierta	
L25	25,84	0,60	3,21	Abierta	
L26	21,30	0,57	3,12	Abierta	
L27	11,71	0,31	1,06	Abierta	
L28	9,59	0,74	9,76	Abierta	
L29	89,23	1,14	7,32	Abierta	
L30	79,39	1,02	5,90	Abierta	
L31	11,32	0,33	1,24	Abierta	
L32	68,07	1,11	7,94	Abierta	
L33	7,78	0,29	1,19	Abierta	
L34	48,83	1,03	8,25	Abierta	
L35	20,70	0,71	5,52	Abierta	
L36	17,03	0,45	2,08	Abierta	
L37	11,14	0,30	0,97	Abierta	
L38	9,11	0,31	1,25	Abierta	
1	0,00	0,00	0,00	Cerrada	
P1	104,27	0,00	-59,27	Marcha	Bomba
2	190,19	0,00	-59,27	Marcha	Bomba
V1	294,46	2,60	10,00	Activa	Válvula

Resultados en los Nudos a las 3:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
J39	0,00	30,62	0,17	0,00	
J40	0,00	92,37	61,92	0,00	
J42	0,00	82,34	51,15	0,00	
J41	0,00	92,34	61,92	0,00	
J1	0,00	80,35	47,70	0,00	
J2	12,70	80,26	48,39	0,00	
J3	0,00	78,70	49,65	0,00	
J4	0,00	75,27	49,47	0,00	
J5	13,96	75,12	48,36	0,00	
J6	14,12	78,23	48,10	0,00	
J7	0,00	76,23	47,03	0,00	
J8	10,80	76,16	46,01	0,00	
J9	12,68	75,21	44,10	0,00	
J10	19,71	74,81	46,70	0,00	
J11	0,00	74,70	47,16	0,00	
J12	13,64	74,46	46,07	0,00	
J13	13,74	74,57	47,46	0,00	
J14	17,43	74,18	47,49	0,00	
J15	18,39	71,99	48,27	0,00	
J16	0,00	69,71	47,93	0,00	
J17	12,22	68,26	46,32	0,00	
J18	11,59	65,22	41,34	0,00	
J19	7,29	62,27	36,76	0,00	
J20	0,00	69,13	48,61	0,00	
J21	13,44	68,82	48,00	0,00	
J22	12,15	68,47	45,91	0,00	
J23	11,36	65,53	45,22	0,00	
J24	0,00	64,15	44,26	0,00	
J25	5,46	62,58	39,86	0,00	
J26	0,00	62,11	38,51	0,00	
J27	14,05	61,94	37,10	0,00	
J28	11,50	60,44	36,11	0,00	
J29	11,81	63,71	43,54	0,00	
J30	0,00	62,62	41,01	0,00	
J31	13,58	62,35	41,63	0,00	
J32	13,75	59,85	35,86	0,00	
J33	9,33	59,48	37,92	0,00	
J34	13,32	57,81	33,10	0,00	
J35	13,90	56,05	30,60	0,00	
J36	7,07	57,11	34,27	0,00	
J37	13,36	56,74	33,20	0,00	
J38	10,93	55,69	29,76	0,00	
R1	-353,28	31,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 3:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
L40	353,28	1,39	5,23	Abierta	
L42	353,28	1,48	6,06	Abierta	
L43	353,28	1,48	6,06	Abierta	
L2	12,70	0,34	1,22	Abierta	
L3	340,58	1,42	5,66	Abierta	
L4	238,45	1,58	9,08	Abierta	
L5	13,96	0,37	1,45	Abierta	
L6	102,13	1,06	5,62	Abierta	
L7	88,01	1,13	7,13	Abierta	
L8	10,80	0,37	1,69	Abierta	
L9	77,20	0,99	5,59	Abierta	
L10	64,53	0,83	4,01	Abierta	
L11	44,82	0,57	2,05	Abierta	
L12	13,64	0,36	1,39	Abierta	
L13	31,18	0,40	1,06	Abierta	
L14	17,43	0,37	1,25	Abierta	
L15	224,50	1,49	8,11	Abierta	
L16	206,11	1,37	6,92	Abierta	
L17	31,10	1,07	11,69	Abierta	
L18	18,89	1,01	13,82	Abierta	
L19	7,29	0,79	13,86	Abierta	
L20	175,01	1,16	5,11	Abierta	
L21	25,59	0,75	5,48	Abierta	
L22	12,15	0,35	1,41	Abierta	
L23	149,42	1,55	11,40	Abierta	
L24	138,06	1,43	9,84	Abierta	
L25	31,01	0,72	4,48	Abierta	
L26	25,55	0,68	4,36	Abierta	
L27	14,05	0,37	1,47	Abierta	
L28	11,50	0,89	13,62	Abierta	
L29	107,05	1,37	10,28	Abierta	
L30	95,25	1,22	8,27	Abierta	
L31	13,58	0,40	1,73	Abierta	
L32	81,67	1,33	11,14	Abierta	
L33	9,33	0,35	1,65	Abierta	
L34	58,58	1,24	11,57	Abierta	
L35	24,83	0,85	7,71	Abierta	
L36	20,43	0,54	2,90	Abierta	
L37	13,36	0,35	1,34	Abierta	
L38	10,93	0,37	1,73	Abierta	
1	0,00	0,00	0,00	Cerrada	
P1	176,64	0,00	-61,75	Marcha	Bomba
2	176,64	0,00	-61,75	Marcha	Bomba
V1	353,28	3,12	10,00	Activa	Válvula

Resultados en los Nudos a las 4:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
J39	0,00	30,42	-0,03	0,00	
J40	0,00	82,89	52,44	0,00	
J42	0,00	72,84	41,65	0,00	
J41	0,00	82,84	52,42	0,00	
J1	0,00	69,82	37,17	0,00	
J2	15,87	69,69	37,82	0,00	
J3	0,00	67,32	38,27	0,00	
J4	0,00	62,10	36,30	0,00	
J5	17,44	61,87	35,11	0,00	
J6	17,65	66,60	36,47	0,00	
J7	0,00	63,57	34,37	0,00	
J8	13,51	63,47	33,32	0,00	
J9	15,84	62,03	30,92	0,00	
J10	24,63	61,42	33,31	0,00	
J11	0,00	61,26	33,72	0,00	
J12	17,06	60,90	32,51	0,00	
J13	17,18	61,06	33,95	0,00	
J14	21,79	60,48	33,79	0,00	
J15	22,98	57,11	33,39	0,00	
J16	0,00	53,64	31,86	0,00	
J17	15,27	51,45	29,51	0,00	
J18	14,49	46,85	22,97	0,00	
J19	9,12	42,41	16,90	0,00	
J20	0,00	52,76	32,24	0,00	
J21	16,80	52,29	31,47	0,00	
J22	15,19	51,78	29,22	0,00	
J23	14,20	47,29	26,98	0,00	
J24	0,00	45,19	25,30	0,00	
J25	6,82	42,83	20,11	0,00	
J26	0,00	42,12	18,52	0,00	
J27	17,56	41,85	17,01	0,00	
J28	14,38	39,60	15,27	0,00	
J29	14,76	44,53	24,36	0,00	
J30	0,00	42,87	21,26	0,00	
J31	16,97	42,46	21,74	0,00	
J32	17,19	38,66	14,67	0,00	
J33	11,67	38,12	16,56	0,00	
J34	16,65	35,57	10,86	0,00	
J35	17,38	32,91	7,46	0,00	
J36	8,84	34,53	11,69	0,00	
J37	16,70	33,97	10,43	0,00	
J38	13,66	32,38	6,45	0,00	
R1	-441,60	31,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 4:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
L40	441,60	1,74	7,95	Abierta	
L42	441,60	1,85	9,21	Abierta	
L43	441,60	1,85	9,21	Abierta	
L2	15,87	0,42	1,83	Abierta	
L3	425,73	1,78	8,60	Abierta	
L4	298,07	1,98	13,81	Abierta	
L5	17,44	0,46	2,17	Abierta	
L6	127,66	1,32	8,51	Abierta	
L7	110,01	1,41	10,80	Abierta	
L8	13,51	0,46	2,54	Abierta	
L9	96,50	1,24	8,46	Abierta	
L10	80,66	1,03	6,06	Abierta	
L11	56,02	0,72	3,09	Abierta	
L12	17,06	0,45	2,09	Abierta	
L13	38,97	0,50	1,59	Abierta	
L14	21,79	0,46	1,88	Abierta	
L15	280,62	1,86	12,33	Abierta	
L16	257,64	1,71	10,51	Abierta	
L17	38,88	1,33	17,68	Abierta	
L18	23,61	1,26	20,88	Abierta	
L19	9,12	0,99	20,86	Abierta	
L20	218,76	1,45	7,75	Abierta	
L21	31,99	0,93	8,26	Abierta	
L22	15,19	0,44	2,11	Abierta	
L23	186,77	1,94	17,34	Abierta	
L24	172,57	1,79	14,95	Abierta	
L25	38,76	0,90	6,76	Abierta	
L26	31,94	0,85	6,56	Abierta	
L27	17,56	0,47	2,20	Abierta	
L28	14,38	1,11	20,53	Abierta	
L29	133,82	1,71	15,60	Abierta	
L30	119,06	1,52	12,55	Abierta	
L31	16,97	0,49	2,59	Abierta	
L32	102,08	1,66	16,91	Abierta	
L33	11,67	0,44	2,46	Abierta	
L34	73,22	1,55	17,54	Abierta	
L35	31,04	1,06	11,64	Abierta	
L36	25,54	0,68	4,36	Abierta	
L37	16,70	0,44	2,01	Abierta	
L38	13,66	0,47	2,59	Abierta	
1	0,00	0,00	0,00	Cerrada	
P1	220,80	0,00	-52,47	Marcha	Bomba
2	220,80	0,00	-52,47	Marcha	Bomba
V1	441,60	3,90	10,00	Activa	Válvula

ANEJO VI

Cabezal de filtrado

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	DISEÑO DE CABEZAL DE FILTRADO.....	1
2.1	GRADO DE FILTRACIÓN.....	1
2.2	SISTEMA DE PREFILTRACIÓN.....	2
2.3	SISTEMA DE FILTRADO.....	3
2.3.1	Características Filtro Automático de Mallas Sigma Pro 6".....	7
3	COLECTORES.....	13
4	ELEMENTOS DEL CABEZAL DE FILTRADO.....	13
4.1	VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	13
4.2	VENTOSA.....	13
4.3	MANÓMETRO.....	13

IDICE DE TABLA

Tabla 1. Filtro caza piedras Bridado 10".....	3
Tabla 2. Características filtro automático sigma pro 6" autolimpiante.....	5

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pérdida de carga del filtro caza piedras modelo "cesta" GAER Bridado PN16/PN25.	2
Ilustración 2. Filtro caza piedra.	3
Ilustración 3. Tipos de filtros y sus condicionantes y funciones.....	4
Ilustración 4. Filtro automático de malla autolimpiante Sigma Pro 6".	5

1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este anejo es el diseño y la instalación de los diferentes elementos que componen un cabezal de filtrado además de su automatización.

El cabezal de filtrado es muy importante para el diseño de una red de riego por los siguientes motivos:

- Elimina o evita el paso de cualquier partícula en suspensión tanto orgánicas como minerales en las redes de riego.
- Evita obstruir los conductos estrechos de los emisores de riego.
- Evita la disminución de la sección de tuberías
- Evita el daño de las válvulas hidráulicas.

2 DISEÑO DE CABEZAL DE FILTRADO.

El agua de riego que se va a utilizar proviene del río Palancia que posteriormente será destinado a un depósito de regulación.

La calidad del agua es media-mala pues al venir de un río presenta sedimentación y restos de materia orgánica.

Con esta información dada, se va a elegir un sistema de prefiltración y filtración que más se ajuste a las necesidades de la instalación.

Tanto el cabezal de filtrado y el equipo de bombeo se encuentran en una nave de las siguientes características:

- Nave de planta rectangular de 8 x 12 m., con cubierta del 8,0% de pendiente, a un agua y con una altura interior mínima de 4,64 m. La estructura se soluciona mediante tres pórticos separados 6,0 m, y compuestos por dos pilares de hormigón armado HA-25 prefabricado y una jácena de hormigón armado HA-25 prefabricado.

2.1 GRADO DE FILTRACIÓN.

El grado de filtración necesario está directamente ligado a las características del emisor de riego. El objetivo es reducir al mínimo el riesgo de obturación de estos.

Se estima que para riego localizado el diámetro medio de filtración este entorno a 100-130 micras.

Ecuación 1. Grado de Filtración en mm.

$$GF = \frac{d}{8}$$

$d = \text{diámetro mínimo de paso medio} = 1 \text{ mm}$

El grado de filtración que se obtiene es de **125 micras**.

2.2 SISTEMA DE PREFILTRACIÓN.

Para la selección del sistema de prefiltración se ha tenido en cuenta el caudal que suministra la bomba. El caudal máximo de la bomba es **353,28 m³/h**

El filtro elegido es Filtro caza piedra modelo en “cesta” GAER Bridado PN16/PN25

El diámetro nominal es de **10”** y las pérdidas de carga son de **0,9 mca.**

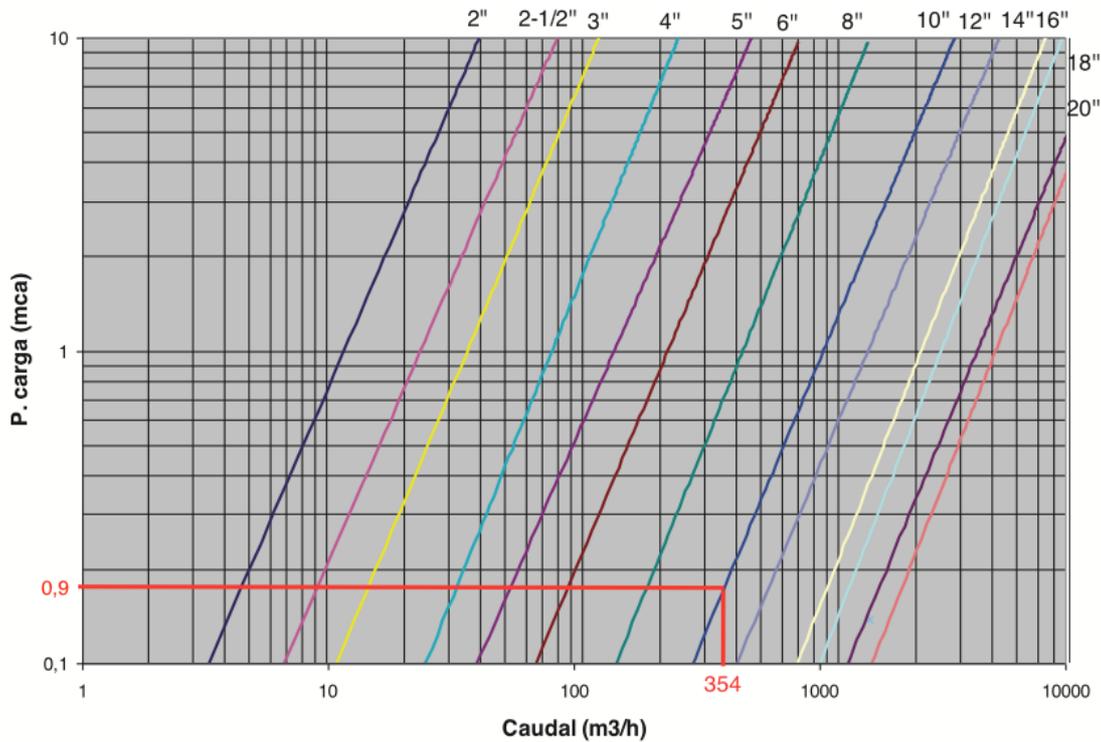


Ilustración 1. Pérdida de carga del filtro caza piedras modelo “cesta” GAER Bridado PN16/PN25.



Ilustración 2. Filtro caza piedra.

Tabla 1. Filtro caza piedras Bridado 10".

Gaer Bridado 10"	
Caudal	353,28 m ³ /h
Diámetro	10 pulgadas
Pérdidas de carga	0,9 mca

2.3 SISTEMA DE FILTRADO.

Para la selección de filtrado se ha tenido en cuenta el caudal máximo además de las características para cada tipo de filtros que se muestran en la figura 3.

TIPO FILTRO	PARTÍCULAS QUE RETIENE	VELOCIDAD DE FILTRACIÓN (100-130 μ M)	PÉRDIDAS A FILTRO LIMPIO	LIMPIEZA DEL FILTRO
HIDROCICLÓN	MATERIA INORGÁNICA CON PESO ESPECÍFICO 1,6 VECES MAYOR QUE EL AGUA	VELOCIDAD ENTRADA A CAUDAL DE DISEÑO ENTRE 2 Y 3 M/S	3-5 MCA	LIMPIEZA DEL COLECTOR DE RECOGIDA DE IMPUREZAS
FILTRO DE MALLA	MATERIA INORGÁNICA Y EN MENOR MEDIDA MATERIA ORGÁNICA	VELOCIDAD A CAUDAL DE DISEÑO: <ul style="list-style-type: none"> • MANUAL: 200-750 M/H (0,056-0,21 M/S) • AUTOMÁTICOS: 150-600 M/H (0,042-0,17 M/S) 	1-2 MCA	MANUAL O AUTOMÁTICO POR BOQUILLAS DE SUCCIÓN Y VÁLVULA DE DRENAJE
FILTRO DE ANILLA	MATERIA INORGÁNICA Y EN MENOR MEDIDA MATERIA ORGÁNICA	VELOCIDAD A CAUDAL DE DISEÑO: <ul style="list-style-type: none"> • MANUAL: 150-500 M/H (0,042-0,14 M/S) • AUTOMÁTICOS: 130-350 M/H (0,036-0,1 M/S) 	1-2 MCA	MANUAL O AUTOMÁTICO POR CONTRALAVADO Y EXPANSIÓN DE LAS ANILLAS
FILTRO DE ARENA O GRAVA	MATERIA ORGÁNICA	VELOCIDAD A CAUDAL DE DISEÑO ENTRE 10 Y 60 M/H	1-2 MCA	MANUAL O AUTOMÁTICO POR CONTRALAVADO

Ilustración 3. Tipos de filtros y sus condicionantes y funciones.

Se ha elegido como sistema de filtrado el filtro automático de malla porque presenta un fácil mantenimiento además de dar buenos resultados de filtración ya que también en el caso de avería permite aislar cada filtro sin la necesidad de parar los demás.

El modelo de filtro es Sigma Pro de 6”.



Ilustración 4. Filtro automático de malla autolimpiante Sigma Pro 6".

Este modelo de filtro presenta un **DN de 150 mm** y un caudal de filtrado de **180 m³/h**. El número de filtros que se necesita son:

$$N_{\text{filtros}} = \frac{Q_{\text{max bomba}}}{Q_{\text{max filtro}}} = \frac{353,28 \text{ m}^3/\text{h}}{180 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,96 \cong 2 \text{ filtros}$$

Por lo tanto, se necesitará dos filtros.

Sus características se muestran a continuación:

Tabla 2. Características filtro automático sigma pro 6" autolimpiante.

Sigma Pro 6"	
Numero de filtros	2 unidades
Caudal por unidad	180 m ³ /h
Caudal máximo entre dos filtros	360 m ³ /h
Diámetro entrada y salida	150 mm
Grado de filtración	130 micras
Presión mínima lavado	1,5 bar
Presión máxima trabajo	10 bar
Pérdidas de carga	1,8 mca
Superficie de filtración por unidad	8.000 cm ²

La velocidad de filtrado se ha calculado con el caudal de diseño y la superficie total de filtrado de los dos elementos.

$$V_{filtrado} = \frac{Q_{filtro} \text{ m}^3/h}{S_{filtrado} \text{ m}^2} = \frac{176,64}{0,8} = 221 \text{ m/h} = 0,06 \text{ m/s}$$

Q = caudal de una bomba = $352,28/2 = 176,64 \text{ m}^3/h$

S = sección de un filtro en m^2

Por tanto, el filtro cumple todos los requisitos previstos y es apto para que forme parte de la instalación de filtrado del cabezal de riego.

2.3.1 Características Filtro Automático de Mallas Sigma Pro 6”



FILTRO AUTOMÁTICO DE MALLAS SIGMA PRO

FC-F0-140

El filtro automático Sigma Pro está diseñado de forma que ocupa el mínimo espacio y permite una limpieza eficiente con la mínima energía y agua.

El filtro Sigma Pro está fabricado completamente en materiales poliméricos lo que lo convierte en un filtro muy ligero y totalmente resistente a la corrosión.

Cada filtro Sigma Pro contiene 5 mallas filtrantes, cada una de ellas operada por una turbina hidráulica. Tienen una capacidad de hasta 280 m³/h y operan en un rango de filtración de 80 - 500 micras.

Diámetros disponibles:

- 100 mm (4”).
- 150 mm (6”).
- 200 mm (8”).
- Válvula de descarga de 50 mm (2”).

EL PROCESO DE FILTRADO

1. El agua sucia ingresa desde la entrada del filtro y pasa a través de las múltiples mallas.
2. El agua limpia fluye a través de la salida del filtro.
3. La acumulación gradual de suciedad en la superficie interna de la malla genera el desarrollo de una torta de filtración, con el correspondiente aumento de la presión diferencial a través de las múltiples mallas.
4. Un interruptor de presión diferencial (hidráulico o electrónico) mide la diferencia de presión.
5. Cuando ésta alcanza un valor prefijado, comienza el proceso de autolimpieza.

EL SISTEMA DE CONTROL

El ciclo de operación y limpieza del Sigma Pro es controlado y monitoreado por un controlador electrónico DC.

El controlador electrónico, monitoriza en continuo las presiones de entrada y salida, e inicia el proceso de lavado cuando la diferencia entre ambos alcanza el punto de consigna programando, activando el solenoide y abriendo la válvula de descarga por medio de un comando hidráulico.

Cuando el ciclo se completa, el controlador cierra la válvula de descarga y espera a la siguiente orden de limpieza.



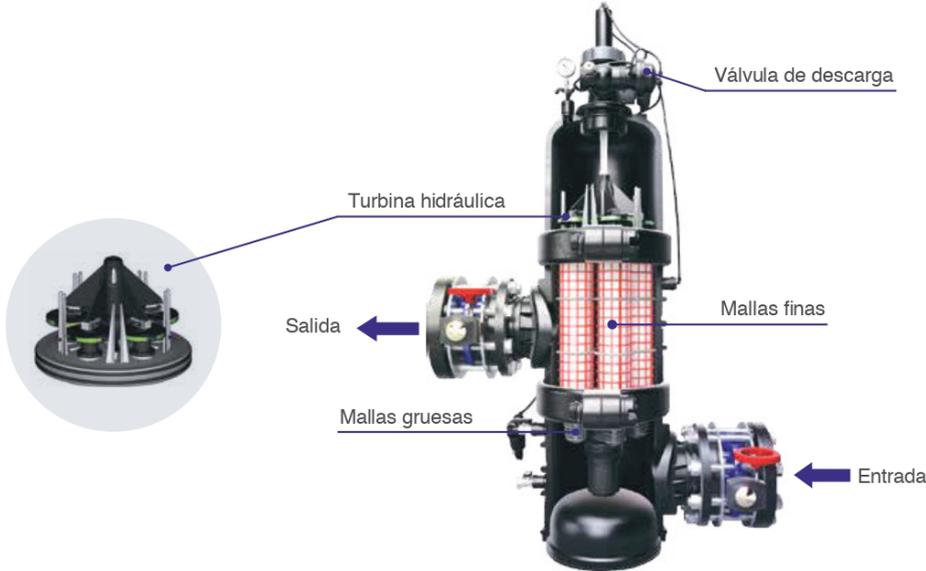
El ciclo de autolimpieza comienza bajo alguna de las siguientes condiciones:

1. Debido a una presión diferencial entrada/salida, fijada en el controlador o presostato externo.
2. Debido a un intervalo de tiempo fijado en el controlador.
3. Comienzo manual, activado por el teclado del controlador electrónico.

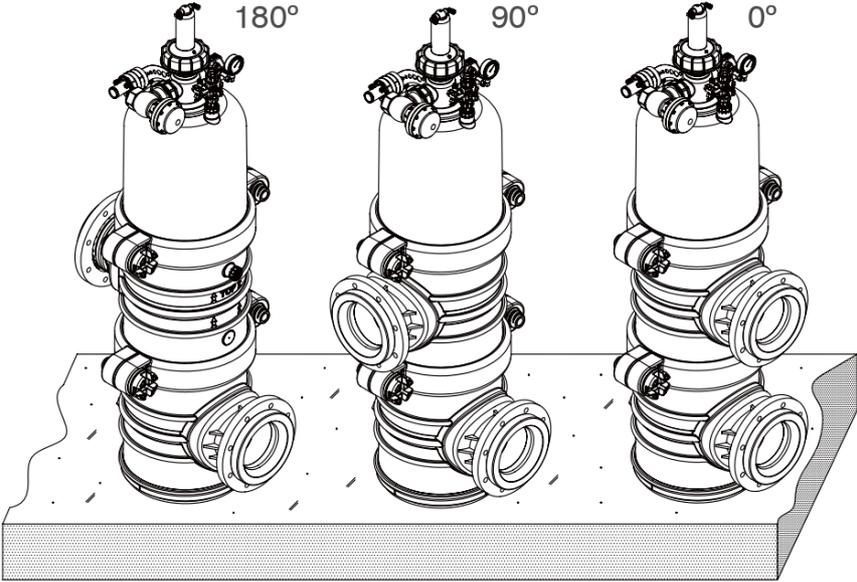
	4”	6”	8”
Caudales	30-120 m³/h	50-180 m³/h	50-280 m³/h
Diámetro de entrada / salida	100 mm (4”)	150 mm (6”)	200 mm (8”)
Grados de filtración	80 - 500 micras		
Presión operación mínima durante el ciclo de lavado	1,5 bar		
Presión máxima de trabajo	10 bar		



DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES



CONFIGURACIONES DE ENTRADA Y SALIDA 6" y 8"



* Los filtros Sigma Pro de 6" y 8" se deben instalar únicamente sobre una superficie plana.



EL SISTEMA DE CONTROL: CONTROLADOR ADI-P

El controlador ADI-P ofrece una exclusiva funcionalidad de control y monitorización. El controlador interactúa con la App, brindando información detallada respecto al rendimiento de filtración en su dispositivo móvil, mediante comunicación bluetooth®. El proceso de autolimpieza es controlado y monitorizado por el controlador ADI-P. La autolimpieza se activa mediante un interruptor DP integrado.

El controlador ADI-P y la App móvil además proporcionan:

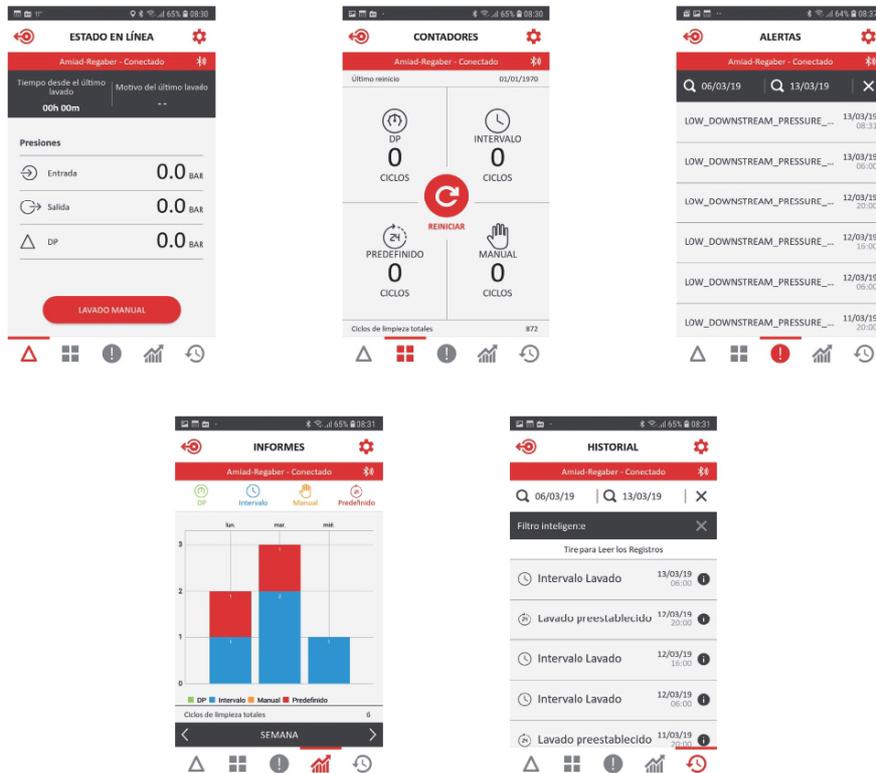
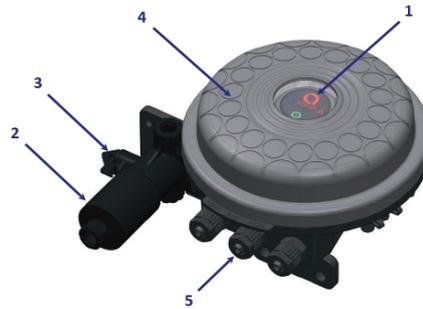
- Registros de presión diferencial y de ciclos de lavado.
- Alertas por baja / alta presión y batería baja.
- Informes y datos históricos de rendimiento.

APLICACIÓN ADI-P

Una vez iniciada la aplicación y ya en control del filtro, existen 5 pantallas principales. Recorra estas pantallas deslizándose desde derecha a izquierda.

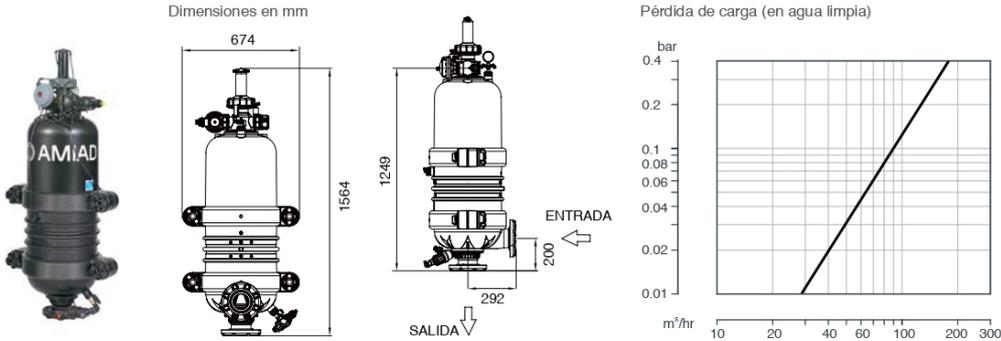
CONTROLADOR DEL LAVADO DEL FILTRO ADI-P

1. Panel ADI-P con botón de lavado manual y leds indicativos.
2. Solenoide tipo latch de 3 vías 12 VDC.
3. Llave de operación manual del solenoide.
4. Tapa del ADI-P.
5. Entrada de presión de 8 mm.

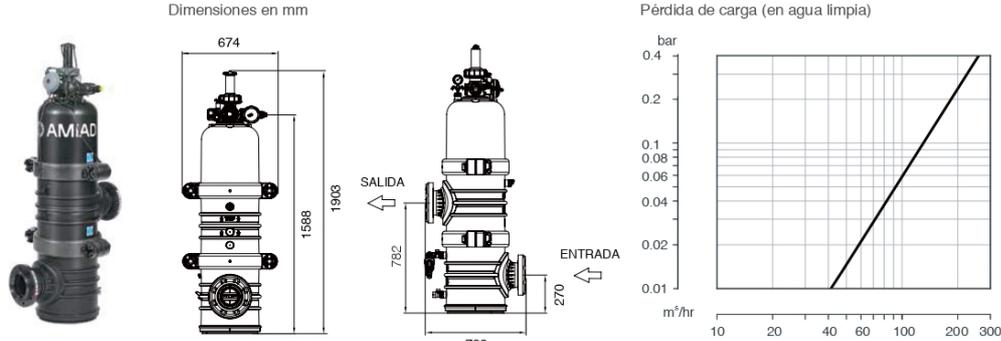


DIMENSIONES Y PÉRDIDAS DE CARGA

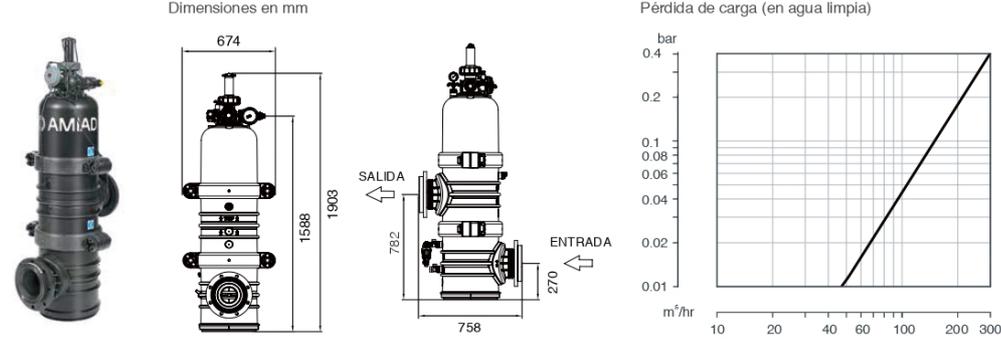
Sigma Pro 4"



Sigma Pro 6"



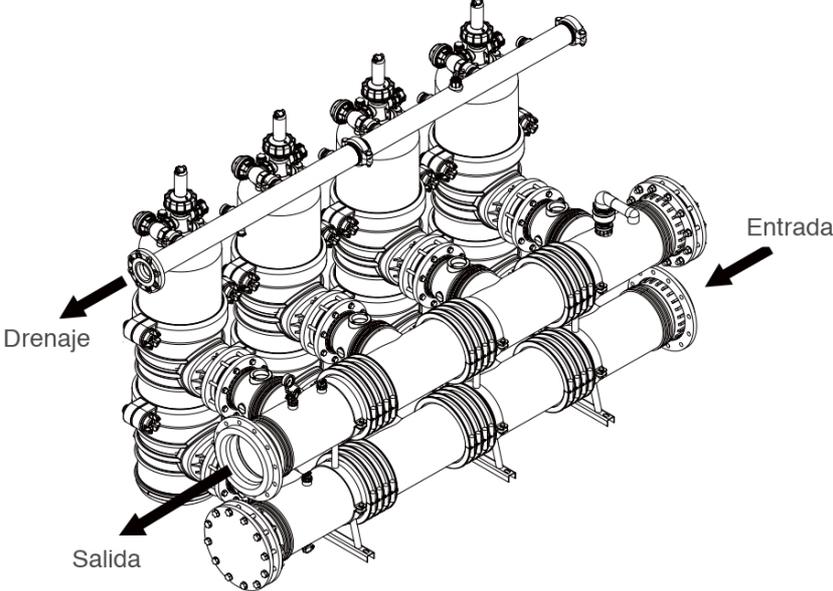
Sigma Pro 8"



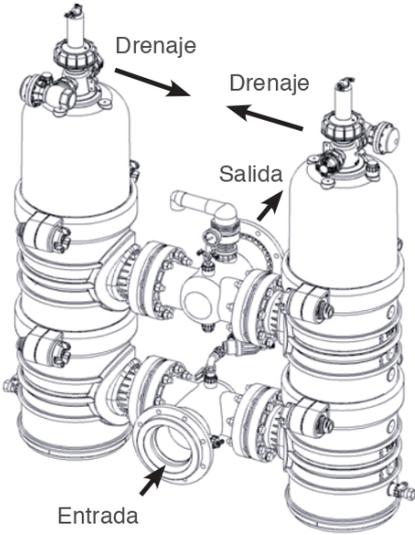


MONTAJE SIGMA PRO

Instalación de 4 unidades de Sigma Pro de 8" con colector, caudal de hasta 1.120 m³/h.



Instalación de 2 unidades de Sigma Pro de 6" con colector, caudal de hasta 360 m³/h.



3 COLECTORES.

Para el diseño de los colectores se determinará el diámetro a partir de la velocidad de circulación, no mayor de 1 m/s para diámetros de colectores inferiores a 125 mm y siempre menores de 1,5 m/s.

El diámetro de los colectores se calculará con la siguiente expresión:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * 1,5}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0981}{\pi * 1,5}} = 0,2886 \text{ m} = 288,6 \text{ mm}$$

Q: caudal en m³/s. Q = 353,28 m³/h = 0,0981 m³/s

v: velocidad de circulación en m/s

Los colectores tendrán un diámetro comercial de 300 mm. El material de los colectores es de polipropileno evitando así los problemas de corrosión garantizando que su vida útil sea mayor, además, es resistente a los productos utilizados en fertiirrigación.

4 ELEMENTOS DEL CABEZAL DE FILTRADO.

4.1 VÁLVULAS DE COMPUERTA

Estas válvulas, de accionamiento manual, permiten la interrupción total o parcial de la circulación del agua en las tuberías. Se instalarán en la entrada y salida de los filtros y sus uniones se realizarán con bridas.

Las válvulas de compuertas presentan 300 mm de diámetro y PN 16 bar.

4.2 VENTOSA.

Su instalación permitirá eliminar el aire acumulado. Se instalará en la entrada y salida de los colectores de cabezal de filtrado.

Las ventosas tendrán 3 “ de diámetro y 16 bar de presión y su unión es en brida.

4.3 MANÓMETRO

Se instalará un manómetro a la entrada y salida del colector con el fin de medir las presiones en el cabezal de filtrado.

ANEJO VII

Valvulería de la red de riego

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO A PRESIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 122,80 HA EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE SAGUNTO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	VALVULERÍA DE MANIOBRA.....	1
2.1	VÁLVULA DE MARIPOSA.....	1
3	VALVULERÍA DE REGULACIÓN.....	3
3.1	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN.....	3
4	VALVULERÍA DE PROTECCIÓN	3
4.1	VÁLVULA ANTI ROTURA.....	3
4.2	VÁLVULAS DE RETENCIÓN.....	3
5	VENTOSAS.....	4
6	RESUMEN.....	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Dimensionado de válvulas mariposas según diámetro en mm de la tubería.....	1
Tabla 2.	Continuación dimensionado de válvulas mariposas según diámetro en mm de la tubería.	2
Tabla 3.	Válvulas de mariposa con su diámetro comercia y número de unidades.....	2
Tabla 4.	Dimensionado de ventosas según su diámetro de tubería. Fuente apuntes de Tecnología Hidráulica.....	4
Tabla 5.	Dimensionado de las ventosas de la Red de Riego de Sagunto.....	5
Tabla 6.	Resumen de las diferentes válvulas de la res. DN en mm.....	5

1 INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo describir el funcionamiento y el dimensionado de los diferentes tipos de válvulas que se van a instalar en toda la red de riego.

2 VALVULERÍA DE MANIOBRA.

Este tipo de válvulas tienen como función la interrupción parcial o total de la circulación del agua de las tuberías de la red de riego.

2.1 VÁLVULA DE MARIPOSA.

Las válvulas de maniobra elegidas para la red son válvulas de mariposa.

Estas válvulas se instalarán después de cada derivación o ramal permitiendo que las demás líneas o ramales sigan funcionando si surge alguna avería o roturas de tuberías.

Para la elección de la válvula se tendrá en cuenta el diámetro de las tuberías.

El número total de válvulas a instalar son de 24 con disco en acero inoxidable y unión en brida.

Tabla 1. Dimensionado de válvulas mariposas según diámetro en mm de la tubería.

Válvulas mariposas	
Líneas de la red de riego	DN mm
2	125
3	315
4	250
6	200
7	180
8	110
9	180
11	180
12	125
5	125
15	250
17	110

Tabla 2. Continuación dimensionado de válvulas mariposas según diámetro en mm de la tubería.

Válvulas mariposas	
Líneas de la red de riego	DN mm
20	250
23	200
21	125
27	125
28	75
29	180
31	125
32	160
33	110
34	140
35	110
36	125

Tabla 3. Válvulas de mariposa con su diámetro comercia y número de unidades.

Válvulas de mariposa	
DN mm	Unidades
80	1
125	11
150	1
200	7
250	3
350	1

3 VALVULERÍA DE REGULACIÓN.

El objetivo de estas válvulas es controlar la presión tanto aguas arriba como aguas abajo dentro de unos márgenes establecidos a la vez de regular el caudal que circula por la misma.

3.1 VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN.

Las válvulas reductoras de presión se instalan en redes colectivas de riego. Se colocan aguas arriba de los hidrantes cuando les llega presiones altas entre 60 y 70 mca, para que la presión de salida de los hidrantes no sean muy elevadas.

Se va a instalar una válvula hidráulica de diafragma diámetro 200 mm, con solenoide, con contador, reductora de presión y limitadora de caudal, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y cubierta de fundición recubierta de poliéster, con p.p. de juntas y tornillería de acero; instalada.

4 VALVULERÍA DE PROTECCIÓN

Este tipo de válvulas tiene como función proteger la red de riego frente a posibles situaciones indeseables como por ejemplo fugas o roturas.

4.1 VÁLVULA ANTI-ROTURA.

Como válvulas de protección se han elegido válvulas anti-roturas.

Se instalarán al inicio de la red.

Una válvula se instalará justo después del depósito cerrando automáticamente la salida del depósito para evitar que se vacíe si se produce una rotura en la tubería principal.

Otra válvula se instalará después del cabezal de filtrado.

Ambas válvulas tienen de DN 350 mm y PN26 con unión en brida.

4.2 VÁLVULAS DE RETENCIÓN.

Las válvulas de retención tienen como función permitir el flujo del agua en un único sentido, por lo tanto, se debe colocar en las situaciones donde no se quiere el retroceso del flujo de agua.

En este caso, se instalará una válvula de retención a la salida del depósito.

La válvula tendrá de diámetro nominal 350 mm PN16 con unión en brida y disco de acero inoxidable

5 VENTOSAS.

Las ventosas presentan tres funciones principales. La primera es la admisión de aire con el objetivo de vaciar la tubería de la red. La segunda función es la de expulsar el aire acumulado en las tuberías. Por último, este tipo de válvulas permite purgar el aire, es decir, eliminar las burbujas de aire generadas en la parte de arriba de la tubería reduciendo la presión.

Se instalarán dos ventosas en zonas estratégicas. Una de ellas en la **línea 10** y la otra en la **línea 3** porque en dichas líneas presentan un máximo en la pendiente y después disminuye.

Además de las ventosas mencionadas anteriormente, se va a instalar tres ventosas más, dos ventosas **después de los filtros automáticos** y una más al **final del cabezal de riego**.

Para el dimensionamiento de las ventosas se ha seguido la siguiente tabla 4.

La ventosa de 3 pulgadas es trifuncional de cuerpo compacto metálico y PN16.

La ventosa de 1 pulgada es de efecto automático metálica con PN16.

Tabla 4. Dimensionado de ventosas según su diámetro de tubería. Fuente apuntes de Tecnología Hidráulica.

Diámetro Tubería (mm)	Diámetro ventosa (")
0-100	3/8"
100-150	1"
150-200	1 1/4"
200-250	2
250-450	3
450-1.000	4

Tabla 5. Dimensionado de las ventosas de la Red de Riego de Sagunto.

Conducción			Ventosa (")	PN (atm)	Unidades
Tramo	Material	Diámetro (mm)			
Línea 3	PVC	315	3	16	1
Línea 10	PVC	180	1	16	1
Cabezal de riego	PVC	315	3	16	3
TOTAL					5

6 RESUMEN.

En conclusión, el total válvulas que necesita la red de riego están avaladas por la norma ISO 1074 y se muestran en la siguiente tabla 6.

Tabla 6. Resumen de las diferentes válvulas de la red de riego. Diámetro nominal DN en mm.

	Mariposa	Reductora	Anti-rotura	Ventosa	Retención
Unidades	24	1	2	2	1
DN	vario	200	350	vario	350