

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo

Autor: Patricio CORRERO FERNÁNDEZ

Fecha: Diciembre 2008





ÍNDICE

MEMORIA	Página
1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Motivación del proyecto	1
1.1.2 Estudios previos	1
1.2 Objetivos	1
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FINCA	1
2.1 Localización	1
2.2 Superficie	2
2.3 Características del viñedo	2
2.3.1 Generalidades	2
2.3.2 Variedades cultivadas	2
3. CONDICIONANTES DEL PROYECTO	3
3.1 Condicionantes internos	3
3.1.1 Clima	3
3.1.2 Suelo	5
3.1.3 Agua de riego	7
3.1.4 Relieve	8
3.1.5 Infraestructura	9
3.2 Condicionantes externos	9
3.2.1 Comercialización	9
3.2.2 Mercado de materias primas	9
3.2.3 Condicionantes económicos	9
3.2.4 Condicionantes jurídicos	9

4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	10
4.1 Variedad cultivada	10
4.2 Sistema de conducción	11
4.3 Marco y densidad de plantación	11
4.4 Orientación de filas	12
4.5 Recursos productivos	12
4.5.1 Maquinaria y equipos	12
4.5.2 Mano de obra	13
4.5.3 Materias primas	13
4.6 Necesidades y técnicas de cultivo	13
4.6.1 Poda	13
4.6.2 Fertilización	14
4.6.3 Tratamientos fitosanitarios	16
4.6.4 Mantenimiento del suelo	17
4.7 Recolección	18
4.7.1 Vendimia	18
4.7.2 Modo de recolección	18
4.7.3 Comercialización	19
4.8 Producción	19
5. EL RIEGO	19
5.1 Elección del sistema de riego	19
5.2 Necesidad de riego a lo largo del período vegetativo	20
5.3 Fertirrigación	21
5.3.1 Generalidades	21
5.3.2 Fertirrigación de la viña de vinificación	21
5.3.3 Programa de fertirrigación	22

5.4 Diseño agronómico	22
5.4.1 Necesidades de agua	23
5.4.2 Número de emisores. Tiempo, intervalo y dosis de riego	23
5.5 Diseño hidráulico	24
5.5.1 Descripción general de la red de riego	24
5.5.2 Cabezal de riego	25
5.5.3 Grupo de bombeo	26
5.6 Automatización	26
5.6.1 Programador de riego	26
5.6.2 Conexiones	28
5.7 Caseta de riego	28
5.7.1 Características generales	28
5.7.2 Instalación eléctrica	29
6. RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS	29
7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	30
7.1 Vida útil del proyecto	30
7.2 Costes e ingresos del proyecto	30
7.3 Evaluación financiera de la inversión	31
7.3.1 Criterio del Valor Actual Neto (VAN)	31
7.3.2 Criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	32
7.4 Consideraciones finales	32
8. CONCLUSIÓN	32

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO I: ESTUDIO CLIMÁTICO

1. ESTUDIO CLIMÁTICO	33
1.1 Fenómenos climáticos	33
1.1.1 Temperaturas	33
1.1.2 Heladas	34
1.1.3 Precipitaciones	34
1.1.4 Radiación solar	35
1.1.5 Viento	36
1.1.6 Evapotranspiración	36
1.2 Clasificaciones climáticas	36
1.2.1 Clasificación según el índice de Lang	36
1.2.2 Clasificación según el índice de Martonne	37
1.2.3. Clasificación según el índice de Dantín y Revenga	38
1.2.4. Clasificación según el criterio UNESCO-FAO	38
1.3 Índices climáticos propios de la vid	39

ANEXO II: ANÁLISIS DE SUELO

1. ANÁLISIS DE SUELO	41
1.1 Análisis de la muestra	41
1.2 Textura	42
1.3 pH	42
1.4. Conductividad eléctrica (CE) 1/5 agua	43
1.5 Materia orgánica (%)	43
1.6 Carbonatos (%)	43
1.7 Fósforo asimilable (ppm)	44

1.8 Sodio de cambio (meq/100 g)	44
1.9 Potasio de cambio (meq/100 g)	44
1.10 Calcio de cambio (meq/100 g)	44
1.11 Magnesio de cambio (meq/100 g)	45
1.12 Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)	45
 ANEXO III: ANÁLISIS DE AGUA	
1. ANÁLISIS DE AGUA	46
1.1 Análisis del agua de riego	46
1.2 Calidad del agua de riego	46
1.2.1 Criterio de salinidad	47
1.2.2 Criterio de sodicidad	48
1.2.3 Criterio de toxicidad	49
1.3 Otras clasificaciones del agua de riego	50
1.3.1 Dureza	50
1.3.2 Normas Riverside	50
1.3.3 Normas Greene	51
1.3.4 Normas Wilcox	52
 ANEXO IV: NECESIDADES Y TÉCNICAS DE CULTIVO	
1. PODA	54
1.1 Poda de mantenimiento	54
1.2 Determinación de la carga	54
2. FERTILIZACIÓN	55
2.1 Necesidades nutricionales de la vid	55
2.2 Fertilización de la viña de vinificación	55
3. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	57

3.1 Plagas	57
3.2 Enfermedades	60
3.3 Calendario de tratamientos	62
ANEXO V: ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	
1. SISTEMAS DE RIEGO	63
1.1 Riego por gravedad	63
1.2 Riego por aspersión	63
1.3 Riego localizado	64
2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	65
ANEXO VI: SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO POR GOTEO CON FERTIRRIGACIÓN	
1. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	66
1.1 Grupo de bombeo	66
1.2 Cabezal de riego	66
1.2.1 Sistema de filtrado	66
1.2.2 Equipo de fertirrigación	67
1.2.3 Programador de riego	67
1.2.4 Elementos de protección, medida y control	68
1.3 Red de distribución	68
1.3.1 Tuberías	68
1.3.2 Elementos singulares	69
1.4 Mecanismos emisores de agua	69
1.5 Dispositivos de medida y control	70
2. MONTAJE	71
2.1 Espaldera	71

2.2 Sistema de riego	71
3. CHEQUEO	72
4. MANTENIMIENTO	73
ANEXO VII: FERTIRRIGACIÓN	
1. INTRODUCCIÓN	74
2. PRODUCTOS UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN	75
2.1 Requisitos a cumplir.	75
2.2 Fertilizantes sólidos solubles	76
2.3 Fertilizantes líquidos o soluciones	77
2.4 Comportamiento de los nutrientes	79
2.5 Características de los productos	79
3. FERTIRRIGACIÓN DE LA VIÑA DE VINIFICACIÓN	82
4. PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN	84
4.1 Fertilizantes a aplicar	84
4.2 Forma de aplicación de los fertilizantes	84
ANEXO VIII: DISEÑO AGRONÓMICO	
1. INTRODUCCIÓN	86
2. NECESIDADES DE AGUA	86
2.1 Cálculo de E_{To}	86
2.2 Cálculo de E_{Tc}	87
2.3 Efecto de la localización (KI)	87
2.4 Correcciones por condiciones locales	88
2.5 Necesidades netas (Nn)	88
2.6 Necesidades totales (Nt)	89

3. NÚMERO DE EMISORES POR CEPA. TIEMPO, INTERVALO Y DOSIS DE RIEGO	92
3.1 Elección del emisor	92
3.2 Número de emisores por cepa	92
3.3 Tiempo, intervalo y dosis de riego	95
4. CUADRO RESUMEN DEL DISEÑO AGRONÓMICO	96
ANEXO IX: DISEÑO HIDRÁULICO	
1. INTRODUCCIÓN	97
1.1 Datos previos	97
2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO	98
2.1 Número de subunidades de riego	98
2.2 Subunidades de riego S-2 a S-9	100
2.3 Subunidad de riego S-1	109
2.4 Sectores de riego	117
3. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED PRINCIPAL DE RIEGO	118
3.1 Tubería secundaria	119
3.2 Tubería primaria	121
4. ARQUETAS DE RIEGO	122
5. DISEÑO Y CÁLCULO DEL CABEZAL DE RIEGO	123
5.1 Sistema de filtrado	124
5.2 Equipo de fertirrigación	125
6. DISEÑO Y CÁLCULO DEL GRUPO DE BOMBEO	126
ANEXO X: CÁLCULO DE NECESIDADES Y COSTES DE CULTIVO	
1. NECESIDADES Y COSTES DE CULTIVO ACTUALES	129
1.1 Maquinaria y equipos empleados	129

1.2 Proceso productivo	131
1.2.1 Materias primas	131
1.2.2 Maquinaria y equipos	132
1.2.3 Mano de obra	132
1.3 Cuadro resumen de necesidades	133
1.4 Costes de cultivo	134
1.4.1 Materias primas	134
1.4.2 Mano de obra	134
2. NECESIDADES Y COSTES DE CULTIVO INSTALADO EL SISTEMA DE RIEGO	135
2.1 Materias primas	135
2.2 Energía eléctrica	136
2.3 Maquinaria y equipos	136
2.4 Mano de obra	136
2.5 Cuadro resumen de necesidades	137
2.6 Costes de cultivo	138
2.6.1 Materias primas	138
2.6.2 Energía eléctrica	138
2.6.3 Mano de obra	139
ANEXO XI: ESTUDIO ECONÓMICO	
1. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	140
2. COSTES DEL PROYECTO	140
2.1 Costes de inversión	140
2.2 Costes de reposición	141
2.3 Costes de explotación	141
2.4 Costes debidos a beneficios por la situación actual	141

3. INGRESOS DEL PROYECTO	142
3.1 Cobros ordinarios	142
3.2 Cobros extraordinarios	142
4. CORRIENTE DE PAGOS Y COBROS	143
5. EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN	144
5.1 Criterio del Valor Actual Neto	144
5.2 Criterio de la Tasa Interna de Retorno	145
6. CONCLUSIONES	146

PLANOS

RELACIÓN DE PLANOS	147
--------------------	-----

PLANO N° 1: DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS

PLANO N° 2: DISTRIBUCIÓN DE SUBUNIDADES Y
RED PRINCIPAL DE RIEGO

PLANO N° 3: DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS TERCIARIAS Y
RAMALES PORTAGOTEROS

PLANO N° 4: CABEZAL DE RIEGO. CASETA DE RIEGO

PLANO N° 5: DETALLE DE CONEXIONES EN ARQUETAS

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA	148
---	-----

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	158
---	-----

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	163
---	-----

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	168
---------------------------------------	-----

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

MEDICIONES	171
CUADROS DE PRECIOS	180
PRESUPUESTOS PARCIALES	189
PRESUPUESTO GENERAL	198
RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS	200
BIBLIOGRAFÍA	201

MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Motivación del proyecto

La elección de este Proyecto Fin de Carrera se debe a mi interés por las instalaciones de riego por goteo como alternativa a otros sistemas de riego menos eficientes o, como en nuestro caso, a la ausencia de riego en la mayoría de los viñedos de la zona. El riego por goteo en viñas garantiza la máxima eficacia de riego, permitiendo incrementar la producción con un consumo de agua mínimo, de gran importancia dada la climatología de la zona.

1.1.2 Estudios previos

- Estudio climático.
- Análisis del suelo.
- Análisis del agua de riego.

1.2 OBJETIVOS

El Proyecto tiene como objetivo el diseño y la ejecución de las obras necesarias para la instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en nueve parcelas de viñedo de una finca situada en el término municipal de Arcos de la Frontera. Se pretende aumentar la rentabilidad de las parcelas, actualmente en secano, incrementando su producción en un 26-30 % a la vez que se mantiene la calidad de la uva, con un consumo mínimo de agua.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FINCA

2.1 LOCALIZACIÓN

La finca está situada en el término municipal de Arcos de la Frontera, municipio perteneciente a la provincia de Cádiz que ocupa la cumbre y la ladera de una peña situada en la margen derecha del río Guadalete. Su posición geográfica es de 36° 45' Latitud Norte y 5° 48' Longitud Oeste. Su extensión superficial es de 528 km² y su altitud de 185 metros sobre el nivel del mar. Está situado en la Sierra de Cádiz, a 67 kilómetros de la capital de provincia, y limita con los siguientes términos municipales: al norte con Espera y Bornos, al noreste con Villamartín, al este con Prado del Rey y El Bosque, al sureste con Benaocaz y Ubrique, al sur con Algar y San José del Valle y al oeste con Jerez de la Frontera.

La finca se encuentra en las inmediaciones de Arcos de la Frontera y tiene un fácil acceso a través de la carretera comarcal CA-5034 que une Arcos con San José del Valle.

2.2 SUPERFICIE

La finca tiene una superficie aproximada de 33 ha, con una superficie cultivada de 25,5 ha dedicadas exclusivamente al cultivo de la vid. Las parcelas en las que se va a instalar el riego localizado por goteo tienen una superficie cultivada de 8,30 ha aproximadamente, distribuida de la siguiente forma: ocho parcelas de 0,88 ha y la restante de 1,25 ha.

Las parcelas y su distribución se muestran en el Plano nº 1.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO

2.3.1 Generalidades

Andalucía cuenta con una superficie de viñedo de unas 36.800 ha, que supone un 3% de la superficie nacional. El 75% de esta superficie se encuentra bajo Denominación de Origen (seis en total), agrupadas en cuatro regiones productivas (Marco de Jerez, Marco Condado de Huelva, Málaga y Montilla-Moriles) y doce menciones de Vinos de la Tierra.

Se estima que la extensión de viñedo en la provincia de Cádiz es de 10.890 ha. Casi la totalidad corresponde al Marco de Jerez, mientras que en Arcos de la Frontera la superficie de viñedo no alcanza el 1% del total de la provincia.

(Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2007)

2.3.2 Variedades cultivadas

En las parcelas se cultiva en secano la variedad autóctona Jerez-Palomino o Palomino fino, cuya producción se destina en su totalidad a vinificación. La uva Palomino es una variedad blanca, básica en el vino de Jerez. Su elevada productividad ha sido la causa de la extensión de su cultivo por diversas comarcas de la geografía española, siendo abundante en Valladolid, Zamora, Orense, Gran Canaria o Lanzarote, y se considera variedad principal en las Denominaciones de Origen Jerez y Condado de Huelva.

En la finca se cultivan principalmente, además de la variedad Palomino, las variedades blancas Riesling y Moscatel de Alejandría y la variedad tinta Tempranillo. Asimismo, en una pequeña superficie se cultivan variedades no autóctonas de la zona: las blancas Chardonnay, Macabeo, Viognier, Colombard, Sauvignon Blanc, Ugni Blanc y Vermentino, y las tintas Cabernet Sauvignon, Prieto Picudo, Garnacha Tinta, Monastrell y Syrah.

3. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

3.1 CONDICIONANTES INTERNOS

3.1.1 Clima

Todos los datos referentes al estudio climático, que abarca un período de siete años (2.001-2.007), nos han sido facilitados por la Estación Meteorológica de Villamartín, distante unos 23 kilómetros de la finca, al no existir una en Arcos de la Frontera. El período histórico es relativamente corto debido a que dicha Estación entró en funcionamiento a finales del año 2.000. Estos datos, dada la cercanía existente entre la finca y la Estación Meteorológica y la situación de ambas en la Sierra de Cádiz, son fácilmente extrapolables.

Los datos climáticos se recogen en el Anexo I.

A continuación, se destacan únicamente aquellas condiciones que más pueden afectar al viñedo:

a) Temperaturas

La temperatura media anual es de 17,3 °C.

La temperatura media mensual más alta es la del mes de agosto con 26 °C, mientras que la media mensual más baja es la del mes de enero con 9,7 °C. La temperatura mínima media mensual es la del mes de enero con 3,7 °C, mientras que la temperatura máxima media mensual es la del mes de julio con 35 °C.

El estudio nos indica que los inviernos no son rigurosos, con temperaturas medias de 10 °C y una temperatura mínima extrema de -6 °C. Los veranos son muy calurosos, con temperaturas medias de 25 °C y una temperatura máxima extrema de 45,8 °C.

b) Heladas

Las heladas se producen en un número muy reducido de días de la estación invernal y también en otoño (heladas tempranas), como se aprecia en la tabla de heladas. Estas heladas apenas afectan a la vid.

Las heladas tardías o primaverales son las más perjudiciales para la vid, puesto que al producirse fuera del periodo de reposo vegetativo pueden afectar a sus funciones vitales, como la germinación, floración o la maduración de la uva, lo que afectaría a la producción. Los datos reflejan que tanto la primavera como el verano están libres de heladas, por lo que la producción no se ve afectada.

c) Precipitaciones

El valor medio de las precipitaciones es de 538,6 mm, que suelen localizarse entre el otoño y el invierno, siendo prácticamente inexistentes en los meses de verano.

En el periodo considerado, sólo se han registrado dos precipitaciones superiores a 50 litros/m² en 24 horas, siendo la máxima de 66,4 litros/m² en el mes de septiembre de 2.006. Las tormentas no son habituales. Los datos de la tabla y el hecho de que el terreno no sea excesivamente ondulado nos permiten considerar que la torrencialidad de la zona es escasa, por lo que no existe peligro de erosión por lluvias torrenciales.

d) Radiación solar

El viñedo debe alcanzar un desarrollo vegetativo adecuado y, al mismo tiempo, el exceso de la carga productiva debe permitir la consecución de un producto de calidad. Esto se logra manteniendo un equilibrio entre producción y vigor del viñedo y la calidad de la uva. El vigor del viñedo está relacionado con la radiación solar que, como indica la tabla, alcanza valores considerables en los meses de primavera y verano, siendo máximos entre mayo y agosto. Esto resulta ideal para el cultivo de la vid.

e) Viento

Como se observa en el cuadro, las calmas, considerándolas como vientos cuya velocidad es inferior a 1,8 km/h, son muy poco frecuentes tanto en invierno como en verano.

En invierno predominan los vientos de componente Norte, siendo también frecuentes los de componente noroeste y suroeste. En verano los dominantes son de componente suroeste y oeste (vientos de Poniente), que ayudan a mitigar las temperaturas máximas. Arcos de la Frontera no está lejos del litoral Atlántico, por lo que el aire que circula es relativamente fresco.

f) Evapotranspiración

En esta zona la evapotranspiración suele ser mayor que la precipitación, únicamente es inferior entre noviembre y marzo, y es muy superior en los meses de verano, pudiéndose alcanzar el punto de marchitez en el suelo, lo que sí podría afectar al cultivo de la vid.

Clasificaciones climáticas

- Según el índice de Lang, tenemos un *clima árido*.

- Según el índice de Martonne, nos encontramos con un *clima de estepas y países secos mediterráneos*.
- El índice de Dantín y Revenga nos indica que se trata de un *clima semiárido*.
- Según la clasificación climática de la UNESCO-FAO, se trata de un *clima cálido o templado medio* con un solo período seco (mayo-septiembre), por lo que sería además un *clima monoxérico*.

Estas clasificaciones muestran que las condiciones climáticas de la zona son favorables para el cultivo de la vid, tal y como ocurre en la realidad.

Índices climáticos propios de la vid

Los índices climáticos nos permiten caracterizar las aptitudes vitícolas de la zona. Se obtienen estableciendo relaciones entre los diversos parámetros climáticos (temperaturas, precipitaciones, radiación solar, etc.).

La falta de datos hace que sólo hayamos calculado el índice hidrotérmico de Branas, cuyo valor indica que existen posibilidades de ataque del mildiu. Esta enfermedad está perfectamente controlada, ya que en la actualidad se aplican los tratamientos fitosanitarios adecuados.

En cualquier caso, la zona donde se ubica la finca es óptima para el cultivo de la vid, ya que en ella se cultivan diversas variedades con un buen rendimiento, entre las que destacaríamos la uva Palomino.

3.1.2 Suelo

En el Anexo II se muestran los resultados del análisis de una muestra homogeneizada de suelo, obtenida removiendo la tierra hasta una profundidad de 60 cm.

a) Profundidad

El espesor de tierra útil para el cultivo de la vid en las parcelas es muy amplio, lo que permite a las raíces de las cepas alcanzar sin dificultad las capas inferiores. Esta tierra se compacta formando grumos que permiten que el agua de lluvia se quede en el subsuelo, a varios metros de profundidad, durante todo el año.

La instalación de riego por goteo con fertirrigación hará que las plantas busquen el agua y los nutrientes necesarios en capas poco profundas de la tierra.

b) Textura

Según la escala USDA, el suelo tiene una textura franco arcillosa. Las texturas francas, en las que las fracciones limo-arcilla-arena están equilibradas, son moderadamente finas y muy aptas para el cultivo de la vid de calidad, ya que presentan unas características idóneas para dicho cultivo: permeabilidad al aire y al agua, facilidad de penetración de las raíces de la planta, buena compacidad, buena capacidad de almacenar nutrientes y agua y facilidad de evacuación del exceso de agua.

c) Fertilidad

Las principales necesidades de fertilización están asociadas al contenido de materia orgánica y a los niveles de fósforo y potasio.

El contenido en materia orgánica del suelo es de 2,6 %. Se trata de un nivel alto, muy próximo al límite superior del nivel normal, que proporciona una cosecha abundante sin que baje la calidad. Por tanto, interesará mantener un contenido alto en materia orgánica.

La relación C/N es de 7,9 que indica una buena humificación y mineralización de la materia orgánica, dando lugar a la formación de complejos húmicos que mejoran las propiedades físicas del suelo.

El suelo tiene un nivel de fósforo asimilable de 41 ppm. Se trata de un nivel muy alto que afecta positivamente a la calidad de la cosecha. Al instalar riego por goteo con fertirrigación, no será necesario realizar un abonado de fondo.

El análisis indica un contenido ligeramente alto en potasio de cambio: 1,0 meq/100 g. Con este contenido, el viñedo cubre perfectamente sus necesidades de potasio, no precisando un abonado de fondo. Además, un nivel alto de potasio favorece la calidad de la cosecha.

d) pH

El análisis nos muestra un valor de pH de 7,5. Según este valor, el suelo es medianamente básico, pero próximo a la neutralidad. Este valor de pH resulta apropiado para el cultivo y desarrollo de la vid.

e) Caliza activa

El contenido de caliza activa es del 17,3 %. Se trata de un nivel alto que, teniendo en cuenta el aumento del contenido de la caliza activa al aumentar la profundidad, puede suponer algún tipo de desequilibrio en las relaciones K/Ca, K/(Ca+Mg) y Ca/Mg. Esto se traduce en fuertes antagonismos entre estos elementos, dando lugar a carencias por exceso de calcio (elemento antagonista), ya que el suelo presenta un contenido en calcio muy alto (32,32 meq/100 g).

f) Salinidad

El suelo tiene una conductividad eléctrica de 0,5 mmhos/cm, por lo que sólo afectaría a cultivos muy sensibles. Por otro lado, al tener una conductividad eléctrica inferior a 2 mmhos/cm y un porcentaje de sodio intercambiable muy bajo, la salinidad del suelo no afecta al cultivo de la vid.

g) Carbonatos

El suelo tiene un contenido en carbonatos del 71,4 %. Es un nivel muy alto, por lo que se trata de un suelo calizo.

h) Sodio y magnesio

El suelo tiene un nivel muy bajo de sodio (0,2 meq/100 g) y un nivel bajo de magnesio (1,16 meq/100 g).

i) Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico es de 31 meq/100 g, por lo que el suelo tiene una alta capacidad de intercambio catiónico.

3.1.3 Agua de riego

El agua de riego procede del embalse de Bornos y se toma de un canal que atraviesa la finca. En el Anexo III se muestran los resultados del análisis de una muestra de agua del canal.

a) Calidad del agua de riego

Los criterios fundamentales para conocer la calidad del agua de riego son los de salinidad, sodicidad y toxicidad.

– El criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua origine altas concentraciones de sales en el suelo, con la correspondiente disminución de rendimiento de los cultivos.

La conductividad eléctrica del agua de riego es de 0,73 mmhos/cm. Este valor implica que el cultivo de la vid no experimenta disminución de rendimiento por causa de la salinidad, ya que corresponde a una calidad de agua excelente, con un bajo riesgo de salinidad.

El principal inconveniente de la clasificación basada únicamente en la CE es que no tiene en cuenta la posibilidad de que algunas sales poco solubles precipiten al concentrarse en el suelo, como consecuencia de la evolución de la concentración salina del agua al entrar en contacto con el suelo. Esta evolución depende tanto de las características del agua como de la interacción entre el agua y el suelo.

La concentración y precipitación de sales produce un aumento de la proporción de sodio en la solución del suelo. A medida que aumente el contenido de sales, la planta tendrá menos agua disponible para cubrir sus necesidades.

– El criterio de sodicidad sí tiene en cuenta la posibilidad de que el agua de riego evolucione en el suelo. Este criterio analiza el riesgo de que se alcance en el suelo un elevado porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y para su evaluación utiliza los índices Riverside y de Eaton.

El agua tiene una relación de absorción de sodio (RAS) de 2,45, por lo que tiene un escaso poder de sodificación o un riesgo bajo de alcalinizar el suelo. El carbonato sódico residual (CSR) alcanza un valor de $-3,49$ meq/L, por lo que se trata de un agua recomendable. Dicho valor es menor que cero, por lo que se puede afirmar que el agua no posee carbonato de sodio residual.

– El criterio de toxicidad evalúa la posibilidad de que determinados iones, fundamentalmente sodio, cloro y boro, al ser absorbidos por las raíces, se acumulen en las hojas, alcanzando concentraciones nocivas que reducen el rendimiento de la cosecha. Los resultados indican que el riesgo de toxicidad es inexistente para el boro y el cloro y pequeño para el sodio.

b) Otras clasificaciones

➤ La dureza del agua de riego es de 26,59 grados hidrotimétricos franceses y se clasifica como *semidura*.

➤ Según las normas Riverside, el agua se clasifica como C_2S_1 . Es un *agua de salinidad media y con un bajo contenido en sodio*, apta para el riego.

➤ De acuerdo con las normas Greene, se puede considerar que el *agua es de buena calidad*.

➤ La clasificación según las normas Wilcox muestra que tenemos un *agua de buena calidad*.

3.1.4 Relieve

El relieve de la finca es ligeramente ondulado.

En las parcelas en las que se va a instalar riego por goteo, el desnivel entre las más bajas y las más altas no supera el 2 %.

3.1.5 Infraestructura

Acceso

El acceso a la finca desde la localidad de Arcos de la Frontera se realiza por la carretera comarcal CA-5034 que une dicha población con San José del Valle. En el interior de la finca, la carretera y los caminos se encuentran en buen estado.

Construcciones

En la finca existe un caserío y una nave que se utiliza para guardar la maquinaria y equipos y para el almacenamiento de materias primas relacionados con el proceso productivo.

Electrificación

La finca dispone de red eléctrica, lo que permitirá cubrir las necesidades de energía eléctrica requeridas para el funcionamiento de la instalación de riego.

3.2 CONDICIONANTES EXTERNOS

3.2.1 Comercialización

Toda la producción de uva se destina a vinificación. La elaboración del vino se realiza en la bodega del propietario de la finca.

3.2.2 Mercado de materias primas

La finca se encuentra a pocos kilómetros de Arcos de la Frontera y a unos 27 km de Jerez de la Frontera, existiendo en ambas localidades establecimientos especializados donde se puede adquirir todas las materias primas necesarias para el proceso productivo (fertilizantes, fitosanitarios, etc.) y que, además, ofrecen asistencia técnica.

3.2.3 Condicionantes económicos

No existe ningún condicionante económico, ya que el propietario de la finca es el promotor del proyecto y asume los gastos derivados de la ejecución del mismo.

3.2.4 Condicionantes jurídicos

El régimen de la finca donde se sitúan las parcelas es en propiedad, no existiendo ninguna carga hipotecaria ni arrendamiento sobre la finca.

El agua que se va a utilizar para el riego procede del embalse de Bornos, que pertenece a la cuenca del Guadalete-Barbate. El acuífero 54 (Arcos-Bornos-Espera) abastece a los núcleos de población ubicados dentro de la Unidad Hidrológica. Este acuífero se encuentra sobreexplotado, lo que ha obligado a adoptar medidas que garanticen el abastecimiento en calidad y cantidad.

La utilización del agua de riego se rige por la siguiente normativa:

- Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la cuenca del Guadalete-Barbate.

- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.

En la zona donde está situada la finca no se permite otorgar nuevas concesiones para la utilización de agua para el riego, salvo que los titulares estén constituidos en Comunidades de Usuarios (Art.172 del RD 1664/1998). Este requisito lo cumple el titular de la finca, por lo que podremos utilizar el agua del canal para el riego. Las fincas colindantes también utilizan agua del canal para el cultivo de maíz, algodón y alfalfa. En nuestro caso, el consumo de agua va a ser mínimo al instalar riego localizado por goteo en las parcelas.

Después de tres años hidrológicos de sequía, la cuenca del Guadalete-Barbate se encuentra por encima del 40% de su capacidad total. A pesar de ello, la Agencia Andaluza del Agua y las Comunidades de Regantes del Guadalete-Barbate han acordado reducir en un 15% el consumo de agua en los regadíos, de modo que el agua distribuida sea estrictamente la necesaria en cada momento de la campaña de riego. Este ahorro permitirá garantizar las demandas de agua de la población durante los tres próximos años, así como asegurar la campaña de riego en 2008, incluso si el año hidrológico fuera seco. Los regantes dispondrán, en total, de 165 hectómetros cúbicos a lo largo de la campaña de riego.

4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 VARIEDAD CULTIVADA

Las parcelas se dedican al cultivo en secano de la variedad Palomino fino desde sus inicios. Esta variedad se considera autóctona de Andalucía, dada la antigüedad de las referencias bibliográficas que la sitúan en esta región. Se le conoce por diversos nombres, como Albar, Horgazuela, Jerez, Jerez fina, Palomino, Listán, Listán común, Temprana blanca, etc. Está perfectamente adaptada a los suelos de la comarca de Jerez, dando lugar a vinos de gran calidad, entre los que podemos destacar los vinos finos, manzanilla, amontillado y oloroso.

Es una variedad blanca, de hoja grande, orbicular, ligeramente truncada, con seno peciolar en V, senos laterales superiores cerrados y vellosidades en el envés. Los sarmientos son semirrastreros. Los racimos son largos y bastante anchos, con gran número de bayas. Éstas tienen un tamaño medio, forma ovalada, color dorado y hollejo fino. Resultan agradables para comer y tienen un sabor fresco con matices de almendras amargas.

4.2 SISTEMA DE CONDUCCIÓN

Se entiende por sistema de plantación o conducción el conjunto de decisiones que determinan la disposición de los órganos aéreos de las cepas en el espacio. Su elección es de gran importancia al influir directamente en la producción y calidad de la cosecha.

Las parcelas tienen un sistema de conducción en espaldera, que mantiene la vegetación recogida sobre un plano vertical por medio de soportes. Este sistema garantiza unas buenas condiciones sanitarias de los racimos y facilita tanto las labores manuales como la aplicación de tratamientos fitosanitarios.

Las espalderas están formadas por postes y alambres. Los postes se encargan de sostener el plano vertical que forman los alambres y están clavados a unos 40 cm de profundidad. Existen dos tipos: cabeceros e intermedios. Los postes cabeceros están situados en los extremos de las líneas de cultivo y existe un poste intermedio cada cuatro cepas. Son de hierro galvanizado, de 2 m de longitud y 1,5 mm de espesor, provistos de perforaciones para sujetar los alambres a distintas alturas. Los cabeceros y algunos intermedios incorporan sensores.

Los postes soportan tres líneas horizontales de alambres. Los alambres son de acero galvanizado, el de formación de 2,5 mm de diámetro y los otros de 2 mm. El primero, situado a 60 cm del suelo, es el alambre de formación o producción, que soporta los racimos. El segundo y el tercero están situados a 1 m y 1,40 m del suelo y se utilizan para sujetar los pámpanos y la vegetación lo más verticalmente posible, para que los racimos queden bien separados, aireados y expuestos al sol.

4.3 MARCO Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Se denomina marco de plantación a la disposición de las cepas en el terreno, que viene dada por la distancia entre filas y la distancia entre cepas de cada fila. Las parcelas tienen un marco de plantación rectangular de 2,4x1,4 m.

La densidad de plantación corresponde al número de cepas por hectárea. La densidad de plantación en las parcelas es de 2.958 cepas/ha. Se trata de una densidad de plantación alta, debido a la reducida distancia entre cepas, lo que favorece tanto la cantidad como la calidad de la cosecha. A mayor densidad de

plantación, mayor posibilidad de producir vinos de mayor calidad, pero también habrá una mayor necesidad de humedad. En nuestro caso, esta necesidad será cubierta con la instalación de riego por goteo.

4.4 ORIENTACIÓN DE FILAS

La orientación de las filas es Noroeste-Sureste, acercándose bastante a Norte-Sur, que es la orientación recomendada para una conducción en espaldera. Asimismo, esta orientación es la más indicada en nuestra zona, ya que permite la iluminación por ambas caras de la espaldera: una cara queda iluminada por la mañana y la otra por la tarde. Además, las cepas quedan protegidas en verano durante las horas de mayor insolación.

4.5 RECURSOS PRODUCTIVOS

Las necesidades y costes de cultivo actuales se detallan en el Anexo X, en el que se indican las materias primas, la maquinaria y equipos y la mano de obra empleados en las labores de cultivo, así como las necesidades de potencia y los tiempos empleados en las mismas.

4.5.1 Maquinaria y equipos

Como se indica en el Anexo X, toda la maquinaria y equipos empleados en las labores y operaciones de cultivo pertenecen al propietario de la finca. En dicho anexo se recogen las jornadas anuales de utilización de la maquinaria y equipos.

- Tractor de 90 CV.
- Tractor de 50 CV con elevador.
- Dos remolques de 5.000 y 8.000 kg de carga útil.
- Cultivador intercepas de 8 rejas con brazos flexibles, dos con intercepas para el laboreo entrelínea.
- Cultivador regabina.
- Rotavator.
- Pulverizador suspendido de 1.000 litros de capacidad y 14 boquillas.
- Espolvoreador suspendido de 400 kg de capacidad y 4 toberas.
- Cuba de 800 litros para tratamientos.
- Abonadora centrífuga dotada de elementos deflectores y rejas.

- Mochila pulverizadora para tratamientos herbicidas de 15 l de capacidad.
- Prepodadora de discos horizontales, despuntadora de cuchillas y tijeras para las operaciones de poda.
- Navajas tipo serpeta y espuestas de 20 kg para la recolección.
- Equipamiento del personal para tratamientos.

4.5.2 Mano de obra

La mano de obra es eventual, con la excepción del capataz de la finca que es un trabajador fijo. En el Anexo X se recogen las jornadas de trabajo anuales.

El capataz se encarga de la organización de la explotación: contratar al personal eventual, establecer los horarios de trabajo y supervisar el trabajo del personal. Además, se ocupa del mantenimiento de la maquinaria y equipos y realiza las labores y operaciones de cultivo que no requieren personal adicional.

Se contrata personal eventual para las operaciones de poda y recolección.

4.5.3 Materias primas

Las materias primas empleadas en el proceso productivo se adquieren en establecimientos especializados de Arcos y Jerez de la Frontera.

Las cantidades anuales de materias primas que se consumen en el proceso productivo se detallan en el Anexo X. En un año se consumen en las parcelas:

- 6.266,5 kg de fertilizantes.
- 580 kg de fitosanitarios.
- 24,9 litros de herbicida.
- 899,1 litros de gasóleo agrícola.

4.6 NECESIDADES Y TÉCNICAS DE CULTIVO

4.6.1 Poda

La poda consiste en suprimir total o parcialmente ciertos órganos de la vid, como pámpanos, sarmientos, yemas y, eventualmente, hojas y racimos. Anualmente se realizan dos operaciones de poda: la poda en seco o de invierno, que se realiza durante el reposo vegetativo de la vid, y la poda en verde, que se realiza sobre la vid en plena vegetación.

Puede distinguirse la poda de formación, cuya finalidad es dar forma al esqueleto de las cepas, y la poda de mantenimiento, que engloba todas las operaciones encaminadas a mantener la forma y carga de la cepa acorde con su vigor y producción, alargando en la medida de lo posible su período productivo. En las parcelas sólo se lleva a cabo la poda de mantenimiento, cuyo conjunto de operaciones se recogen en el Anexo IV.

En las parcelas se está utilizando el sistema de poda en “vara y pulgar”, sistema de poda en cabeza en el que se encuentran dispuestos, centralmente o en brazos muy pequeños, elementos cortos de renovación (pulgares) y elementos largos de producción (varas).

Las cepas están formadas por un tronco de unos 50 cm de altura, en uno de cuyos brazos se deja una vara de 7 u 8 yemas, que se inclina hasta que tome la dirección horizontal del alambre de producción y se sujeta mediante una ligadura holgada al mismo. En el otro brazo se deja un pulgar de renovación con una yema. De la vara nacerán los racimos de la cosecha anual, mientras que del pulgar saldrá un sarmiento. Al año siguiente, el sarmiento que brotó del pulgar será la vara, mientras que la vara del año anterior se podará en corto, a modo de pulgar. Este sistema de poda alterno se realiza entre diciembre y enero.

Este sistema de poda tiene muchas ventajas: una poda anual fácil y rápida, buena aireación e insolación de los racimos y alta eficacia de los tratamientos. Todo ello se traduce en una mejora de la capacidad de maduración de la uva.

Determinación de la carga

Antes de realizar la poda debemos determinar la carga, que viene dada por el número de yemas que se dejan en la cepa después de la poda. Como aparece recogido en el Anexo IV, se considera una carga óptima de 7 yemas por cepa, lo cual supone una producción anual de 12.423,6 kg/ha. Para la variedad cultivada, la producción anual estimada en seco oscila entre 12.000 kg/ha (años más desfavorables) y 13.500 kg/ha (años más favorables). En adelante, tomaremos como producción anual 12.000 kg/ha para situarnos en el caso más desfavorable.

4.6.2 Fertilización

El objetivo de la fertilización es aumentar la producción y mejorar la calidad de la uva mediante el aporte de la dosis adecuada de elementos minerales que complementen el aporte del suelo. De este modo, se alimenta la cosecha actual, se forman las yemas fructíferas en las que se basará la cosecha del año siguiente y se crean reservas en las raíces, tronco, brazos, pulgares y varas, para las siguientes fructificaciones.

El viñedo es un cultivo que reacciona con gran lentitud al abonado, por lo que no se debe esperar una respuesta anual a la fertilización. Ésta debe realizarse

de una manera regular a través de los años para asegurar una producción media más elevada y uniforme.

Para llevar a cabo una buena fertilización es necesario conocer las características del suelo y las producciones esperadas. Está también condicionada por el tipo de riego, como veremos al tratar la fertirrigación.

A lo largo de su ciclo vegetativo, la planta extrae del suelo una cantidad importante de macronutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, y una serie de micronutrientes, como calcio, cinc, cobre, azufre, magnesio, manganeso, etc. En el Anexo IV se recoge la distribución de los macronutrientes absorbidos en los distintos órganos de la planta.

El margen de equilibrio de fertilización básica $N - P_2O_5 - K_2O$ en la vid para vinificación se encuentra entre 1-0,5-3 y 1-1-2. Para obtener el margen de equilibrio, hay que considerar la composición del suelo. El análisis de suelo muestra unos niveles muy altos de fósforo y ligeramente altos de potasio, por lo que de estos elementos sólo habrá que añadir las cantidades necesarias para restituir lo extraído por el viñedo para su desarrollo anual. En base a lo anterior, la relación de equilibrio que más se adapta a nuestro cultivo es 1-0,5-2. Para una producción de 12.000 kg/ha, las unidades de fertilización necesarias para el abonado son:

Nitrógeno	108 UF/ha
Fosfórico	54 UF/ha
Potasa	210 UF/ha

En la actualidad se realizan las siguientes operaciones de abonado:

– Cada 4 años se aplica en la finca una enmienda orgánica de 43.000 kg/ha de estiércol entre las líneas de cultivo.

– Anualmente, se están aplicando las siguientes cantidades de fertilizantes: 168 kg/ha de nitrato amónico (33,5 % N), 462 kg/ha de nitrato potásico (13 % N y 46 % K_2O) y 125 kg/ha de superfosfato triple (45,5 % P_2O_5). Se trata de abonos sólidos granulados que se aplican mediante abonadora centrífuga, dotada de elementos deflectores y rejillas para localizar el abono en profundidad en el centro de la calle o junto a las dos líneas de cultivo. El superfosfato se añade en octubre-noviembre, mientras que los nitratos se añaden en febrero-marzo por ser más solubles.

De acuerdo con los cálculos teóricos realizados en el Anexo IV, se está aportando anualmente una cantidad de enmienda mineral que no se ajusta a las necesidades de fertilización.

4.6.3 Tratamientos fitosanitarios

Las principales plagas y enfermedades que pueden afectar al cultivo de la vid y el tratamiento de las mismas aparecen detalladas en el Anexo IV.

Plagas

Las plagas más comunes en nuestra zona son la Polilla del racimo, la Araña Roja, el Mosquito Verde y la Altica.

✓ La Polilla del racimo es una plaga específica de la vid causada por un insecto lepidóptero, cuyas larvas se alimentan de las bayas y producen corrimientos de los racimos. Además, las perforaciones en las bayas favorecen la penetración de hongos que producen podredumbre del racimo. La época de aparición de la polilla suele ser desde finales de abril hasta principios de septiembre. Para uva de vinificación normalmente basta con tres tratamientos.

✓ La Araña Roja es una plaga de la vid causada por un ácaro, que afecta tanto a las hojas como a los frutos. Las hojas atacadas envejecen con rapidez y caen, produciéndose una defoliación importante del cultivo en el caso de ataques muy fuertes. Tal y como aparece en el Anexo IV, el mismo tratamiento utilizado contra el oidio suele ser suficiente para controlar esta plaga.

✓ El Mosquito Verde es una plaga de la vid cuya importancia ha ido en aumento en los últimos años. Los daños directos de este insecto se limitan a las hojas, en las que aparecen decoloraciones y desecaciones marginales más o menos pronunciadas. También se producen daños indirectos, ya que las heridas ocasionadas facilitan la entrada de otros patógenos, como hongos, bacterias, etc. El mismo tratamiento utilizado contra la polilla sirve para controlar esta plaga.

✓ La Altica es una plaga de la vid que se conoce también por otros nombres: escarabajuelo, coco, azulita, pulguilla, coquillo, etc. Está causada por un pequeño coleóptero que ataca a los brotes y hojas jóvenes y, si el ataque es importante, puede afectar incluso a los racimos recién formados. El mismo tratamiento utilizado contra la polilla sirve para controlar esta plaga.

Enfermedades

Las enfermedades que se dan con más frecuencia en nuestra zona son el Oidio y el Mildiu.

✓ El Oidio es una enfermedad de la vid causada por un hongo que, en determinadas condiciones, puede llegar a destruir toda la cosecha. Se presenta desde primavera hasta otoño y afecta a hojas, brotes, sarmientos y racimos, que quedan cubiertos de un polvo gris, con aspecto de ceniza y olor a moho. En el caso de los racimos, si éstos se secan o se pudren se producen también daños indirectos, al favorecerse la aparición de la podredumbre gris. En la actualidad,

el único medio de lucha eficaz contra el oidio es el método químico. Tal y como aparece en el Anexo IV, se realizan anualmente tres tratamientos antioidio.

✓ El Mildiu es una enfermedad de la vid provocada por un hongo que ataca a todos los órganos verdes, pero nunca a la madera. Las hojas atacadas se secan parcial o totalmente y acaban cayendo al suelo. Los racimos se deforman y, si el ataque tiene lugar durante el periodo de floración-cuajado, puede provocar la pérdida total del racimo. La vid debe protegerse especialmente en su período crítico, que va desde el inicio de la floración hasta que el grano alcanza el “tamaño guisante”. Tal y como aparece en el Anexo IV, se realizan anualmente un mínimo de cuatro tratamientos antimildiu.

4.6.4 Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo tiene como objetivo principal conseguir las condiciones favorables para el desarrollo y cultivo de la vid, para lo cual debemos mantener una estructura favorable del suelo, mejorando su fertilidad y manteniéndolo libre de malas hierbas.

El laboreo y el empleo de herbicidas son las técnicas que se utilizan en la viña para el mantenimiento del suelo.

El laboreo consiste en el pase de aperos por las calles para airear la tierra y regular su temperatura. Al mismo tiempo, facilita la penetración de las raíces en el terreno y la eliminación de malas hierbas. El pase de los aperos también puede tener efectos desfavorables, como mutilación de raíces o heridas en el tronco y brazos de las cepas, por lo que el laboreo debe llevarse a cabo con cuidado. Se intenta que el número de labores sea el menor posible, realizándose únicamente entre marzo y septiembre.

A principios de marzo se realiza el primer pase del cultivador intercepas, que nos servirá para enterrar la vegetación desarrollada durante otoño-invierno. Si después de este pase no se eliminan todas las malas hierbas o no quedase enterrada toda la vegetación, se realiza un segundo o tercer pase. En primavera se realiza un par de pases del rotavator para “afinar” el suelo. En verano se utiliza el cultivador regabina para remover la tierra, a poca profundidad, con el fin de mantener el nivel de humedad del suelo.

Si aparecen malas hierbas en las líneas de cultivo, que no se hubieran eliminado con los pases de cultivador, se aplican tratamientos localizados de herbicidas. No se utilizan durante el período vegetativo de la vid, ya que la vegetación que aparece en dicho periodo no le hace competencia. Se emplea un producto herbicida, cuya materia activa es Oxifluorfen 24 %, a la dosis de 3 l/ha. La aplicación se realiza en el mes de julio con un mochila pulverizadora, a baja presión, que se dirige verticalmente hacia el suelo, con cuidado de no mojar las partes verdes del cultivo.

4.7 RECOLECCIÓN

4.7.1 Vendimia

Terminado el proceso de maduración de la uva, se procede a la recogida de la misma. Para determinar el momento de la vendimia será necesario conocer los índices de maduración de la uva, la mayoría de los cuales se basan en la observación: racimo con presencia colgada, raspón lignificado, mosto pegajoso al tacto, color del grano propio de la variedad, firmeza de la pulpa y el hollejo, etc.

Como la uva se destina a vinificación, el momento idóneo de iniciar la vendimia se determina mediante análisis de alguna de las características más significativas en el proceso de maduración de la uva, como el grado alcohólico, la acidez o el contenido de azúcares. En la finca se analiza, desde mediados de agosto, el contenido de azúcar de la uva para conocer su grado de maduración. A mayor contenido en azúcar en los granos de uva, mayor contenido alcohólico final en el vino. La vendimia no da comienzo hasta que la uva alcanza una graduación mínima de 10,5 °Baumé.

Para medir el contenido de azúcar en los granos de uva se utiliza un refractómetro, instrumento que determina la riqueza en azúcar midiendo el índice de refracción del mosto. De esta manera, se establecen los °Baumé que posee el mosto. La temperatura de medida estándar es de 20°C y la metodología es la siguiente: se recogen unos 200 granos de uva de todas las partes del viñedo y, dentro de un racimo, de las distintas partes de éste. Los granos se trituran, se les extrae el mosto, se homogeneiza el caldo y se añade al visor del refractómetro, donde se lee el grado alcohólico probable.

En nuestra zona, las condiciones para comenzar la recogida de la uva se dan normalmente a principios de septiembre, aunque a veces se adelanta el inicio de la vendimia a la última semana de agosto, siempre dependiendo de la graduación de la uva.

4.7.2 Modo de recolección

En la finca, la recolección se lleva a cabo de forma manual una vez que las uvas alcanzan el óptimo de madurez. La vendimia se realiza de forma escalonada, comenzando por aquellas parcelas en las que la uva ya ha alcanzado los 10,5 °Baumé.

Cada vendimiador marcha por una calle cortando todos los racimos y depositándolos en una espuerta, que una vez completa se deja en el carril o se vacía en un remolque. Los racimos se cortan con navaja tipo serpetta o con tijeras y se utilizan espuestas de 20 kg.

La finca tiene un camino de servicio de 8 m de ancho alrededor de todo su perímetro y las distintas parcelas están separadas por caminos de 5 m de anchura, lo que permite el paso de maquinaria para la recogida y el transporte de la uva.

El personal que realiza la vendimia es eventual, excepto el capataz, quién se encarga de dar las instrucciones precisas y controlar la calidad del trabajo para que la recolección se lleve a cabo de forma satisfactoria. El equipo está formado por los siguientes trabajadores:

- El capataz, que organiza la operación.
- Los vendimiadores, que cortan los racimos y los depositan en las espuestas.
- Los ayudantes, que recogen las espuestas de las calles y las llevan al remolque que se va a utilizar para transportar la uva.

La uva recogida se transporta cada día en un tractor con remolque a la bodega del propietario de la finca.

4.7.3 Comercialización

La uva se destina en su totalidad a la elaboración de vinos de mesa de buena calidad. El crecimiento en el consumo de estos vinos en los últimos años ha llevado al propietario a querer aumentar la producción de uva, manteniendo la calidad de la misma, para hacer frente a la nueva demanda de la bodega. Ésta es la razón principal por la que desea instalar riego localizado por goteo en varias parcelas.

4.8 PRODUCCIÓN

La producción de uva se transporta a la bodega del propietario de la finca y se destina en su totalidad a vinificación.

Las producciones obtenidas en secano en los últimos años en las parcelas objeto de proyecto, arrojan una producción anual que oscila entre 12.000 y 13.500 kg/ha. Tras la instalación del riego por goteo, se espera obtener un aumento de la producción en las parcelas en torno a un 26-30 %.

5. EL RIEGO

5.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

De acuerdo con los deseos del propietario, se instalará en las parcelas un sistema de riego localizado por goteo, ya que resulta el más adecuado dadas sus

características y ofrece múltiples ventajas frente a otros sistemas de riego, tal y como se recoge en el Anexo V.

La instalación de riego localizado por goteo permitirá aumentar considerablemente la producción con un consumo mínimo de agua, de gran importancia dada la climatología de la zona.

Uno de los efectos de los riegos localizados es que las raíces ocupan un menor volumen de suelo, lo que obliga a aplicar los abonos de forma localizada, ya que si se abonase de forma tradicional, parte de los abonos caerían fuera del volumen de suelo ocupado por las raíces y se desaprovecharían. Además, la alta densidad y actividad radicular del bulbo húmedo agotaría rápidamente las reservas del suelo, por lo que deberían reponerse con frecuencia.

La aplicación localizada y frecuente de los abonos podría realizarse sin añadirlos al agua de riego, pero implicaría un encarecimiento de la operación. Como se indica en el Anexo V, una de las principales ventajas del riego por goteo es la posibilidad de aplicar los fertilizantes de forma localizada mediante fertirrigación, con una eficacia elevada y un coste operacional muy reducido, aunque requiere el empleo de fertilizantes más caros que los convencionales.

Por tanto, en las parcelas se instalará un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación.

5.2 NECESIDAD DE RIEGO A LO LARGO DEL PERÍODO VEGETATIVO

Las necesidades de agua varían a lo largo del período vegetativo de la vid. La brotación depende de las reservas de agua que existan en el suelo. Durante el crecimiento vegetativo, las necesidades de agua se van incrementando hasta la floración (momento más crítico). Una correcta floración requiere que la planta no sufra estrés hídrico, ni por sequía ni por exceso de humedad.

El período de máxima necesidad comprende desde el cuajado hasta el envero, durante el cual no debe faltar agua para obtener una producción máxima y de alta calidad. Después del envero, las necesidades de agua disminuyen considerablemente y aportaciones excesivas de agua pueden llegar a disminuir la calidad de la cosecha.

En la época de agostamiento de la madera, las necesidades suelen estar cubiertas por las lluvias otoñales. Por ello, la planta no necesita un gran aporte de agua y, si éste es excesivo, pueden producirse rebrotes tardíos que perjudican la maduración de la madera.

5.3 FERTIRRIGACIÓN

5.3.1 Generalidades

La fertirrigación es una técnica que consiste en la aplicación de los fertilizantes disueltos en el agua de riego para aprovechar el flujo de agua y transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta la zona del suelo donde se desarrollan preferentemente las raíces. De esta forma, se optimizan el agua y los nutrientes, con un considerable ahorro económico, a la vez que se logra disminuir la contaminación del agua subterránea por exceso de nitratos.

Sus principales ventajas aparecen recogidas en el Anexo VII. Los riegos localizados de alta frecuencia y bajo caudal, como el riego por goteo, sólo humedecen una pequeña parte de la superficie del suelo, por lo que el control del riego y de la fertirrigación es mayor y, en consecuencia, la calidad y eficiencia de la fertilización también lo son.

En el Anexo VII se detallan los requisitos que deben cumplir los productos utilizados en fertirrigación y las principales características de los fertilizantes sólidos solubles y líquidos que podemos encontrar a nivel comercial.

5.3.2 Fertirrigación de la viña de vinificación

La fertirrigación bien gestionada permite alcanzar grandes aumentos en la producción sin una disminución de la calidad, ya que garantiza una respuesta mucho más rápida al abonado que la fertilización tradicional.

Tal y como se indica en el Anexo VII, al no existir una gran experiencia en la fertirrigación de la vid, se calculan las necesidades sobre la base de la fertilización tradicional. Como se indica en el apartado de fertilización, según la composición del suelo y para una producción de 12.000 kg/ha, las unidades de fertilización necesarias para el abonado son:

Nitrógeno	108 UF/ha
Fosfórico	54 UF/ha
Potasa	210 UF/ha

Teniendo en cuenta que la fertirrigación permite disminuir las dosis de N y K₂O en un 20 % y la de P₂O₅ en un 35 % y que, con la instalación del sistema de riego por goteo con fertirrigación, se espera obtener una producción de, como mínimo, 15.360 kg/ha, las necesidades de fertilización serán:

Nitrógeno	111 UF/ha
Fosfórico	45 UF/ha
Potasa	215 UF/ha

Para aprovechar todo el potencial de la fertirrigación es muy importante distribuir estas necesidades a lo largo de todo el ciclo de la viña. En el Anexo VII se muestra una distribución racional de las necesidades de nutrientes a lo largo de los meses de riego.

5.3.3 Programa de fertirrigación

Fertilizantes a aplicar

A la hora de elegir los abonos, se han considerado los requisitos que deben cumplir los productos para su uso en fertirrigación (solubilidad, salinidad, acidez, pureza, compatibilidad, etc.), la forma más asimilable de cada fertilizante para la planta y la disponibilidad y coste de los mismos. En base a estas consideraciones y a la recomendación de distribuir los aportes de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo, se aplicarán complejos sólidos NPK, que incorporan microelementos quelatados, en los meses de mayo, junio y julio, y sulfato potásico 50 % K₂O en el mes de agosto. Las razones de esta elección se indican en el Anexo VII.

En base a la distribución de las necesidades de nutrientes a lo largo de los meses de riego, se aplicará un complejo 15-5-15 en mayo y junio y uno 7-5-30 en el julio. En el mes de agosto se aplica sulfato potásico 50 % K₂O.

Forma de aplicación de los fertilizantes

Se realizará una fertirrigación continua, en la que el período de aplicación de los fertilizantes es el mismo que el período de riego.

En base a la distribución de las necesidades de nutrientes y a los fertilizantes que se van a aplicar, se han calculado en el anexo VII las cantidades totales de productos y el volumen total de las correspondientes disoluciones madre que se va a aportar anualmente, así como su distribución a lo largo de los meses de riego.

Se realizará una aplicación a tres fases durante todo el período de riego, modalidad que suele usarse en los riegos por goteo. Dicha aplicación supone que no se mantiene la proporcionalidad entre el agua y el abonado, existiendo dos períodos de riego sin abonado. La frecuencia sería agua – agua más abonado – agua, ya que se recomienda comenzar y finalizar el riego sólo con agua.

En nuestro caso, se dejará de suministrar fertilizantes al inicio y al final de cada turno de riego durante veinte minutos.

5.4 DISEÑO AGRONÓMICO

Los cálculos correspondientes al diseño agronómico aparecen detallados en el Anexo VIII.

5.4.1 Necesidades de agua

En el Anexo VIII se detalla el cálculo de las necesidades de agua. Para el mes de julio, se han calculado las necesidades netas, $N_n = 3,99$ mm/día, a partir de las cuales se han obtenido las necesidades totales, $N_t = 6,24$ mm/día, y las necesidades totales por cepa, $N_t = 20,97$ litros/cepa y día.

Como se ha indicado, se va a regar durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, ya que la vendimia comienza normalmente a principios de septiembre e incluso, en ocasiones, a finales de agosto.

Tal y como se recoge en el cuadro resumen del diseño agronómico (Anexo VIII), las necesidades totales por cepa en cada mes de riego son las siguientes:

- Mayo: 13,04 litros/cepa.día
- Junio: 19,35 litros/cepa.día
- Julio: 20,97 litros/cepa.día
- Agosto: 19,99 litros/cepa.día

Las necesidades máximas por cepa corresponden al mes de julio con 20,97 litros/cepa.día.

5.4.2 Número de emisores. Tiempo, intervalo y dosis de riego

Los emisores son goteros interlínea de largo conducto tipo laberinto con las siguientes características:

- Caudal nominal: $q_a = 4$ l/h
- Presión nominal: $h_a = 10$ m.c.a.
- Exponente de descarga: $x = 0,5$
- Coeficiente de variación de fabricación: $CV = 0,04$ (Clase A)
- Diámetro de paso: $\varnothing = 1$ mm

De acuerdo con los cálculos realizados en el Anexo VIII, se dispondrán 1,4 emisores por cepa. Puesto que la distancia entre cepas es de 1,4 metros, los goteros estarán situados en el punto medio entre dos cepas, a una distancia de 0,7 metros de cada una.

Tal y como se recoge en el cuadro resumen del diseño agronómico, el tiempo de riego para cada mes es el siguiente:

- Mayo: 4,66 horas/día
- Junio: 6,91 horas/día
- Julio: 7,49 horas/día
- Agosto: 7,14 horas/día

Al ser el mes de mayores necesidades totales por cepa, el mayor tiempo de riego corresponderá también al mes de julio con 7,49 horas/día.

La frecuencia o intervalo de riego será de dos días y las dosis de riego en cada mes son las siguientes:

- Mayo: 26,09 l/cepa
- Junio: 38,70 l/cepa
- Julio: 41,94 l/cepa
- Agosto: 39,98 l/cepa

En el cuadro resumen del diseño agronómico aparece recogido también el consumo de agua, en m³/ha, en cada uno de los meses de riego.

5.5 DISEÑO HIDRÁULICO

Los distintos componentes del sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación se recogen en el Anexo VI.

Los cálculos correspondientes al diseño hidráulico aparecen detallados en el Anexo IX.

5.5.1 Descripción general de la red de riego

Tal y como se ha calculado en el Anexo IX, la superficie a regar se divide en cuatro sectores de riego, que son los conjuntos de subunidades de riego que se riegan simultáneamente. El número de subunidades va a estar condicionado por el número y la geometría de las parcelas, lo que nos lleva a considerar nueve subunidades de riego que coinciden con las nueve parcelas.

Las dimensiones y distribución de las subunidades de riego pueden verse con detalle en los Planos n° 1 y n° 2.

El diseño y cálculo de las subunidades de riego y de la red principal de riego aparece detallado en el Anexo IX.

De acuerdo con el número y el caudal de las subunidades de riego, los sectores de riego son los siguientes:

- Sector 1: subunidades S-1 y S-5, con un caudal de 25.168 l/h.
- Sector 2: subunidades S-2, S-3 y S-4, con un caudal de 31.200 l/h.
- Sector 3: subunidades S-6 y S-8, con un caudal de 20.800 l/h.
- Sector 4: subunidades S-7 y S-9, con un caudal de 20.800 l/h.

La red principal de riego (tubería primaria y secundaria), que conecta el cabezal de riego a las tuberías terciarias, y las tuberías terciarias van enterradas, tal y como se indica en el Anexo VI. Todas las tuberías son de PVC de 6 atm, con diámetros que van de 63 a 75 mm. Las características de estas tuberías se encuentran especificadas en el Anexo IX.

Los ramales portagoteros son de PEBD de 2,5 atm y 16 mm de diámetro. Sus características se encuentran especificadas en el Anexo IX. Van conectados a la tubería terciaria mediante una acometida de toma de PEBD de 16 mm de diámetro. Los ramales se colgarán de un alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro, tal y como se indica en el montaje descrito en el Anexo VI.

El trazado de la red principal de riego puede verse con detalle en el Plano nº 2 y la distribución de tuberías terciarias y ramales portagoteros se observa en el Plano nº 3.

En las conexiones entre tuberías secundarias y terciarias va instalada una electroválvula de solenoide seguida de un regulador de presión de tipo muelle, con diámetros que van de 63 a 75 mm, protegidos ambos elementos mediante una arqueta de riego. Sus características se especifican en el Anexo IX.

Los detalles de las conexiones en las arquetas de riego pueden observarse en el Plano nº 5.

5.5.2 Cabezal de riego

El cabezal incorpora el sistema de filtrado, el equipo de fertirrigación, el programador de riego y otros elementos de protección, medida y control.

El diseño y cálculo de los elementos del cabezal de riego se detalla en el Anexo IX y éstos pueden observarse en el Plano nº 4.

El sistema de filtrado está formado por dos filtros de arena de 0,7 m de diámetro cada uno y dos filtros de mallas con una superficie filtrante de 0,042 m² cada uno, cuyas características se especifican en el Anexo IX. Tanto los filtros de arena como los de mallas van conectados en paralelo para permitir la limpieza de cada uno con agua limpia procedente del otro.

El equipo de fertirrigación está constituido por un depósito de polietileno de 1,5 m de diámetro por 1,81 m de altura y una capacidad total 3.200 litros, que incorpora un agitador de hélice de 1.400 rpm, y una bomba inyectora de pistón con un caudal máximo de 50 l/h. Sus características se especifican en el Anexo IX.

El programador de riego presenta unas características que se detallan en el apartado de automatización.

A la salida del grupo de bombeo se instalará un caudalímetro, una válvula de retención y un regulador de presión de tipo muelle, todos ellos de 90 mm de diámetro.

Además, se instalarán manómetros tanto a la salida del grupo de bombeo como antes y después de ambos tipos de filtros.

5.5.3 Grupo de bombeo

El diseño y cálculo del grupo de bombeo se detalla en el Anexo IX.

Se va a instalar un grupo de bombeo de tipo vertical, formado por una electrobomba centrífuga multicelular de 2.850 r.p.m., capaz de suministrar 35,78 m³/h a una altura de 41,47 m.c.a., y un motor eléctrico trifásico de 10 CV.

La tubería de impulsión es de hierro fundido y 90 mm de diámetro y tiene una longitud de 10 m. Su sujeción se realiza mediante soportes colocados en la parte superior e inferior de la misma, que van fijados al terreno. El grupo de bombeo incorpora, además, una válvula de regulación de caudal de 90 mm de diámetro.

5.6 AUTOMATIZACIÓN

5.6.1 Programador de riego

El automatismo de la instalación de riego se realiza con un programador, incorporado en el cabezal de riego, que permite la programación automática del riego y el control de la fertirrigación.

Se va a instalar un programador electrónico de 12 estaciones de riego con capacidad para 4 programas, alimentado a 220 V y con salidas preparadas para accionar solenoides de 24 V. Sus principales características son las siguientes:

- 12 salidas independientes y posibilidad de funcionamiento simultáneo.
- Posibilidad de programación de hasta 4 salidas para uso exclusivo de fertirrigación.

- Una salida adicional para controlar la bomba de riego.
- Una salida adicional para controlar la bomba inyectora de fertilizante.
- Estaciones de riego con capacidad para 4 programas; control de aporte de agua independiente por programa.
- Riegos desde un minuto hasta una semana.
- Todas las salidas incorporan protecciones de primer nivel, muy útiles en caso de avería por tormentas o pequeñas descargas.
- Transformador interno 220 V / 24 V.

El número de estaciones del programador se ha elegido en función del número de electroválvulas que existen en el sistema de riego. Dichas válvulas son las encargadas de controlar el paso y el caudal de agua que va por cada estación o circuito del riego automático. Son “normalmente cerradas” y abren o cierran según la señal eléctrica de 24 voltios enviada desde el programador.

El programador de riego efectúa los controles por tiempo y se encarga de controlar el arranque y parada del grupo de bombeo, la apertura y cierre de las electroválvulas que controlan los cuatro sectores de riego y el funcionamiento del agitador y de la bomba inyectora de fertilizante.

En el programador se fija la hora de inicio y la duración del riego en horas al día (Anexo VIII) y los días de la semana a regar para cada uno de los sectores de riego. Tal y como se indica en el Anexo IX, la frecuencia o intervalo de riego es de 2 días, por lo que habrá 2 turnos de riego cada día. Se regarán los sectores 1 y 2 un día y los sectores 3 y 4 al día siguiente.

Asimismo, se fija la hora de inicio y finalización de la fertirrigación. Tal y como se indica en el Anexo VII, la fertirrigación será continua y se realizará una aplicación a tres fases, con dos períodos de riego sin abonado. La frecuencia será agua - agua más abonado - agua. No se inyectará fertilizante durante los primeros y últimos 20 minutos de cada turno de riego. El agitador comenzará a funcionar al iniciarse el riego y, transcurridos 20 minutos, entrará en funcionamiento la bomba inyectora. Ambos dejarán de funcionar 20 minutos antes de finalizar cada turno de riego.

Si se interrumpiera el suministro de corriente eléctrica, el programador, al reanudarse dicho suministro, continuará con el programa de riego por donde se interrumpió, sin incrementar el tiempo de riego. Por tanto, se realizaría una pausa en el programa, pero nunca se reiniciaría el mismo

5.6.2 Conexiones

Las electroválvulas funcionan mediante un solenoide de 24 V y 2 W de potencia. La conexión con el programador de riego se realiza mediante una línea eléctrica enterrada junto a la red principal de riego, con un cable RV-K 0,6/1 kV (UNE 21.123) de $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ de sección protegido mediante aislamiento de material plástico. Existirá un cable común a todas las electroválvulas y otro específico para cada una de ellas. Las longitudes de cable necesarias se recogen en el Anexo IX.

La conexión de la bomba inyectora y el agitador con el programador se realiza también mediante un cable RV-K 0,6/1 kV de $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ de sección protegido mediante aislamiento de material plástico.

El cuadro de mando del grupo de bombeo está provisto de contacto con relé térmico y arranque en estrella-triángulo, con el fin de reducir las necesidades de intensidad en el arranque. La conexión con el programador se realiza mediante un cable RV-K 0,6/1 kV de $4 \times 4 \text{ mm}^2$ de sección protegido mediante aislamiento de material plástico.

5.7 CASETA DE RIEGO

5.7.1 Características generales

Se va a construir una caseta para proteger el cabezal de riego y elementos del grupo de bombeo.

Tiene las siguientes dimensiones: 5 m de longitud, 5 m de anchura y 2,5 m de altura. Sus principales características son las siguientes:

- Cimentación de hormigón armado HA-25/P/40/IIa N/mm^2 con armadura de acero corrugado B-400 S (40 kg/m^3), de 40 cm de profundidad. La solera es de hormigón armado HA-25/P/20/IIa N/mm^2 y 10 cm de espesor.
- Estructura de fábrica de bloques de hormigón de medidas $40 \times 20 \times 20 \text{ cm}$, con relleno de hormigón HM-20 N/mm^2 y armadura en zona, y recibido con mortero de cemento y arena de río M-5.
- Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor con perfil laminado tipo 40/250, fijada a la estructura con ganchos.
- Puerta de chapa lisa de acero de 2 m de altura por 2 m de anchura y de 1 mm de espesor y ventana corredera de aluminio lacado de 0,6 m de altura por 0,6 m de anchura, con cerco y hojas perfil europeo, triple cámara y espesor de pared superior a 1,5 mm.

5.7.2 Instalación eléctrica

Las necesidades de potencia para el funcionamiento del sistema de riego son las siguientes:

- Motor eléctrico trifásico para riego: 7,5 kw.
- Motor eléctrico monofásico para agitación de solución madre: 0,13 kw.
- Motor eléctrico monofásico para inyección de solución madre: 0,25 kw.
- Programador de riego y electroválvulas: 0,45 kw.

Se considera un factor de simultaneidad igual a uno, por lo que las necesidades totales son de 8,33 kw.

La instalación eléctrica es de baja tensión y se regula por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado mediante Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. La corriente eléctrica será suministrada desde la nave de la finca, con una tensión de entrada de 380 V. La conexión con la caseta se realiza mediante un cable RV-K 0,6/1 kV (UNE 21.123) de 4x16 mm², enterrado a 60 cm. La longitud necesaria de cable es de 52 m. De acuerdo con la normativa vigente, se va a instalar a la entrada un interruptor general de corte de 4x25 A para proteger la instalación de sobretensiones.

El cuadro eléctrico incorpora un transformador eléctrico de 380 V / 220 V para la conexión con el programador e incluye, como elementos de protección, interruptores diferenciales y magnetotérmicos. Los interruptores diferenciales se usan para detectar defectos de aislamiento y los magnetotérmicos protegen contra cortocircuitos y sobrecargas. Existe un interruptor diferencial de 4x25/30 mA para el motor eléctrico trifásico, dos de 2x25/30 mA para los monofásicos y otro de 2x25/30 mA para alumbrado y enchufes. También existe un magnetotérmico de 3x16 A para el motor eléctrico trifásico, tres de 2x16 A para los monofásicos y los enchufes y uno de 2x10 A para alumbrado.

6. RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

El Presupuesto Total del Proyecto, elaborado a partir de las Mediciones y Cuadros de Precios, asciende a la cantidad de SESENTA Y SEIS MIL SESENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS # 66.063,31#, incluido el IVA.

Los totales de los distintos componentes de la inversión son los siguientes:

Designación de componentes	Importe (€)
Ejecución por contrata de la renovación de la espaldera	11.749,54
Ejecución por contrata de la instalación del sistema de riego	36.158,89
Ejecución por contrata de la construcción de la caseta de riego	6.852,27
Honorarios del proyectista (4 % sobre el importe total)	2.190,43
TOTAL: 56.951,13	
IVA 16 % (General)	9.112,18
IMPORTE TOTAL: 66.063,31	

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En el Anexo XI se recoge el estudio económico detallado de la inversión.

7.1 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se ha estimado que la vida útil del proyecto es de 30 años desde que se implanta el sistema de riego por goteo con fertirrigación en las parcelas.

7.2 COSTES E INGRESOS DEL PROYECTO

Para realizar la evaluación económica de este proyecto se han considerado cuatro tipos de costes:

- Costes de inversión.
- Costes de reposición de aquellos elementos cuya vida útil es inferior a la del proyecto.
- Costes de explotación.

- Costes debidos a beneficios actuales o costes de oportunidad.

Los ingresos considerados en la evaluación económica del proyecto son de dos tipos:

- Cobros ordinarios por la venta de la producción de uva obtenida.
- Cobros extraordinarios por la venta de los elementos que se han repuesto.

7.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN

Se ha analizado la inversión para el supuesto de financiación propia. La financiación correrá a cargo del propietario de la finca, que es el promotor del proyecto.

Se han aplicado los criterios de selección de inversiones más utilizados para la evaluación financiera de la inversión. Son criterios dinámicos que tienen en cuenta tanto la cuantía como la cronología de los flujos de caja resultantes.

7.3.1 Criterio del Valor Actual Neto (VAN)

El valor capital o Valor Actual Neto (VAN) de una inversión se puede definir como el valor actualizado de todos los rendimientos esperados, llamando así a la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y el valor actualizado de los pagos que se esperan. En otras palabras, sería la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión y lo que la inversión devuelve al inversor.

Este criterio permite cuantificar la ganancia o rentabilidad neta generada por el proyecto. De acuerdo con este criterio:

- $VAN > 0 \rightarrow$ inversión rentable.
- $VAN < 0 \rightarrow$ inversión no rentable.

Si el VAN es positivo, el proyecto resulta viable desde el punto de vista financiero, para el tipo de interés elegido, y debe ser aceptado. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto no es viable y debe ser rechazado.

Se ha calculado el VAN para distintas tasas de actualización o tipos de interés. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tasa de actualización	VAN
5 %	121.892,46 €
6 %	102.741,59 €
7 %	86.707,38 €
8 %	73.177,90 €
9 %	61.677,78 €

7.3.2 Criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o de Rendimiento (TIR) de una inversión se puede definir como el tipo de interés que nos devuelve la inversión. Es el tipo de interés que hace que el VAN sea igual a cero. A diferencia del VAN, que ofrece el resultado en términos absolutos, la TIR nos ofrece la rentabilidad del proyecto en términos relativos.

Según este criterio, la inversión será rentable siempre que la TIR tenga un valor superior al del tipo de interés.

En nuestro caso, la Tasa Interna de Retorno alcanza un valor del 20,27 %.

7.4 CONSIDERACIONES FINALES

Para una vida útil estimada del proyecto de 30 años y bajo el supuesto de financiación propia, los valores que se han obtenido para los indicadores de rentabilidad analizados en la evaluación financiera de la inversión (VAN y TIR) permiten afirmar que el proyecto de inversión es rentable y resulta viable con financiación propia.

Se trata de un proyecto con unos costes de implantación elevados, pero su TIR es del 20,27 %. Dicho valor representa una rentabilidad muy aceptable dada la actual coyuntura económica, especialmente en la agricultura española.

8. CONCLUSIÓN

El Proyecto de "Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo" es viable de acuerdo con el estudio que se ha realizado, lo que induce a pronunciarse sobre la conveniencia de llevar a buen fin el presente Proyecto.

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO I

ESTUDIO CLIMÁTICO

1. ESTUDIO CLIMÁTICO

Estos datos proceden de la Estación Meteorológica de Villamartín, situada a unos 23 km de las parcelas objeto del proyecto.

Localizaciones de las parcelas y de la Estación Meteorológica:

	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
PARCELAS	5° 48' W	36° 42' N	320 m
ESTACIÓN	5° 37' 18'' W	36° 50' 43'' N	171 m

1.1 FENÓMENOS CLIMÁTICOS

1.1.1 Temperaturas

Los datos se refieren a un período de 7 años (2.001-2.007) y se expresan en grados centígrados (°C).

MESES	Temperaturas medias de			Temperaturas extremas	
	medias	máximas	mínimas	máx (año)	mín (año)
Enero	9,7	15,7	3,7	22,5 (07)	-6,0 (05)
Febrero	10,4	16,6	4,2	23,5 (01)	-4,4 (05)
Marzo	13,2	19,3	7,1	29,6 (02)	-2,5 (04)
Abril	15,1	22,0	8,2	32,2 (02)	-0,6 (07)
Mayo	18,6	26,5	10,7	38,0 (06)	4,3 (02)
Junio	23,3	32,0	14,7	41,1 (04)	7,4 (02)
Julio	25,7	35,0	16,4	43,5 (03)	11,0 (01)
Agosto	26,0	34,4	17,5	45,8 (03)	12,7 (02)
Septiembre	22,8	30,2	15,4	41,0 (06)	8,0 (05)
Octubre	19,2	25,1	13,3	35,1 (04)	4,6 (03)
Noviembre	13,4	19,5	7,3	28,2 (01)	-1,2 (04)
Diciembre	10,4	15,9	4,9	21,3 (01)	-5,3 (04)
AÑO	17,3	24,3	10,3	45,8	-6,0

Fuente: Estación Meteorológica de Villamartín

1.1.2 Heladas

Estudio del régimen de heladas según Emberger:

Temperatura media de mínimas (°C)	Períodos
$t < 0$	helada segura
$0 < t < 3$	helada probable
$3 < t < 7$	helada probable restringida
$t > 7$	libre de heladas

El período de helada probable restringida va de mediados de noviembre hasta mediados de marzo (121 días).

El período libre de heladas va de mediados de marzo hasta mediados de noviembre (244 días).

Los valores de esta tabla corresponden a heladas seguras.

Meses de heladas	Heladas medias (nº de días)	Temperaturas mínimas (°C)
Noviembre	0,6	-1,2
Diciembre	2,7	-5,3
Enero	6,4	-6,0
Febrero	3,0	-4,4
Marzo	0,4	-2,5

Fuente: Estación Meteorológica de Villamartin

Primera helada: 16 Noviembre 2.001

Última helada: 8 marzo 2.005

1.1.3 Precipitaciones

Los valores de esta tabla se dan en mm (1mm = 1 litro/m²).

Meses	Días de lluvia	Precipitación media	Precipitación máx media en 24 h	Precipitación máx absoluta en 24 h
Enero	12,3	63,2	20,3	36,6
Febrero	14,3	61,7	20,2	42,0
Marzo	12,9	69,0	19,5	28,2
Abril	8,4	46,3	22,9	54,8
Mayo	6,3	35,0	13,2	28,8
Junio	1,4	2,9	2,0	5,8
Julio	0,3	0,8	0,7	5,2
Agosto	0,8	3,4	2,4	14,5
Septiembre	4,6	44,2	29,8	66,4
Octubre	12,7	82,8	29,7	46,4
Noviembre	10,7	71,3	22,0	41,4
Diciembre	14,0	58,0	17,3	27,0
AÑO		538,6		

Fuente: Estación Meteorológica de Villamartín

1.1.4 Radiación solar

En la Estación Meteorológica se miden las horas de Sol, y mediante la fórmula empírica de Glover y McCulloch se calcula la radiación solar.

La siguiente tabla recoge los valores de radiación solar en MJ/m² y día:

Meses	Radiación solar	Meses	Radiación solar
Enero	9,98	Julio	28,80
Febrero	12,55	Agosto	25,57
Marzo	16,56	Septiembre	20,36
Abril	21,50	Octubre	13,86
Mayo	25,33	Noviembre	11,34
Junio	28,52	Diciembre	8,61

Fuente: Estación Meteorológica de Villamartín

1.1.5 Viento

La tabla contiene las direcciones de los vientos (%) en los meses de invierno y verano, por ser los más representativos.

Dirección	DIC	ENE	FEB	JUN	JUL	AGO	SEP
N	29,49	34,10	26,02	5,71	2,30	3,69	2,86
NE	9,22	11,06	6,12	0,00	0,92	0,00	0,95
E	3,23	0,92	2,56	0,48	0,00	0,92	0,00
SE	5,06	0,92	2,04	0,96	2,30	1,38	4,76
S	6,00	7,83	6,12	9,52	9,23	6,45	9,05
SO	12,90	16,59	23,47	47,14	40,09	48,39	42,38
O	9,68	11,52	18,37	27,62	37,33	31,34	28,09
NO	23,04	15,22	14,79	8,57	7,83	6,91	11,43
Calmas	1,38	1,84	0,51	0,00	0,00	0,92	0,48

Fuente: Estación Meteorológica de Villamartín

1.1.6 Evapotranspiración

Valores de la evapotranspiración potencial:

Meses	ETo (mm/día)	ETo (mm/mes)
Enero	1,45	44,95
Febrero	1,91	53,48
Marzo	2,86	33,86
Abril	3,88	116,40
Mayo	5,10	158,10
Junio	6,49	194,70
Julio	7,04	221,96
Agosto	6,70	207,70
Septiembre	5,07	152,10
Octubre	3,21	99,51
Noviembre	1,94	58,20
Diciembre	1,34	41,54

Fuente: Estación Meteorológica de Villamartín

1.2 CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

Consideramos los criterios y clasificaciones de varios autores:

1.2.1 Clasificación según el índice de Lang

El índice termopluviométrico de Lang se calcula mediante la expresión:

$$I_L = \frac{P}{T}$$

siendo:

P = precipitación media anual (mm).

T = temperatura media anual (°C).

La temperatura media anual es de 17,3 °C y la precipitación es de 538,6 mm.

$$I_L = \frac{538,6}{17,3} = 31,13$$

I_L	Zonas climáticas de Lang
$0 \leq I_L < 20$	Desiertos
$20 \leq I_L < 40$	Zona árida
$40 \leq I_L < 60$	Zona húmeda de estepa y sabana
$60 \leq I_L < 100$	Zona húmeda de bosques ralos
$100 \leq I_L < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$I_L \geq 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

El valor de I_L corresponde a una **zona árida**.

1.2.2 Clasificación según el índice de Martonne

El índice termopluviométrico de Martonne se obtiene mediante la expresión:

$$I_M = \frac{P}{T + 10}$$

Precipitación media anual: 538,6 mm.

Temperatura media anual: 17,3 °C.

$$I_M = \frac{538,6}{17,3 + 10} = 19,73$$

I_M	Zonas climáticas de Martonne
$0 \leq I_M < 5$	Desiertos
$5 \leq I_M < 10$	Semidesiertos
$10 \leq I_M < 20$	Estepas y países secos mediterráneos
$20 \leq I_M < 30$	Regiones del olivo y de los cereales
$30 \leq I_M < 40$	Regiones subhúmedas de prados y bosques
$I_M \geq 40$	Zonas húmedas a muy húmedas

El valor de I_M corresponde a una **zona de estepas y países secos mediterráneos**.

1.2.3. Clasificación según el índice de Dantín y Revenga

El índice termopluviométrico de Dantín y Revenga se calcula mediante la expresión:

$$I_{DR} = \frac{100T}{P}$$

Precipitación media anual: 538,6 mm.

Temperatura media anual: 17,3 °C.

$$I_{DR} = \frac{100 \cdot 17,3}{538,6} = 3,21$$

I_{DR}	Zonas climáticas de Dantín y Revenga
$I_{DR} > 4$	Zonas áridas
$4 \geq I_{DR} > 2$	Zonas semiáridas
$I_{DR} \leq 2$	Zonas húmedas y subhúmedas

El valor de I_{DR} corresponde a una **zona semiárida**.

1.2.4. Clasificación según el criterio UNESCO-FAO

A) Para caracterizar las condiciones térmicas del clima se toma la temperatura media del mes más frío y se establecen los grupos climáticos siguientes:

Temperatura (°C)	Clima
$10 < t < 15$	Templado cálido
$0 < t < 10$	Templado medio
$-5 < t < 0$	Templado frío

La temperatura media del mes más frío corresponde al mes de enero con 9,7 °C, por lo que nos encontramos con un **clima templado medio**.

B) Para determinar la existencia y duración de los periodos secos o áridos se impone la condición:

$$\text{Mes seco} \rightarrow P < 2T$$

- Si no hay ningún período seco, el clima se define como axérico.
- Si hay un sólo período seco, el clima es monoxérico.
- Si hay dos períodos secos, el clima es bixérico.

La tabla contiene los valores de la precipitaciones medias mensuales y el doble de las temperaturas medias mensuales, P (mm) y T (°C).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	63,2	61,7	69,0	46,3	35,0	2,9	0,8	3,4	44,2	82,8	71,3	58,0
2T	19,4	20,8	26,4	30,2	37,2	46,6	51,4	52,0	45,6	38,4	26,8	20,8

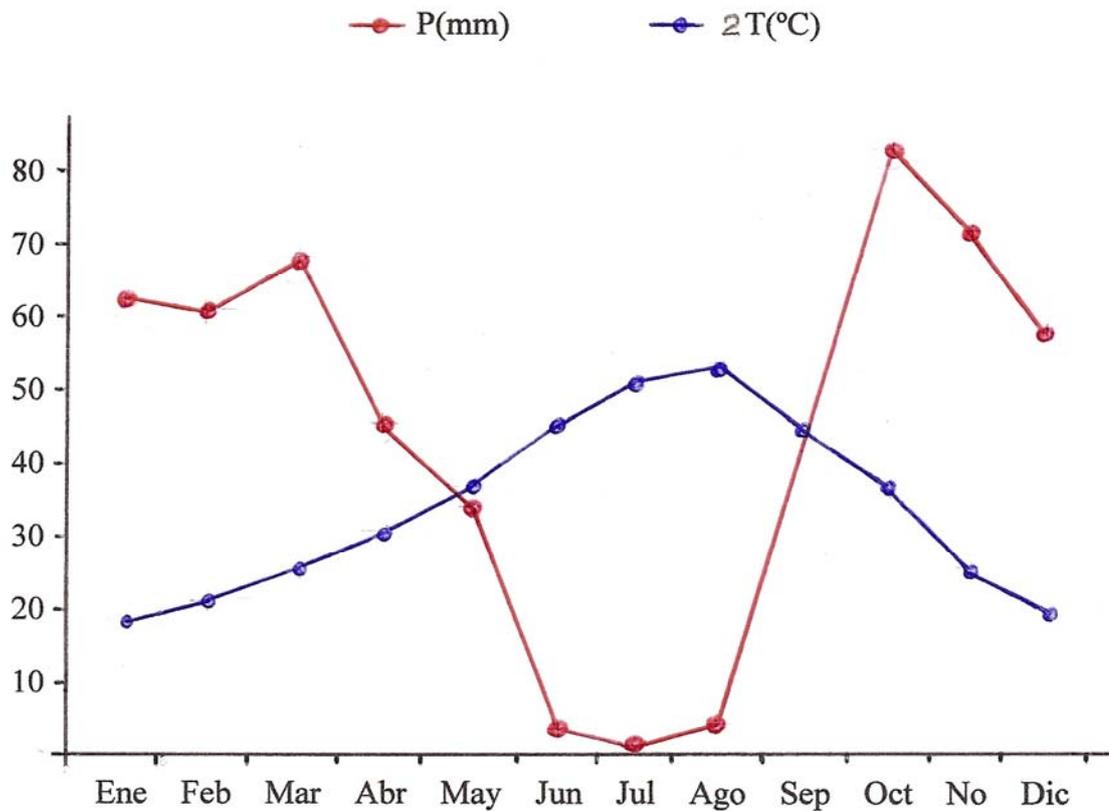


Gráfico 1: Diagrama P-2T

El gráfico 1 muestra que sólo existe un período seco, que va desde mayo a septiembre, por lo que se trata de un **clima monoxérico**.

1.3 ÍNDICES CLIMÁTICOS PROPIOS DE LA VID

Haremos referencia únicamente al **producto hidrotérmico de Branas (P)**. Este índice se obtiene sumando los productos mensuales de temperaturas medias (°C) por la cantidad de lluvia (mm) durante el periodo comprendido entre abril y agosto.

$$P = \sum_{1 \text{ abril}}^{31 \text{ agosto}} t_m \text{ mensual} \times \text{mm de lluvia mensual}$$

Se basa en que el desarrollo del mildiu depende de la frecuencia de las lluvias y de las temperaturas medias, de tal manera que los autores dan un límite máximo por encima del cual pueden producirse ataques de mildiu.

	t_m mensual (°C)	mm de lluvia mensual
Abril	15,1	46,3
Mayo	18,6	35,0
Junio	23,3	2,9
Julio	25,7	0,8
Agosto	26,0	3,4

En nuestro caso $P = 1.525$, valor superior a 1.500, por lo que existe posibilidad de ataque del mildiu. Esta enfermedad está perfectamente controlada gracias a los tratamientos fitosanitarios que se aplican en la actualidad.

ANEXO II

ANÁLISIS DE SUELO

1. ANÁLISIS DE SUELO

1.1 ANÁLISIS DE LA MUESTRA

El análisis de suelo nos ha sido facilitado por el propietario de la finca. La muestra objeto de análisis se obtuvo tras remover la tierra hasta una profundidad de 60 cm.

Determinaciones / Unidades	Suelo (0-60 cm)
Limo (%) - Arcilla (%) - Arena (%)	41,1 - 33,3 - 25,6
pH (1/2,5 agua)	7,5
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0,5
Materia orgánica (%)	2,6
Carbonatos (%)	71,4
Caliza activa (%)	17,3
Nitrógeno (%)	0,15
Relación C/N	7,9
Fósforo (ppm)	41
Sodio de cambio (meq/100 g)	0,2
Potasio de cambio (meq/100 g)	1,0
Calcio de cambio (meq/100 g)	32,32
Magnesio de cambio (meq/100 g)	1,16
Hierro (ppm)	45
Cobre (ppm)	4,3
Manganeso (ppm)	20,5
Cinc (ppm)	6,9
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	31

1.2 TEXTURA

La siguiente tabla recoge las diferentes texturas de suelos, según el USDA.

Nombres de los suelos (textura)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (text. moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
Suelos arcillosos (textura fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Según la escala USDA, las fracciones limo-arcilla-arena de nuestro suelo corresponden a una **textura franco arcillosa**.

1.3 pH

< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Medianamente básico
7,9 – 8,4	Moderadamente básico
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino
9,1 – 10,0	Alcalino
> 10,0	Fuertemente alcalino

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

Según la tabla, nuestro suelo es **medianamente básico**.

1.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) 1/5 agua

CE (mmhos/cm)	Influencia sobre los cultivos
< 0,35	Inapreciable (todos los cultivos la soportan)
0,35 –0,65	Ligera (afecta a cultivos muy sensibles)
0,65 –1,15	Media (tomar precauciones con cultivos sensibles)
> 1,15	Intensa (sólo deben cultivarse especies resistentes)

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

De acuerdo con la tabla, el valor de la conductividad eléctrica hace que el suelo tenga una **ligera influencia sobre los cultivos**.

1.5 MATERIA ORGÁNICA (%)

Para su clasificación se ha seguido el método de Walkley –Black.

< 0,9	Muy bajo
1,0 – 1,9	Bajo
2,0 – 2,5	Normal
2,6 – 3,5	Alto
> 3,6	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

Según el método de Walkley –Black, el suelo tiene un **nivel alto de materia orgánica**.

1.6 CARBONATOS (%)

0 – 5	Muy bajo
5 – 10	Bajo
10 – 20	Normal
20 – 40	Alto
> 40	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

Según la tabla interpretativa, el suelo tiene un **contenido muy alto en carbonatos**.

1.7 FÓSFORO ASIMILABLE (ppm)

El contenido de fósforo asimilable se ha evaluado según el método Olsen.

0 – 6	Muy bajo
6 – 12	Bajo
12 – 18	Normal
18 – 30	Alto
> 30	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

Según el método Olsen, el suelo tiene un **nivel muy alto de fósforo asimilable**.

1.8 SODIO DE CAMBIO (meq/100 g)

0,0 – 0,3	Muy bajo
0,3 – 0,6	Bajo
0,6 – 1,0	Normal
1,0 – 1,5	Alto
> 1,5	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

Según la tabla interpretativa, el suelo tiene un **nivel muy bajo de sodio**.

1.9 POTASIO DE CAMBIO (meq/100 g)

0,00 – 0,30	Muy bajo
0,30 – 0,60	Bajo
0,60 – 0,90	Normal
0,90 – 1,50	Alto
1,50 – 2,40	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

De acuerdo con la tabla, el suelo tiene **contenido de potasio alto**.

1.10 CALCIO DE CAMBIO (meq/100 g)

0 – 3,5	Muy bajo
3,5 – 10	Bajo
10 – 14	Normal
14 – 20	Alto
> 20	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

Según la tabla interpretativa, se trata de un suelo con un **contenido en calcio muy alto**.

1.11 MAGNESIO DE CAMBIO (meq/100 g)

0,0 – 0,6	Muy bajo
0,6 – 1,5	Bajo
1,5 – 2,5	Normal
2,5 – 4,0	Alto
> 4,0	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

De acuerdo con la tabla interpretativa, el suelo tiene un **contenido bajo en magnesio**.

1.12 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100 g)

La capacidad de intercambio catiónico es la capacidad de 100 gramos de suelo para retener a su alrededor cationes. Depende del tipo de arcillas y de la cantidad de materia orgánica que tenga el suelo.

Para caracterizar este parámetro tomamos como referencia la siguiente tabla:

< 6	Muy baja
6 – 12	Baja
12 – 25	Media
25 – 40	Alta
> 40	Muy alta

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

La **capacidad de intercambio catiónico** del suelo es **alta**.

ANEXO III
ANÁLISIS DE AGUA

1. ANÁLISIS DE AGUA

1.1 ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

El resultado de los análisis del agua que se va a utilizar para el riego de las parcelas es el siguiente:

Determinaciones analíticas	mg/L	meq/L
Carbonatos (CO_3^{2-})	0	0
Bicarbonatos (HCO_3^-)	111,05	1,82
Cloruros (Cl^-)	129,19	3,75
Sulfatos (SO_4^{2-})	194,54	4,05
Nitratos (NO_3^-)	6,82	0,11
Calcio (Ca^{2+})	53,71	2,68
Magnesio (Mg^{2+})	31,96	2,63
Sodio (Na^+)	91,92	4
Potasio (K^+)	5,47	0,14
pH	7,4	
Conductividad eléctrica a 25 °C (mmhos/cm)	0,73	

Para que un análisis de agua sea fiable, el contenido total de aniones debe coincidir aproximadamente con el contenido total de cationes. El agua de riego suele contener los cationes y aniones siguientes: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- y CO_3^{2-} .

$$\begin{aligned}\sum \text{Aniones} &= 9,73 \text{ meq/L} \\ \sum \text{Cationes} &= 9,45 \text{ meq/L}\end{aligned}$$

Se admite una diferencia hasta del 10 %, por lo que podemos considerar que nuestro análisis es fiable.

1.2 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Los criterios fundamentales para conocer la calidad del agua de riego son los de salinidad, sodicidad y toxicidad. La permeabilidad del sustrato influye de

forma notable en la definición de la calidad del agua, siendo necesario conocer las características del suelo para determinar el riesgo de salinidad y de sodicidad.

Además de estos criterios, en la calidad del agua de riego intervienen otros factores como el pH, el exceso de nitrógeno y el contenido de magnesio.

1.2.1 Criterio de salinidad

El criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua origine altas concentraciones de sales en el suelo, con la correspondiente disminución de rendimiento de los cultivos.

Según Mass y Hoffman, existe una relación lineal entre la salinidad del suelo y la producción, que viene dada por la expresión:

$$P = 100 - b(CE - a) \leq 100$$

P: Producción del cultivo en % respecto al máximo.

CE: Salinidad del suelo expresada como conductividad eléctrica del extracto de saturación y medida en mmhos/cm.

a y b: parámetros cuyos valores son constantes para cada cultivo. En el caso de la vid, $a = 1,5$ y $b = 9,62$.

La conductividad eléctrica del agua de riego es de 0,73 mmhos/cm. Tenemos que $CE < a$, por lo que en nuestro caso el cultivo no experimenta disminución en su rendimiento por causa de la salinidad.

Los criterios que analizan el riesgo de salinidad se basan en índices que expresan la concentración de sales del agua de riego. El más utilizado es el de la conductividad eléctrica (CE). La conductividad eléctrica mide la concentración de sales en el agua de riego, ya que la CE de una solución es directamente proporcional a su concentración. Para conocer la calidad del agua de riego tendremos en cuenta la siguiente relación:

<u>C.E. a 25 °C (μmhos/cm)</u>	<u>Calidad</u>
0 – 1000	Excelente
1000 – 3000	Buena a marginal
> 3000	Inaceptable

Puesto que $1 \text{ mmho/cm} = 1000 \text{ μmhos/cm}$, en nuestro caso tenemos que $CE = 0,73 \cdot 1000 = 730 \text{ μmhos/cm}$. Este valor se corresponde con una **calidad de agua excelente**, con un **bajo riesgo de salinidad**.

El principal inconveniente de esta clasificación basada únicamente en la CE es que no considera la posibilidad de que las sales precipiten al concentrarse en el suelo. Esta evolución del contenido salino del agua de riego en el suelo no depende sólo del agua, sino también de otros factores, como los fenómenos de cambio de cationes, las distintas velocidades de concentración de las sales según el tipo de terreno, etc.

A continuación, veremos índices que sí tienen en cuenta esta posible evolución del agua al entrar en contacto con el suelo, como el índice Riverside y el índice de Eaton.

1.2.2 Criterio de sodicidad

El criterio de sodicidad analiza el riesgo de que se alcance en el suelo un elevado porcentaje de sodio intercambiable (PSI), lo que supone un deterioro de su estructura. Suele recibir otros nombres, como criterio de permeabilidad o de infiltración del suelo, debido a que un elevado contenido de sodio provoca una disminución de dichas propiedades del suelo.

A) Índice Riverside o RAS (Relación de Absorción de Sodio)

Un alto contenido de sodio en el agua de riego puede originar valores elevados de PSI en el suelo, con la consiguiente degradación de su estructura. La posibilidad de que un agua ocasione estos problemas se puede evaluar por medio del índice RAS, que hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran el ión sodio y los iones calcio y magnesio. Se calcula mediante la expresión:

$$RAS = \frac{\text{sodio}}{\sqrt{\frac{\text{calcio} + \text{magnesio}}{2}}}$$

en la que los cationes se expresan en meq/L.

Valores de RAS mayores a 10 corresponden a un agua alcalinizante, siendo mayor el riesgo cuanto mayor sea el valor.

$$\text{Na}^+ = 4 \text{ meq/L}$$

$$\text{Ca}^{2+} = 2,68 \text{ meq/L}$$

$$\text{Mg}^{2+} = 2,63 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{4}{\sqrt{\frac{2,68 + 2,63}{2}}} = 2,45$$

Tenemos un valor de RAS de 2,45, por lo que el agua tiene un **escaso poder de sodificación** o un **riesgo bajo de alcalinizar el suelo**.

B) Índice de Eaton o CSR (Carbonato Sódico Residual)

Este índice nos informa sobre la acción degradante del agua. Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula mediante la siguiente expresión, en la que los iones se expresan en meq/L:

$$CSR = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

Según el índice CSR, las aguas se clasifican de la siguiente forma:

<u>CSR (meq/L)</u>	<u>Agua de riego</u>
< 1,25	Recomendables
1,25 – 2,50	Poco recomendables
> 2,50	No recomendables

$\text{CO}_3^{2-} = 0 \text{ meq/L}$
 $\text{HCO}_3^- = 1,82 \text{ meq/L}$
 $\text{Ca}^{2+} = 2,68 \text{ meq/L}$
 $\text{Mg}^{2+} = 2,63 \text{ meq/L}$

$CSR = - 3,49 \text{ meq/L} < 0$

El valor de CSR es negativo, por lo que se trata de un **agua recomendable o buena**.

1.2.3 Criterio de toxicidad

El criterio de toxicidad estudia los problemas que pueden crear determinados iones cuando, al ser absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante transpiración y llegan a alcanzar concentraciones nocivas que reducen el rendimiento de la cosecha. Los iones tóxicos más frecuentes son el sodio, el cloro y el boro.

Para evaluar el riesgo de que un agua de riego sea tóxica, seguimos la clasificación de la FAO (Ayers y Westcot, 1976).

Iones	Inexistente	Problema creciente	Problema grave
Sodio (meq/L)	< 3	3 – 9	> 9
Cloro (meq/L)	< 4	4 – 10	> 10
Boro (mg/L)	< 0,7	0,7 – 2,0	> 2,0

Fuente: Cánovas, J. (1986), Calidad agronómica de las aguas de riego

Toxicidad

$\text{Na}^+ = 4 \text{ meq/L}$	Pequeña posibilidad de toxicidad
$\text{Cl}^- = 3,75 \text{ meq/L}$	Inexistente
$\text{B} = 0 \text{ mg/L}$	Inexistente

De acuerdo con estos resultados, el riesgo de **toxicidad** del agua de riego es **prácticamente inexistente**.

1.3 OTRAS CLASIFICACIONES DEL AGUA DE RIEGO

1.3.1 Dureza

Este índice se refiere al contenido de calcio en el agua. Según su dureza, un agua se puede clasificar en:

Tipo de agua	Grados hidrotimétricos franceses
Muy blanda	< 7
Blanda	7 – 14
Semiblanda	14 – 22
Semidura	22 – 32
Dura	32 – 54
Muy dura	> 54

Fuente: Junta de Extremadura (1992)

Los grados hidrotimétricos franceses se calculan mediante la expresión:

$$°F = \frac{[Ca(mg/L).2,5] + [Mg(mg/L).4,12]}{10}$$

$$Ca^{2+} = 53,71 \text{ mg/L}$$

$$Mg^{2+} = 31,96 \text{ mg/L}$$

$$°F = \frac{53,71.2,5 + 31,96.4,12}{10} = 26,59$$

La dureza total del agua es de 26,59 grados hidrotimétricos franceses, por lo que el agua se considera como **semidura**.

1.3.2 Normas Riverside

A partir de los datos de CE y RAS, se establece la clasificación del agua según las normas Riverside. Estas normas constituyen un método fundamental para definir la calidad del agua.

$$CE = 730 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$$

$$RAS = 2,45$$

Según el gráfico 2, el agua de riego se puede clasificar como **C₂S₁**. De acuerdo con las Normas Riverside, las aguas **C₂S₁** se consideran:

- **Aguas de salinidad media**, aptas para el riego.
- **Aguas con bajo contenido en sodio**, aptas para el riego.

Por otro lado, la permeabilidad del sustrato influye de forma notable en la definición de la calidad del agua de riego, ya que es necesario conocer el suelo para determinar el riesgo de salinidad y de sodio.

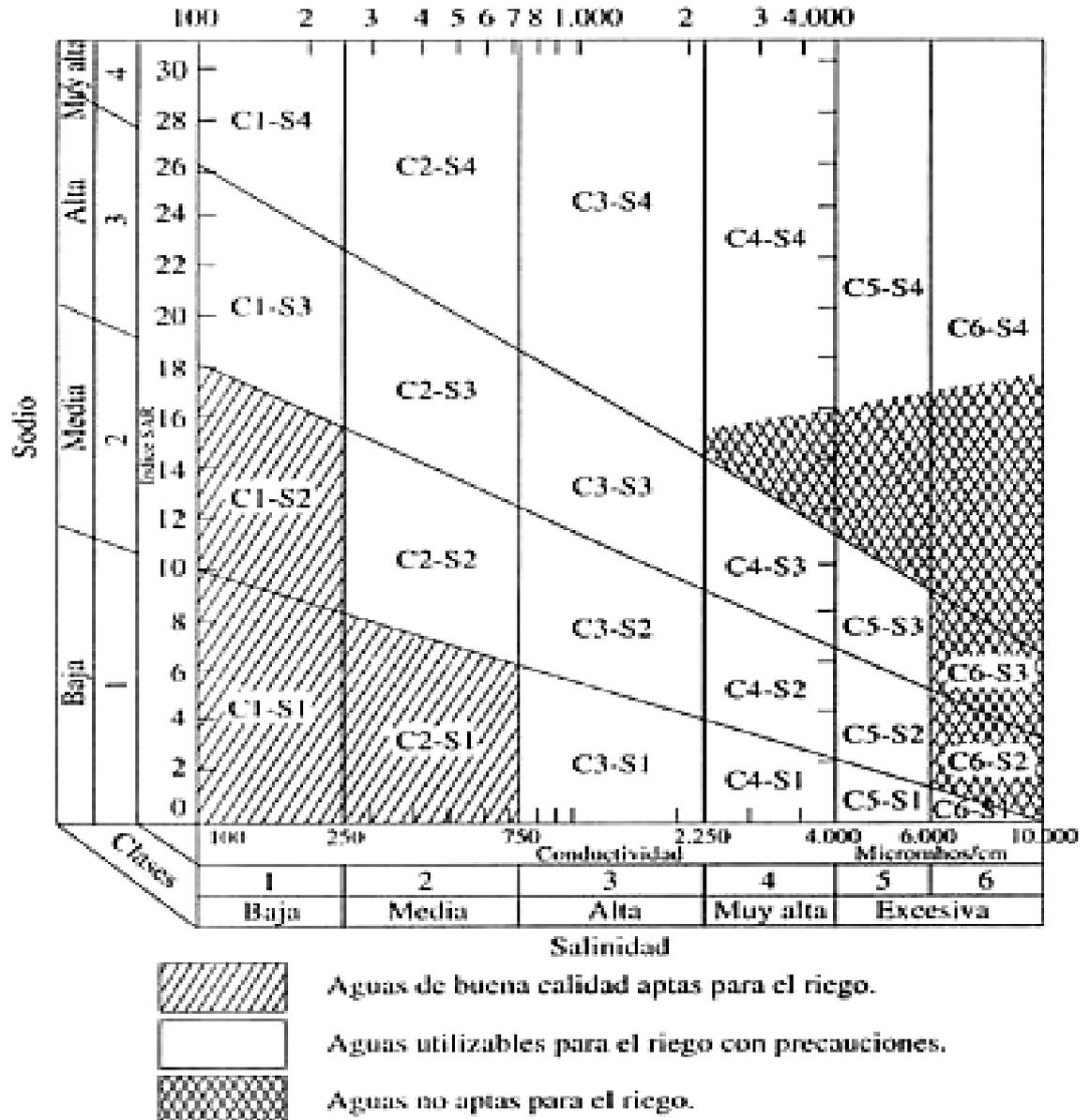


Gráfico 2: Normas Riverside. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).

1.3.3 Normas Greene

La clasificación de Greene relaciona la concentración total de sales (meq/L) con el porcentaje de sodio, que se calcula respecto al contenido total de cationes (meq/L).

$$\sum \text{aniones} = 9,73 \text{ meq/L}$$

$$\sum \text{cationes} = 9,45 \text{ meq/L}$$

Sales totales: 19,18 meq/L

$$\% \text{Na}^+ = \frac{4}{9,45} \cdot 100 = 42,3 \%$$

En el gráfico 3 se observa que el **agua es de buena calidad**.

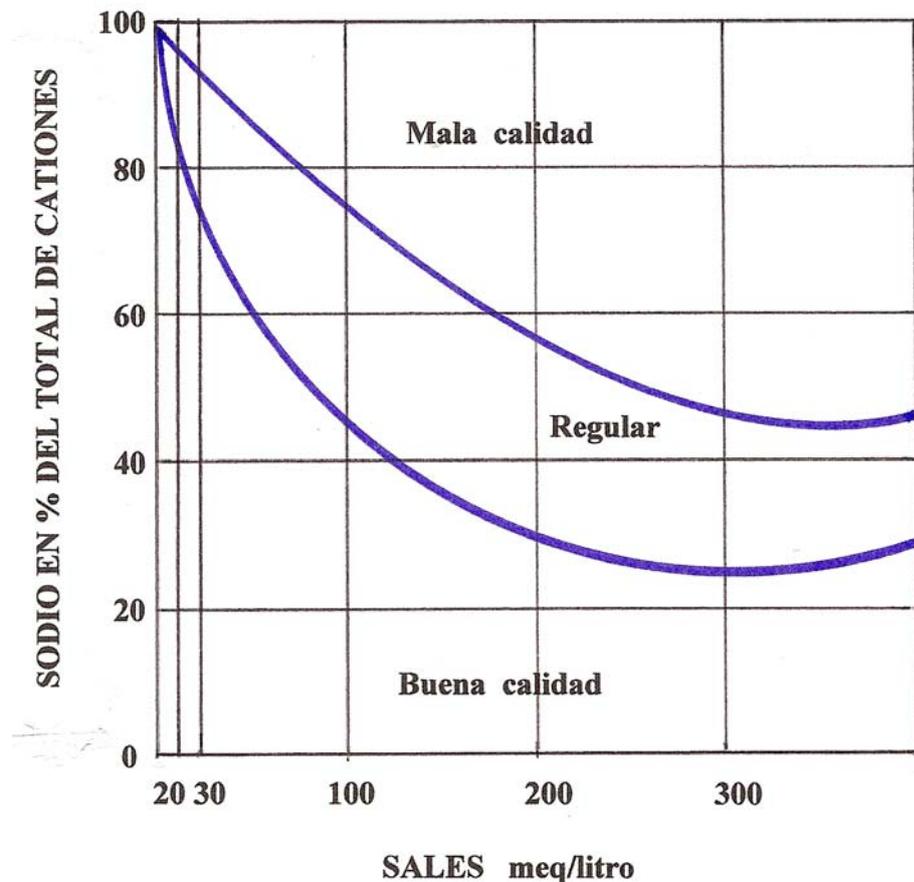


Gráfico 3: Normas Greene. Clasificación del agua de riego en función del contenido en sales y el % de sodio. Fuente: Urbano Terrón, P. (1.999), Tratado de Fitotecnia General.

1.3.4 Normas Wilcox

El gráfico 4 muestra la clasificación de Wilcox, que relaciona la CE con el porcentaje de sodio respecto al total de cationes.

$$\% \text{Na}^+ = 42,3 \%$$

$$\text{C.E.} = 730 \mu\text{mhos/cm}$$

Según estos valores, el gráfico 4 indica que la calidad del agua es de excelente a buena, aunque más próxima a un **agua de buena calidad**.

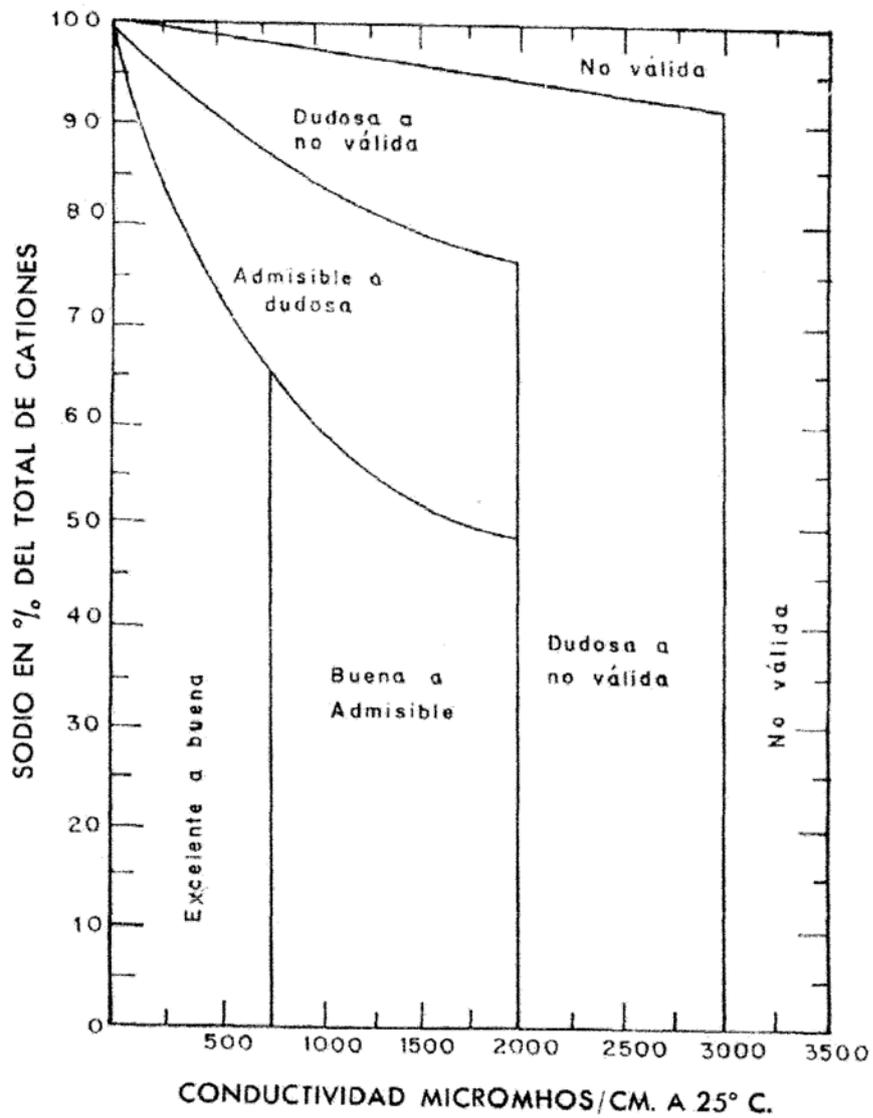


Gráfico 4: Normas Wilcox. Clasificación del agua de riego basada en el riesgo de salinidad. Fuente: Urbano Terrón, P. (1.999), Tratado de Fitotecnia General.

ANEXO IV

NECESIDADES Y TÉCNICAS DE CULTIVO

1. PODA

1.1 PODA DE MANTENIMIENTO

Engloba todas las operaciones encaminadas a mantener la forma y carga de la cepa acorde con su vigor y producción, alargando en la medida de lo posible el periodo productivo. Incluye las siguientes operaciones:

Prepoda: consiste en separar de la cepa la mayor parte de la longitud del sarmiento, facilitando la operación de poda. Se realiza entre finales de diciembre y principios de enero mediante una prepodadora de discos horizontales.

Poda: consiste en eliminar las yemas que queden tras la prepoda, con el fin de dejar una carga adecuada y definitiva para el próximo año. Se realiza de forma manual durante el mes de enero.

Operaciones en verde: son aquellas que se llevan a cabo con el cultivo en estado herbáceo, entre las que podemos destacar el amarre de varas y pulgares, el despampanado o el despunte. El despampanado consiste en la supresión de los brotes improductivos que nacen en el tronco y brazos de las cepas, respetando alguno que pudiera servir para sustituir algún pulgar o brazo. Esta operación deja heridas insignificantes que cicatrizan pronto.

Las operaciones en verde se realizan de forma manual, excepto el despunte. El despunte consiste en suprimir la extremidad de los pámpanos. Es una operación muy necesaria en los viñedos en espaldera, ya que los pámpanos, en un principio enganchados a los alambres, al crecer invaden las calles entre las líneas de cultivo. Este despunte lateral favorece el paso de la maquinaria y, lo más importante, facilita la llegada de savia hacia los racimos que están cuajando, mejorando el cuajado del fruto. Se realiza en el mes de junio mediante una despuntadora de cuchillas.

Además de las operaciones anteriores, se pueden realizar otras como el desnietado, el deshojado y el aclareo de racimos.

1.2 DETERMINACIÓN DE LA CARGA

Tomando como base los resultados y experiencias de años anteriores, consideramos una carga óptima de 7 yemas por cepa, con 2 racimos por yema y un peso aproximado de cada racimo de 300 gramos.

$$7 \text{ yemas/cepa} \times 2 \text{ racimos/yema} = 14 \text{ racimos/cepa}$$

$$14 \text{ racimos/cepa} \times 0,300 \text{ kg/racimo} = 4,2 \text{ kg/cepa}$$

En las parcelas en estudio tenemos 2.958 cepas/ha:

$$4,2 \text{ kg/cepa} \times 2.958 \text{ cepas/ha} = 12.423,6 \text{ kg/ha}$$

La producción anual estimada es de 12.423,6 kg/ha. Se ha calculado para un 100 % de brotación de las yemas y de cuajado de los racimos, lo cual no es muy frecuente. Esta producción se encuentra dentro del intervalo considerado: 12.000 kg/ha en los años más desfavorables y 13.500 kg/ha en los más favorables.

2. FERTILIZACIÓN

2.1 NECESIDADES NUTRICIONALES DE LA VID

Para lograr un desarrollo óptimo de la vid, debe existir un equilibrio de compuestos minerales en el suelo. Tanto la carencia como el exceso de los mismos son perjudiciales, por lo que resulta necesario añadir fertilizantes en las cantidades adecuadas para garantizar un buen desarrollo de la planta.

➤ **Nitrógeno**

El nitrógeno es necesario en la formación de azúcares en la baya y de componentes de la pared celular de hojas y tallos.

La deficiencias en nitrógeno se traducen en una disminución del crecimiento, mientras que un exceso provoca un crecimiento vegetativo excesivo, lo que supone una disminución del rendimiento de la cosecha.

➤ **Fósforo**

Una disminución de su contenido produce una reducción de la tasa de fotosíntesis y, si la deficiencia es muy severa, disminuye el rendimiento en fruto.

➤ **Potasio**

Es utilizado en la translocación de los azúcares. Una deficiencia en su contenido reduce el desarrollo vegetativo y se traduce en una disminución del rendimiento, mientras que un exceso frena la absorción de magnesio debido al antagonismo que existe entre ambos elementos.

2.2 FERTILIZACIÓN DE LA VIÑA DE VINIFICACIÓN

Los requerimientos de nutrientes minerales son menores en la viña que en la mayoría de los cultivos agrícolas. En los cultivos permanentes se produce la acumulación de sustancias minerales en las estructuras perennes y dichas sustancias son movilizadas para garantizar el crecimiento en el siguiente período vegetativo.

La vid, como cualquier planta leñosa, no tiene por naturaleza una respuesta inmediata a la fertilización, sino a medio y largo plazo. Por tanto, no se debe esperar una respuesta anual a la misma, pero debe realizarse de manera regular para garantizar una producción media más elevada y más uniforme.

La cosecha de uva, el sistema foliar y la madera de constitución de la cepa precisan importantes cantidades de elementos nutritivos que, unido a las pérdidas de los mismos en el suelo y a las extraídas por vegetaciones adventicias, es necesario restituir para mantener un nivel adecuado de producción en el viñedo.

La mayor demanda de nutrientes se produce durante el crecimiento vegetativo y el crecimiento de los racimos.

La siguiente tabla muestra la distribución media porcentual de elementos nutritivos absorbidos en un viñedo en los distintos órganos de la planta.

Órganos	Nitrógeno (N)	Fosfórico (P₂O₅)	Potasa (K₂O)
Racimos	50,63	51,28	54,90
Hojas	25,32	25,64	19,61
Sarmientos	18,99	17,95	19,61
Raíces y tronco	5,06	5,13	5,88
Total	100	100	100

Fuente: Reynier, A., Manual de Viticultura

Como se observa en la tabla, los racimos necesitan aproximadamente el 50 % de los macroelementos N-P-K extraídos por el viñedo para su desarrollo anual.

De manera general y conforme a los resultados de numerosos análisis y procedencias, se puede establecer que se precisan las siguientes extracciones de los tres macroelementos:

Aplicación de UF/ha	Para 5.000 kg/ha (secano)
Nitrógeno	40–60
Fósforo	30–50
Potasa	80–120

Fuente: Amorós Ortiz-Villajos, J.A., Viticultura

El margen de equilibrio de fertilización básica N – P₂O₅ – K₂O en la vid para vinificación está entre 1–0,5–3 y 1–1–2. Para obtener el margen de equilibrio, hay que considerar la composición del suelo. El análisis de suelo muestra unos niveles muy altos de fósforo y ligeramente altos de potasio, por lo que de estos elementos sólo habrá que añadir las cantidades necesarias para restituir lo extraído por el viñedo para su desarrollo anual. En base a lo anterior, la relación de equilibrio que más se adapta a nuestro cultivo es 1–0,5–2. Para una producción de 12.000 kg/ha, las unidades de fertilización necesarias para el abonado son:

Nitrógeno	108 UF/ha
Fosfórico	54 UF/ha
Potasa	210 UF/ha

Actualmente se están utilizando los siguientes fertilizantes sólidos:

- ✓ Nitrato amónico (33,5 % N).
- ✓ Nitrato potásico (13 % N y 46 % K₂O).
- ✓ Superfosfato triple (45,5 % P₂O₅).

Para satisfacer las necesidades de fertilización mencionadas, se deberían aportar las siguientes cantidades de cada abono:

- Las 54 UF de P₂O₅ se aportan en forma de superfosfato triple (45,5 % P₂O₅), que corresponderían a 119 kg/ha de dicho abono.
- Las 210 UF de K₂O se aportan en forma de nitrato potásico (46 % K₂O), que equivaldrían a 457 kg/ha de abono. Los 457 kg/ha de nitrato potásico (13 % N) aportarán, además, 59 UF de N.
- Las 49 UF de N restantes se aportan en forma de nitrato amónico (33,5 % N), que corresponderían a 147 kg/ha de abono.

3. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Se detallarán las plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la vid en nuestra zona.

3.1 PLAGAS

Las plagas más comunes son la Polilla del racimo, la Araña Roja, el Mosquito Verde y la Altica.

Polilla del racimo (“Lobesia botrana”)

▪ Síntomas y daños:

Las larvas se alimentan de los botones y pétalos florales y unirán mediante hilos sedosos las flores desnutridas, tejiendo con ellas una especie de nido donde se resguardarán en las horas de mucho calor, para salir cuando se suavicen las temperaturas. Los efectos de las larvas de primera generación se traducen en corrimientos de los racimos, pudiendo no llegar a cuajar un gran número de flores. En cualquier caso, los ataques producidos por esta generación no suelen tener repercusión en la cosecha. En cambio, las larvas de segunda y tercera generación sí producen daños directos, puesto que se alimentan de las bayas.

Los daños más graves son de tipo indirecto, ya que la existencia de perforaciones en las bayas favorece la penetración de hongos que producen podredumbres del racimo, principalmente la podredumbre gris.

La época de aparición de la polilla suele ser desde abril-mayo hasta agosto-septiembre.

▪ Tratamiento:

Se aplica un insecticida organofosforado que actúa por contacto, ingestión e inhalación y tiene un rápido efecto de choque. Es un concentrado emulsionable, cuya materia activa es Clorpirifos 48 %, que se aplica en pulverizador foliar a la dosis de 150 a 250 gramos por cada 100 litros de agua. En cada tratamiento se aplica un volumen total de 8 HI/ha.

Generalmente, este producto debe aplicarse cuando se alcanza el máximo de la curva de vuelo, momento en el que se suele producir el nacimiento de la mayoría de las larvas. Para uva de vinificación normalmente basta con tres tratamientos, uno por cada generación. Si el vuelo de los adultos se prolonga más de lo habitual, se aplican uno o dos tratamientos más.

Araña Roja (“Tetranychus urticae”)

▪ Síntomas y daños:

Los órganos afectados por la araña roja son las hojas y los frutos. En las hojas aparecen unas zonas verde-amarillentas con punteaduras necróticas que confluyen posteriormente formando áreas necrosadas. Las hojas muy atacadas envejecen con rapidez y caen.

En los frutos se observan puntitos de color pardo, característicos tanto de los ataques de este ácaro como del oidio. La diferencia radica en que, en el caso de la araña, los síntomas no continúan en el punto de contacto entre dos bayas.

En ataques muy fuertes que produzcan una defoliación importante del cultivo, disminuye tanto la cantidad de fruto como la calidad del caldo obtenido.

▪ Tratamiento:

El mismo tratamiento utilizado contra el oidio, mediante un fungicida-acaricida a base de Azufre micronizado 80 %, suele ser suficiente para controlar esta plaga. Sólo en caso de que sea necesario se aplicará, al inicio del envero, un tratamiento con Azufre mojable 80 %. Se trata de un fungicida con efecto acaricida que se aplica en pulverizador foliar durante cinco días, recubriendo toda la vegetación, a la dosis de 250 a 750 gramos por cada 100 litros de agua. Se aplicaría un volumen total de 8 HI/ha.

Mosquito Verde (“Empoasca lybica”)

▪ Síntomas y daños:

Los daños directos de este insecto se limitan a las hojas, al atacar con su aparato chupador los nervios de las mismas, produciendo manchas oscuras.

Si el ataque se produce en las primeras fases de desarrollo de los brotes, afectará a las hojas terminales, donde aparecen decoloraciones y desecaciones marginales más o menos pronunciadas. También se observa crispación del borde de la hoja con un enrollamiento sobre el envés y, sobre los brotes, aparecen entrenudos cortos.

Si el ataque tiene lugar en una fase más avanzada, entre julio y septiembre, los síntomas se localizan sobre las hojas ya formadas, donde pueden observarse decoloraciones y amarilleamientos que pueden ir acompañados de desecación marginal de color rojizo. Además, se produce una falta de madurez en los frutos. Los ataques graves provocan una pérdida importante de calidad en la cosecha.

También se producen daños indirectos, ya que las heridas ocasionadas por esta plaga facilitan la entrada de otros patógenos (hongos, bacterias, etc.).

▪ Tratamiento:

Se aplica el mismo insecticida utilizado para la polilla, cuya materia activa es Clorpirifos 48 %, ya que los mismos tratamientos que se realizan contra la segunda y quinta generación de la polilla sirven normalmente para controlar el mosquito verde. Su aplicación debe permitir alcanzar bien el envés de las hojas, procurando una buena cubrición de éstas en todas las plantas.

Altica (“Haltica ampelophaga”)

Se le conoce con multitud de nombres: escarabajuelo, coco, azulita, pulguilla, coquillo, siendo el más común el de “altica”.

▪ Síntomas y daños:

Este pequeño coleóptero provoca diversos daños en la vid. Los daños más importantes son los causados por los adultos cuando salen de invernación, ya que atacan a los brotes y hojas jóvenes, dejando a éstos en los nervios. Si el ataque es importante, puede afectar incluso a los racimos recién formados, lo que supone pérdidas en la cosecha.

Desde el punto de vista práctico, únicamente los adultos procedentes de la invernación y las larvas de primera generación causan daños de importancia, al coincidir su ataque con el comienzo del desarrollo vegetativo de la vid.

▪ Tratamiento:

Se aplica el mismo insecticida utilizado para la polilla, cuya materia activa es Clorpirifos 48 %, ya que actualmente este tratamiento es el más eficaz contra la altica.

3.2 ENFERMEDADES

Las enfermedades más comunes en nuestra zona son el Oidio y el Mildiu.

Oidio (“Ucinula necator”)

El hongo causante de esta enfermedad puede incluso llegar a destruir toda la cosecha en determinadas condiciones.

▪ Síntomas y daños:

Los síntomas se presentan, desde primavera hasta otoño, sobre hojas, brotes, sarmientos y racimos. Los órganos atacados se recubren de un polvo gris, con aspecto de ceniza y olor a moho. Si arrastramos el polvillo con el dedo, se observan puntos agrupados que forman manchas de color pardo.

– En las hojas suele observarse un polvillo blanco ceniciento tanto en el haz como en el envés.

– En los sarmientos sólo se presenta el polvillo ceniza en estado herbáceo. Después, al agostarse, se vuelven prácticamente inmunes, aunque conservan las manchas pardas producidas anteriormente.

– En los racimos, las uvas quedan recubiertas del polvillo ceniza y, debajo de él, aparece el hollejo con un color grisáceo. Éste pierde elasticidad y detiene su crecimiento, pero la pulpa sigue aumentando de volumen, lo que produce grietas que a veces dejan las pepitas al descubierto. Estos racimos se secan, si el tiempo es seco, o se pudren, si es húmedo, lo que provoca daños indirectos al favorecerse la podredumbre gris.

▪ Tratamiento:

En la actualidad, el único medio de lucha eficaz contra el oidio es el método químico. Se realizan tres tratamientos antioidio:

1. Al inicio de la brotación, cuando la mayoría de los brotes tienen de 5 a 10 cm.
2. Al inicio de la floración.
3. Cuando los granos de uva alcancen el tamaño de un guisante.

En cada tratamiento aplicamos un producto con efecto acaricida y fungicida, cuya materia activa es Azufre micronizado 80 %. Se trata de un polvo para espolvoreo que se aplica con un espolvoreador a la dosis de 20 a 30 kg por hectárea.

Mildiu (“Plasmopara vitícola”)

El hongo causante de esta enfermedad ataca a todos los órganos verdes de la vid, pero nunca a la madera. Las temperaturas comprendidas entre 15 y 25 °C, acompañadas de tiempo lluvioso, favorecen el desarrollo de la enfermedad.

▪ Síntomas y daños:

En las hojas, los síntomas se manifiestan por las típicas “manchas de aceite” en el haz. Si el tiempo es húmedo, en el envés aparecen las inflorescencias del hongo en forma de pelusilla blanca. Posteriormente, las hojas se secan parcial o totalmente y acaban cayendo al suelo.

Los racimos se deforman por el ataque del mildiu y quedan en forma de S, recubriéndose de una pelusilla blanca si el tiempo es húmedo, ocurriendo lo mismo en flores y granos recién cuajados. Cuando los granos superan el tamaño de un guisante, no se forma la pelusilla blanca sino que se arrugan y acaban secándose. Los ataques durante el periodo de floración-cuajado pueden ocasionar la pérdida total del racimo.

▪ Tratamiento:

Debe protegerse la vid especialmente en el período crítico, que va desde el inicio de la floración hasta que el grano alcanza el tamaño de un guisante.

Se realizan un mínimo de cuatro tratamientos antimildiu:

1. Antes del inicio de la floración.
2. Entre la floración y el cuajado.
3. Entre el cuajado y los granos “tamaño guisante”.
4. Desde los granos “tamaño guisante” hasta el envero.

Los tres primeros tratamientos se realizan con un producto fungicida de triple modo de acción: contacto, penetrante y sistémico, cuya materia activa es Fosetil-Al 50 % + Folpet 25 % + Cimoxanilo 4 %. Se trata de un polvo mojable que se aplica con un pulverizador a la dosis de 200 a 300 gramos por cada 100 litros de agua. En cada tratamiento se aplica un volumen total de 8 Hl/ha.

Para el cuarto tratamiento se utiliza una asociación de fungicidas de contacto, cuya materia activa es Mancoceb 17,5 % + Oxicloruro de cobre 22 %. Se trata de un polvo mojable que se aplica con un pulverizador a la dosis de 400 a 600 gramos por cada 100 litros de agua. En total se aplican 9 Hl/ha.

3.3 CALENDARIO DE TRATAMIENTOS

Plaga o enfermedad	Momento de aplicación	Materia activa	Dosis	Modo de aplicación
OIDIO	Inflorescencias visibles	Azufre micronizado	10-15 kg/ha	Espolvoreo
MILDIU	Antes inicio floración	Fosetil-Al + Folpet + Cimoxanilo	200-250 g/Hl	Pulverización
OIDIO	Floración	Azufre micronizado	15-25 kg/ha	Espolvoreo
POLILLA	Floración	Clorpirifos	100-150 g/Hl	Pulverización
MILDIU	Cuajado	Fosetil-Al + Folpet + Cimoxanilo	250-300 g/Hl	Pulverización
OIDIO	Fruto tamaño guisante	Azufre micronizado	20-30 kg/ha	Espolvoreo
MILDIU	Fruto tamaño guisante	Fosetil-Al + Folpet + Cimoxanilo	250-300 g/Hl	Pulverización
POLILLA	Fruto tamaño guisante	Clorpirifos	150-250 g/Hl	Pulverización
POLILLA	Inicio del envero	Clorpirifos	100-150 g/Hl	Pulverización
MILDIU	Inicio del envero	Mancoceb + oxiclورو de cobre	400-600 g/Hl	Pulverización

ANEXO V

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

1. SISTEMAS DE RIEGO

La vid es una planta que necesita cantidades relativamente pequeñas de agua para su cultivo, ya que tiene un potente sistema radicular y un gran poder de succión de sus raíces, por lo que se cultiva perfectamente en secano. Sin embargo, en estas condiciones la producción es menor que la obtenida si dispone de agua suficiente durante todo el año, para lo que se necesita regar en los meses de verano. La vid necesita menos agua que otros cultivos, lo que permite un ahorro de este bien escaso.

Describimos a continuación los principales sistemas de riego que podemos aplicar: el riego de superficie o por gravedad, el riego por aspersión y el microrriego o riego localizado.

1.1 RIEGO POR GRAVEDAD

El riego de superficie o por gravedad es el más tradicional. También llamados “riegos a manta” o “riegos en surcos”, se aplican generalmente a parrales y espalderas. Se caracterizan porque requieren un mayor consumo de agua y la utilización de ésta por la planta es menos eficiente.

Entre sus principales ventajas podemos destacar que puede llegar a ser un sistema relativamente barato en terrenos relativamente llanos y que presenta unos costes de labores y mantenimiento moderados.

Sus principales inconvenientes son su elevado consumo de agua, la necesidad de mano de obra para controlar la distribución de agua y el hecho de que requiere terrenos bien nivelados.

1.2 RIEGO POR ASPERSIÓN

El riego por aspersión es una forma de riego aéreo que permite el suministro de agua a las plantas y la aplicación de elementos fertilizantes y fungicidas disueltos en el agua de riego.

Sus principales ventajas son un gran ahorro de agua respecto al riego por gravedad, una buena uniformidad en la distribución del agua, gran simplicidad de las operaciones y una menor necesidad de mano de obra.

Sus principales inconvenientes son el elevado coste inicial de la instalación, la retención de agua entre los racimos y las hojas que favorece ciertas enfermedades, su interferencia en el laboreo y el posible efecto salino sobre las partes verdes de las hojas.

1.3 RIEGO LOCALIZADO

El microrriego o riego localizado es un sistema que localiza y aplica el agua de riego en un entorno de las raíces de la planta, denominado bulbo húmedo, con el fin de que su aprovechamiento sea máximo. El agua se aplica con alta frecuencia, utilizando pequeños caudales a baja presión.

Este riego incluye el riego por goteo y la microaspersión.

Presenta las siguientes características:

- No moja la totalidad del suelo.
- Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- Aplica el agua en las proximidades de las raíces.
- Riega con frecuencia para mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo, en un bulbo húmedo centrado en el sistema radicular de la planta.

Sus principales ventajas son:

- Máxima eficacia de riego (90-95 %).
- Ahorro de agua por un mejor aprovechamiento de la misma.
- Posibilidad de regar si la topografía del terreno es irregular.
- Mayor uniformidad de riego.
- Las partes foliares permanecen secas, lo que reduce los tratamientos fitosanitarios.
- Reducción de malas hierbas, que se concentran sólo alrededor de los goteros.
- Permite la aplicación localizada de abonos mediante fertirrigación con una eficacia elevada.
- Mínimo gasto de energía de las plantas en la absorción de agua y nutrientes al mantenerse el bulbo húmedo a capacidad de campo.
- Aumento de la producción y de la calidad de la uva, ya que las plantas tienen cubiertas en todo momento sus necesidades de agua y de nutrientes.
- Las calles entre líneas de cultivo permanecen secas, por lo que las labores agrícolas no están supeditadas a las aplicaciones del riego.
- Permite el empleo de aguas más salinas.

Sus principales inconvenientes son:

- El diseño y montaje de las instalaciones requiere personal cualificado.

- Alto coste de la instalación.
- Necesidad de mantenimiento y vigilancia del buen funcionamiento de la instalación de riego.
- Necesidad de una mayor especialización por parte del viticultor.

2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Teniendo en cuenta las características, ventajas e inconvenientes de los sistemas anteriormente expuestos, así como las características de las parcelas y la calidad y disponibilidad del agua, se elige como sistema de riego más adecuado el riego localizado por goteo.

Uno de los efectos de los riegos localizados es que las raíces ocupan un menor volumen de suelo, lo que obliga a aplicar los abonos de forma localizada, ya que si se abonase de forma tradicional, parte de los abonos caerían fuera del volumen de suelo ocupado por las raíces y se desaprovecharían. Además, la alta densidad y actividad radicular del bulbo húmedo agotaría rápidamente las reservas del suelo, por lo que deberían reponerse con frecuencia.

En principio, la aplicación localizada y frecuente de los abonos podría realizarse sin añadirlos al agua de riego, pero esto implicaría un encarecimiento de la operación. Como se ha indicado, una de las ventajas más importantes del riego por goteo es la posibilidad de aplicar los fertilizantes de forma localizada mediante fertirrigación, con una eficacia elevada y un coste operacional muy reducido.

Por tanto, se va a instalar un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación.

ANEXO VI

SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO POR GOTEO CON FERTIRRIGACIÓN

1. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se van a detallar los componentes de la instalación de riego localizado por goteo con fertirrigación.

1.1 GRUPO DE BOMBEO

Su función es comunicar al agua la presión necesaria para que llegue a todos los goteros en las condiciones calculadas de caudal y presión. Está compuesto por la bomba y el motor de accionamiento. Actualmente, se emplean tres tipos de grupos de bombeo para el riego: horizontales, verticales y sumergidos. Los grupos horizontales son aquellos en los que la bomba y el motor se encuentran situados en la superficie, sin contacto con el agua, y se utilizan para tomar el agua de balsas o estanques. En los grupos verticales el motor y la bomba van separados. La bomba está sumergida en el agua y el motor se encuentra en la superficie a más de cinco metros de distancia del nivel dinámico del agua. Por último, los grupos sumergidos son aquellos en los que el motor y la bomba están sumergidos juntos a la profundidad requerida para el bombeo.

Las bombas más utilizadas son las centrífugas por su sencillez, bajo coste inicial y de mantenimiento, caudal uniforme, funcionamiento silencioso y adaptabilidad. Las bombas centrífugas pueden ser de superficie o sumergibles. Las superficiales se emplean cuando el agua está muy cerca de la superficie del suelo y se ubican fuera del agua, mientras que las sumergibles se sitúan dentro del agua y se utilizan cuando ésta se encuentra lejos de la superficie.

En nuestro caso, el agua de riego se bombea desde un canal en el que el nivel dinámico del agua está situado 8 m por debajo del cabezal de riego, por lo que se instalará un grupo de bombeo vertical con una bomba centrífuga de tipo sumergible. El motor de accionamiento estará situado al nivel del cabezal de riego y la bomba irá sumergida en el canal aproximadamente 1 m por debajo del nivel del agua. El grupo de bombeo incluirá además una válvula de regulación de caudal.

1.2 CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego está constituido por el sistema de filtrado, el equipo de fertirrigación y elementos de protección, medida y control, como el programador de riego.

1.2.1 Sistema de filtrado

El sistema de filtrado es el componente principal del cabezal. El agua debe someterse a un proceso de filtrado para asegurarnos que circula libre de partículas que sean capaces de ocasionar obturaciones en cualquier parte de la red de riego, especialmente en la salida de los goteros.

El equipo de filtrado estará formado por filtros de arena, cuya finalidad es la de retener las partículas más gruesas, tanto orgánicas (algas, bacterias) como inorgánicas (arenas, limos, arcillas, precipitados), y por filtros de mallas para retener los elementos más finos.

Los filtros de arena consisten en tanques en cuyo interior se coloca una gruesa capa de arena, que actúa como elemento filtrante y cuyo espesor no debe ser menor de 50 cm, a través de la cual pasa el agua a filtrar. El agua entra por una tubería superior y se distribuye en el interior del tanque mediante un deflector para evitar que el chorro de agua remueva la arena. El tanque dispone de dos bocas para la carga y la descarga de la arena y de un purgador, ya que el aire se acumula con frecuencia. La salida del agua filtrada tiene lugar por una tubería inferior, la cual se prolonga en el interior del tanque en unos colectores perforados y revestidos de malla para evitar el arrastre de la arena.

A diferencia de los filtros de arena, que retienen las impurezas en profundidad, los de mallas realizan una retención superficial y se utilizan como elementos de seguridad después de los filtros de arena. El agua pasa a través de una malla, apoyada en un soporte cilíndrico de acero inoxidable, quedando retenidas las partículas en la parte interna de la misma.

1.2.2 Equipo de fertirrigación

El equipo de fertirrigación estará formado por depósitos de fertilizante, destinados a almacenar las soluciones de fertilizante que se van a aplicar, y bombas inyectoras de abono, que las inyectan en la red de distribución a una presión superior a la del agua. Asimismo, si se emplean abonos solubles es recomendable utilizar agitadores, normalmente de inyección de aire o de hélice, con el fin de mantener homogénea la disolución y evitar precipitaciones.

Los depósitos están conectados en paralelo a la red de distribución y las bombas inyectoras inyectan las soluciones en el tramo comprendido entre los filtros de arena y los de mallas. De esta forma, no se favorece la formación de algas en los filtros de arena, y en los filtros de mallas quedan retenidas las impurezas de los fertilizantes y los precipitados que puedan formarse.

1.2.3 Programador de riego

Se instalará un programador de riego que se encargará de la programación automática del riego y el control de la fertirrigación, efectuando estos controles por tiempo. Si se interrumpiera el suministro de corriente eléctrica, al reanudarse de nuevo, el programador continuará el programa de riego donde se interrumpió, sin incrementar el tiempo de riego. Realizaría una pausa en el programa, pero nunca se reiniciaría el mismo.

1.2.4 Elementos de protección, medida y control

A la salida del grupo de bombeo se instalará un caudalímetro para medir el caudal de agua que circula por la tubería y comprobar que la motobomba bombea el caudal de agua necesario. Además, se colocará una válvula de retención para evitar el retroceso del agua durante el funcionamiento del motor y en las paradas, debido a la diferencia de presiones. Se va a instalar también un regulador de presión para proteger la red de posibles sobrepresiones.

Se colocarán manómetros a la salida del grupo de bombeo así como antes y después de ambos tipos de filtros, con objeto de medir la presión del agua dentro de la tubería y observar posibles pérdidas de carga u otras anomalías.

1.3 RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución estará formada por las tuberías y los elementos singulares necesarios para adaptar la red de tuberías a la forma de las parcelas a regar.

1.3.1 Tuberías

Se entiende por red principal de riego a aquella tubería que conecta el cabezal de riego con las tuberías terciarias. La distinción entre tubería primaria y secundaria responde sólo al orden que ocupan a partir del cabezal de riego. De las tuberías terciarias parten las tuberías laterales o ramales portagoteros, colocadas longitudinalmente a lo largo de las líneas de cepas, que distribuyen el agua mediante dispositivos denominados emisores o goteros.

Las tuberías que se utilizan en riego localizado son normalmente de plástico, siendo los materiales más frecuentes el PVC (cloruro de polivinilo) y el polietileno. El PVC suele emplearse en tuberías con diámetros mayores de 50 mm y el PE en tuberías de hasta 50 mm de diámetro. Las características que las hacen muy adecuadas son su bajo coste para las presiones y caudales empleados en riego localizado, su baja rugosidad interior y el hecho de ser muy ligeras y no alterarse apenas ante fertilizantes y otras sustancias químicas.

Las tuberías de la red principal de riego (primaria y secundaria) y las tuberías terciarias serán de PVC. La norma que se aplica a estas tuberías es la UNE 53112, que indica que deben ser cilíndricas, rectas, sin ondulaciones ni estrías u otros defectos que puedan alterar su uso normal. Deben ir siempre enterradas, ya que su vida se ve muy reducida por la exposición prolongada a los rayos solares.

El material más apropiado para los ramales portagoteros es el PEBD (polietileno de baja densidad), ya que es flexible y fácilmente manejable, lo que facilita su instalación incluso de forma mecanizada. La norma aplicable a estas tuberías es la UNE 53131.

1.3.2 Elementos singulares

Son piezas especiales (uniones, codos, té, etc.) diseñadas para conectar dos tubos, cambiar su dirección, conectar más de dos entre sí, etc.

La unión entre tuberías de PVC suele realizarse mediante junta elástica para los diámetros más usuales, a partir de 60 mm inclusive, y por encolado para diámetros inferiores. La unión entre tuberías de PEBD se realiza mediante juntas mecánicas.

1.4 MECANISMOS EMISORES DE AGUA

El riego localizado por goteo utiliza goteros o emisores a través de los cuales el agua sale gota a gota y se infiltra en el suelo en el mismo punto en que cae. La mayoría de los goteros trabajan a presiones en torno a los 10 m.c.a. con caudales unitarios que oscilan entre 2 y 16 l/h (goteros de bajo caudal), siendo los más utilizados los de 4 litros/hora.

A la hora de elegir un emisor, se deben tener en cuenta las siguientes características:

- Caudal uniforme y constante, poco sensible a las variaciones de presión.
- Poca sensibilidad a obstrucciones y cambios de temperatura.
- Reducida pérdida de carga en el sistema de conexión.
- Bajo coste.
- Alta uniformidad de fabricación.
- Resistencia a la agresividad química y ambiental, a las operaciones agrícolas y al ataque de insectos y/o roedores.

Por su comportamiento hidráulico, podemos distinguir entre goteros *normales o estándar*, que proporcionan más caudal cuanto mayor sea la presión existente, y goteros *autocompensantes*, que arrojan un caudal más o menos constante, aunque varíe la presión de entrada, en un determinado rango de presiones. Éstos últimos son recomendados para lugares en los que hay grandes diferencias de presión debidas a desniveles topográficos o a grandes pérdidas de carga, pero con el paso del tiempo las variaciones de temperatura pueden hacer que pierdan su capacidad de autocompensación.

Se van a instalar goteros normales, ya que en las parcelas los desniveles no son lo suficientemente importantes como para utilizar autocompensantes, cuyo coste además es más elevado. En general, los goteros estándar pueden ser de largo conducto, de orificio o tipo vortex.

- Entre los goteros de largo conducto, podemos distinguir:

- *Microtubos*: son tubos de polietileno de entre 0,6 y 2 mm de diámetro y longitud variable. Entre sus ventajas, destaca su bajo coste y el hecho de que se pueden uniformar los caudales cortando los microtubos a la longitud adecuada. Sin embargo, presentan una alta sensibilidad a las variaciones de temperatura y presión y mayor riesgo de obturaciones.

- *Goteros helicoidales*: variantes de los microtubos en los que el agua sigue una trayectoria helicoidal. Proporcionan un caudal de 2 a 4 litros/hora, siendo muy sensibles a las obturaciones.

- *Goteros de laberinto*: el agua sigue una trayectoria tortuosa, lo que les hace trabajar en régimen turbulento. Son muy poco sensibles a las variaciones de temperatura y menos que los helicoidales a la presión y a las obturaciones.

- En los goteros de orificio el agua sale a través de uno o varios orificios de pequeño diámetro, donde se disipa la presión disponible y tiene lugar la mayor pérdida de carga. Son muy sensibles a las obturaciones.

- Los goteros tipo vortex tienen una cámara circular en la que se produce un movimiento del agua en espiral, creándose una gran pérdida de carga. Son muy sensibles a las obturaciones.

Se van a utilizar goteros de largo conducto tipo laberinto, que trabajan en régimen turbulento, tanto por sus ventajas arriba mencionadas como por su coste. Su conexión será interlínea y vendrán integrados en el ramal de riego.

1.5 DISPOSITIVOS DE MEDIDA Y CONTROL

En una instalación de riego localizado existen una serie de elementos de medida y control con funciones diversas que permiten manejar el riego de forma adecuada, realizando algunas operaciones de forma automática. En función de la complejidad de la instalación y de dichos elementos, el grado de automatización será mayor o menor.

Se van a utilizar caudalímetros y manómetros para medir el caudal y la presión del agua en determinados puntos de la instalación. Es imprescindible medir la presión tanto a la salida del grupo de bombeo como a la entrada y salida de los filtros.

Los reguladores se emplean para regular tanto el caudal como la presión del agua en distintos puntos de la instalación, manteniendo el caudal y la presión de salida constantes dentro de un determinado rango de variación. Las válvulas permiten controlar el paso de agua por las tuberías y, según su accionamiento, pueden ser manuales (de compuerta, mariposa, etc.) o automáticas (hidráulicas, electroválvulas, etc.).

En las conexiones entre tuberías secundarias y terciarias se instalará una válvula automática seguida de un regulador de presión, protegidos mediante una

arqueta de riego. El regulador de presión se instala con objeto de asegurar una determinada presión aguas abajo de su emplazamiento y garantizar el caudal necesario y la uniformidad del riego. Las válvulas automáticas permiten controlar el riego y pueden ser accionamiento hidráulico o eléctrico. Pese a su mayor coste, se prefiere la utilización de electroválvulas por su facilidad de automatización. Serán “normalmente cerradas”, con cierre progresivo para proteger las tuberías de sobrepresiones.

2. MONTAJE

2.1 ESPALDERA

Previamente a la instalación del sistema de riego se procederá a renovar la espaldera, sustituyendo los postes cabeceros y colocando un nuevo alambre que soportará los ramales portagotos. Los postes cabeceros se sustituyen con el fin de mejorar la solidez de la espaldera. Los postes intermedios se encuentran en buen estado y no se sustituirán. Se van a colocar postes de acero galvanizado, de 2,20 m de longitud y 2 mm de espesor, con perforaciones para poder colocar tensores, uno por alambre, y los alambres a las distintas alturas. Los postes se clavarán a 50 cm de profundidad, formando un ángulo de 60° con la horizontal. Se va a añadir un nuevo alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro, a 30 cm del suelo, que será el que soporte los ramales portagotos.

Los postes se colocarán mediante máquinas clavadoras y se sujetarán al terreno con un anclaje tipo hélice galvanizada de 15 cm de diámetro y 2,7 mm de espesor, que se colocará de forma mecánica e irá enterrado a 1 m de distancia y 70 cm de profundidad. La colocación de los alambres se realiza mediante una máquina devanadora que se acopla a un tractor. Los tensores serán de tipo carraca galvanizada.

Se van a instalar 974 postes cabeceros, cada uno con su correspondiente anclaje y tensores, y 33.607 m de alambre. Los rollos de alambre son de 1.170 m, por lo que se necesitarán 29 rollos. La instalación será realizada por una empresa especializada.

2.2 SISTEMA DE RIEGO

La instalación y montaje del sistema de riego serán realizados por personal especializado. La primera operación a realizar es la apertura de las zanjas donde van a ir enterradas las tuberías de la red principal de riego y las tuberías terciarias, lo cual se realiza mediante una retroexcavadora. Se abrirán zanjas de 1 m de profundidad y 80 cm de anchura, en cuya base se colocará una capa de 10-15 cm de tierra fina, procediendo después al tendido de las tuberías, que se cubrirán con unos centímetros más de tierra. Dicha tierra ayudará a proteger las tuberías de posibles roturas por el paso de la maquinaria. Como ya se ha indicado, en las uniones de tuberías secundarias y terciarias va instalada una

electroválvula y un regulador de presión, protegidos mediante una arqueta. La conexión entre el programador de riego y las electroválvulas se realiza mediante una línea eléctrica enterrada junto a la red principal de riego.

Posteriormente, se instalará el cabezal de riego y el grupo de bombeo. Finalmente, se procederá a colocar los ramales portagotos, uno por cada línea de cultivo. Los ramales se colgarán con un poco de comba del primer alambre, a 30 cm del suelo, ocupando los goteros las posiciones más bajas para que el agua no escurra por la superficie exterior de la tubería, ya que esto modificaría el porcentaje de suelo mojado y se produciría una disminución del coeficiente de uniformidad.

Una vez instaladas las tuberías, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas. En la primera, se cubren con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de la instalación, que se lleva a cabo para detectar la posible existencia de fugas. En la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

3. CHEQUEO

Una vez realizada la instalación, habrá que revisarla periódicamente para garantizar su correcto funcionamiento.

- ✓ Se comprobará que el agua llega a los goteros a la presión adecuada. El control de la uniformidad de los goteros se deberá realizar como mínimo una vez al año, al inicio de la campaña de riego. Se debe verificar que todos proporcionan la misma cantidad de agua o, en el peor de los casos, que la diferencia entre los que suministran más y menos caudal no supera el 10 %.

Los problemas de obturación de los goteros suelen detectarse cuando el taponamiento está bastante avanzado y la limpieza suele resultar más cara, por lo que se recomienda la prevención. Es preferible sustituir un gotero obstruido antes que intentar desatascarlo con un alambre, ya que se podría dañar.

- ✓ En cada derivación se comprobará la presión y el funcionamiento estanco de los empalmes y uniones de los diferentes accesorios y tomas, ya que pueden aparecer fugas y taponamientos. Éstos pueden producirse por causas físicas (arena, piedras, etc.), químicas (precipitados de fertilizantes o del agua de riego) y biológicas (raíces, insectos, etc.).

Se deberá revisar el final de las tuberías laterales para comprobar que los tapones cierran correctamente.

- ✓ El sistema de filtrado debe estar siempre limpio. Se deberá mantener la diferencia de presión entre la entrada y la salida del agua en los niveles descritos en las especificaciones. En caso contrario, se procederá a limpiar los filtros.

Se comprobará que el equipo de fertirrigación funciona de acuerdo con las características requeridas de caudal, pérdidas de carga y tiempo.

Además, se verificará el correcto funcionamiento de los elementos de protección, medida y control.

- ✓ Se comprobará que el grupo motobomba suministra el agua a la presión y caudal requeridos.

4. MANTENIMIENTO

El mantenimiento se lleva a cabo al comienzo de cada temporada de riego, durante la temporada y al final de la misma.

- ✓ Al inicio de cada campaña se realizará una limpieza a fondo mediante la inyección de ácido nítrico o fosfórico en las tuberías y se dejará dormir un día. Al día siguiente, se limpiarán con agua a mayor presión de lo habitual y con los terminales de los laterales destapados para evacuar los restos o la suciedad acumulada en su interior. A continuación, se seguirá el programa de riego.

Asimismo, se comprobará el funcionamiento del cabezal y se verificará la presión de la red en los diferentes ramales.

- ✓ Durante la campaña se revisará periódicamente los manómetros y el estado de limpieza de los filtros, siempre que se observen anomalías o se produzcan cambios en la programación.

Con aguas no muy calizas, como es nuestro caso, el uso de ácido fosfórico comercial una vez al mes y a razón de 2-5 kg/ha es suficiente para prevenir los depósitos calizos en tuberías y goteros. La utilización de abonos ácidos disminuye las dosis de corrección y, en algunos casos, puede llegar a eliminarlas completamente.

- ✓ Al final de la temporada de riego, se recomienda realizar un tratamiento a dosis doble de ácido.

ANEXO VII
FERTIRRIGACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La fertirrigación es una técnica basada en la aplicación de los fertilizantes disueltos en el agua de riego, de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado. Su objetivo principal es aprovechar el flujo de agua del sistema de riego para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan preferentemente las raíces, con lo cual se optimiza el uso del agua y de los nutrientes.

Sus principales ventajas son:

- Mayor facilidad de aplicación de los fertilizantes, con una alta eficacia y un coste operacional reducido.
- Disminución de la cantidad necesaria de fertilizantes debido a su mayor pureza, la localización en las proximidades de las raíces y las menores pérdidas por lavado y volatilización.
- Ausencia de limitaciones propias de la fertilización convencional, como el mal tiempo o el suelo húmedo.
- Dosificación más exacta y controlada de los elementos nutritivos, lo que permite adecuar el abonado a las necesidades del cultivo en cada momento, con capacidad de reacción ante necesidades puntuales.
- Mejor asimilación y rapidez de actuación de los nutrientes al localizarse en la zona húmeda de máximo desarrollo y absorción radicular, logrando una mejor respuesta agronómica que la fertilización convencional.
- Mejor distribución de los elementos nutritivos, tanto en superficie como en el perfil del suelo, ocupando los nutrientes todo el bulbo húmedo creado por el emisor. Esto permite una mayor movilidad del fósforo y el potasio en el suelo y evita su acumulación en superficie como en la fertilización convencional.
- Menor compactación del suelo, pues se evita el paso de maquinaria para fertilizar.
- Posibilidad de usar las instalaciones para aplicar otros productos, como herbicidas.
- Incremento del rendimiento y mejora de la calidad de la cosecha.

Sus principales inconvenientes son:

- Mayor coste de inversión inicial (instalaciones y equipos).
- Necesidad de un sistema de riego con buena uniformidad para garantizar la correcta distribución en el suelo.

- Posibles obturaciones causadas por precipitados que aparecen debido a la incompatibilidad de los fertilizantes entre sí o con el agua de riego, o debidas a una disolución insuficiente.
- Posible mayor coste de la unidad fertilizante al tener que utilizar abonos solubles y compatibles con el agua de riego para evitar precipitados.
- Aumento de la salinidad del agua de riego.
- Necesidad de mantenimiento y vigilancia del buen funcionamiento de la instalación y de una mayor especialización por parte del viticultor.

2. PRODUCTOS UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN

2.1 REQUISITOS A CUMPLIR

Solubilidad

Los productos usados en fertirrigación deben tener un grado de solubilidad suficiente para evitar obturaciones causadas por partículas sin disolver. Antes de su aplicación hay que preparar una disolución concentrada (disolución madre), por lo que es necesario conocer su grado de solubilidad para saber la cantidad máxima que se puede añadir a una determinada cantidad de agua.

La solubilidad varía con la temperatura de la disolución, por lo que deberá conocerse las características y condiciones de trabajo de los productos en estado puro y disueltos en agua.

Salinidad

La concentración salina de la disolución del suelo influye en el esfuerzo de succión que realiza la planta para absorber el agua. Si el agua es de buena calidad, se pueden utilizar sin problema concentraciones altas en el abonado.

Acidez

El pH de los productos varía al mezclarlos y disolverlos, condicionando el pH final de la solución que se aplicará al suelo, por lo que debemos saber cómo y con qué parámetros varía. Interesa mantener reacción ácida (pH entre 2 y 4) para facilitar la solubilización de los compuestos de calcio y evitar precipitaciones calcáreas en las conducciones.

Pureza

Los productos deben tener un alto grado de pureza para evitar sedimentos o precipitados que obstruyan la instalación de riego, lo cual puede reducir tanto la eficacia del riego como de la fertilización, afectando a la producción de forma negativa.

Toxicidad

Hay que evitar la incorporación de elementos tóxicos o no deseables como el cloro, el sodio o un exceso de magnesio, ya que añadidos a los existentes en el agua de riego pueden llegar a dosis perjudiciales.

Compatibilidad de las mezclas

Los productos utilizados en la preparación de las soluciones deben ser compatibles entre ellos y con el agua de riego. Por tanto, será necesario conocer sus compatibilidades e interacciones para evitar reacciones químicas que originen productos sólidos insolubles. En general, deben evitarse las mezclas de productos que contienen sulfatos o fosfatos con los que contienen nitrato cálcico, cloruro potásico, etc. También hay que tener en cuenta el antagonismo entre el potasio y el magnesio, que no podrán aplicarse juntos.

Por último, los productos deben ser de manejo no peligroso y no ser corrosivos para los materiales de la instalación.

2.2 FERTILIZANTES SÓLIDOS SOLUBLES

Los fertilizantes sólidos usados en fertirrigación son sales puras cristalinas con una alta solubilidad en agua y, generalmente, de mayor precio que los abonos sólidos tradicionales. Antes de inyectarlos en el sistema de riego hay que disolverlos en un tanque para obtener la disolución madre, en cuya preparación habrá que tener en cuenta las características de solubilidad de cada abono y, en el caso de que se mezclen distintos tipos, su compatibilidad. Interesa que la acidez resultante sea elevada para evitar precipitaciones que puedan obturar los goteros, por lo que suelen tener reacción ácida (pH entre 2 y 4).

A nivel comercial, podemos encontrar los siguientes:

- ✓ Nitrato amónico: es uno de los productos con mayor solubilidad y más recomendados para fertirrigación. Contiene un 33,5 % en nitrógeno, la mitad en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal. La disolución madre se prepara con una parte de abono y dos de agua. Reduce la temperatura y el pH del agua.
- ✓ Sulfato amónico: es un producto bastante soluble que contiene nitrógeno amoniacal (21 % N) y azufre (23 % S). Puede presentar problemas si se usa con aguas de alto contenido en calcio. La disolución madre se prepara con una parte de abono y cuatro de agua. Presenta ciertos problemas de salinidad.
- ✓ Urea: es un producto orgánico con un 46 % de nitrógeno en forma ureica y una alta solubilidad. Para la preparación de la disolución madre se utiliza una parte de abono y dos de agua. Reduce bastante la temperatura, pero no acidifica ni saliniza el agua, resultando muy apropiado con aguas o suelos salinos. Su

gran solubilidad y falta de retención por el suelo puede provocar pérdidas importantes por lixiviación o lavado si no se controla bien su aplicación.

✓ Nitrato potásico: a pesar de ser menos soluble que los anteriores, es un producto muy utilizado en fertirrigación por aportar tanto nitrógeno (13 % N) como potasio (46 % K_2O), con el efecto sinérgico correspondiente, y tener una excelente composición para la absorción de ambos elementos. La disolución madre se prepara con una parte de abono y cinco de agua.

✓ Fosfato monoamónico: su excelente composición (12 % N y 60 % P_2O_5) hace que sea uno de los productos más utilizados. La disolución madre se prepara con una parte de abono y cuatro de agua y requiere una buena agitación. Tiene bajo efecto salinizante y reacción ácida. Si se usa con aguas alcalinas, se aconseja corregirlo con ácido nítrico.

✓ Fosfato de urea: tiene una composición del 17 % N y 44 % de P_2O_5 . La disolución madre se prepara con 25-35 kg de abono por cada 100 l de agua. Por su marcada reacción ácida, previene las precipitaciones cálcicas.

✓ Sulfato potásico: su grado de solubilidad es bastante bajo comparado con los anteriores, pero es muy utilizado como fuente de potasio. Su composición es del 50 % K_2O y 17 % S. Su contenido en azufre puede causar problemas si se utiliza con aguas de riego de alto contenido en sulfatos. La disolución madre se prepara con una parte de abono y nueve de agua.

✓ Complejos sólidos: abonos complejos que incorporan 2 ó los 3 elementos nutritivos principales: nitrógeno, fósforo y potasio. Permiten alcanzar cualquier tipo de fórmula y equilibrio de dichos nutrientes, por lo que pueden fabricarse con un amplio abanico de fórmulas y proporciones de equilibrio. Esto les permite ajustarse a las distintas necesidades de fertilización para cada caso particular. Sus principales componentes son los productos que hemos descrito anteriormente, como la urea, sales potásicas, fosfatos amónicos, etc.

2.3 FERTILIZANTES LÍQUIDOS O SOLUCIONES

Los fertilizantes sólidos solubles son de gran calidad, pero presentan como inconveniente el hecho de tener que preparar previamente una disolución madre, lo que obliga a disponer de un depósito con agitador. El empleo de fertilizantes líquidos no requiere la preparación previa de una disolución madre y, además, su uso reduce el riesgo de precipitaciones y, con ello, de obturaciones en el sistema de riego. Sin embargo, su coste es más elevado que el de los abonos sólidos.

Son soluciones ácidas (pH entre 1 y 2), por lo que tienen que transportarse y guardarse en depósitos especiales resistentes a los ácidos.

A nivel comercial, se pueden encontrar los siguientes:

- ✓ Amoníaco anhidro: se trata de nitrógeno amoniacal con un 82 % N. Es la materia prima básica de todos los productos nitrogenados.
- ✓ Solución nitrogenada del 20 % de N: solución diluida de nitrato amónico con características análogas a dicho producto (la mitad del N en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal), muy apropiada para su uso en fertirrigación. Tiene un pH ligeramente ácido y puede acidificarse aún más en función de la calidad del agua de riego.
- ✓ Solución nitrogenada del 32 % de N: solución en la que el nitrógeno se encuentra presente en forma amoniacal (25 %), nítrica (25 %) y ureica (50 %), presentando grandes ventajas y gran flexibilidad para su uso en fertirrigación. Tiene baja incidencia salinizante y su reacción es neutra o ligeramente alcalina. Su problema es su alto contenido en N ureico, cuya transformación a la forma nítrica es algo lenta.
- ✓ Nitrato de cal líquido: solución de nitrato de cal con un 8 % N en forma nítrica, que se utiliza preferentemente para aportar calcio (16 %), corrigiendo o previniendo la carencia de este elemento.
- ✓ Nitrato de magnesio líquido: solución de nitrato de magnesio con 7 % N, que se utiliza preferentemente para aportar magnesio (9,5 %), corrigiendo o previniendo la carencia de este elemento.
- ✓ Ácido nítrico: tiene una concentración del 56,5 % y contiene un 13 % N en forma nítrica. Más que como fertilizante, se utiliza como corrector de pH en la preparación de disoluciones madre para evitar problemas de insolubilización en la aplicación de las soluciones. Su utilización conlleva un alto riesgo por ser muy corrosivo.
- ✓ Ácido fosfórico: se está usando cada vez más como fuente de fósforo. Dependiendo del grado de disolución, la riqueza en P_2O_5 oscila entre el 40-52 %. El producto más rico (52 % P_2O_5) tiene una concentración del 75 %. Su reacción es muy acidificante, siendo de gran interés para reducir el pH del suelo o el de las soluciones. Para evitar el riesgo de corrosión, basta con diluirlo.
- ✓ Solución de potasa: solución diluida de cloruro potásico, con una riqueza del 10 % K_2O y 3 % S, y un pH muy ácido. Se utiliza como fuente de potasio cuando se utilizan fertilizantes líquidos simples como fuente de N y P_2O_5 .
- ✓ Complejos líquidos: soluciones que contienen, en distintas proporciones, 2 ó los 3 elementos nutritivos principales. Al ser soluciones puras pueden añadirse directamente al agua de riego, pero presentan limitaciones en el contenido total de nutrientes (inferior al 30 %) y posible riesgo de falta de micronutrientes. Otro inconveniente es su elevado coste. Según las características del agua, puede ser aconsejable usar soluciones con pH neutro o ácido.

2.4 COMPORTAMIENTO DE LOS NUTRIENTES

El comportamiento de los nutrientes aportados mediante fertirrigación tiene características específicas.

Nitrógeno

Es un elemento muy lavable, por lo que se vigilará su presencia continua en el bulbo, resultando aconsejable su suministro de forma fraccionada durante el desarrollo del cultivo.

Se descartan tanto las formas amoniacales como las ureicas por no ser bien retenidas en el suelo y tardar varias semanas en transformarse en formas nítricas, debiendo darse, además, unas condiciones de humedad y temperatura óptimas.

Fósforo

Es un elemento poco móvil y bien retenido por el poder fijador del suelo, aunque el riego localizado hace que se mueva con mayor facilidad. Por ello, es un elemento fácilmente asimilable por el cultivo durante más tiempo.

Las pérdidas por lavado son prácticamente insignificantes.

Potasio

Al igual que el fósforo, es un elemento poco móvil y bien retenido por el suelo, que se mueve más fácilmente cuando se aplica mediante fertirrigación. En estos casos, puede desplazarse hacia los bordes del bulbo y ser lavado, teniendo una mayor persistencia que el nitrógeno.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Como se ha comentado anteriormente, a la hora de aplicar fertilizantes por fertirrigación hay que asegurarse de que no se obturen los sistemas de riego con precipitados o impurezas.

– Los productos nitrogenados no presentan problemas en este sentido, con la excepción del amoníaco y sus soluciones, que aumentan el pH de la solución y, con ello, el riesgo de que se produzcan precipitados de sales que obturarían los goteros.

– El uso de productos fosfatados puede provocar problemas de obturación, sobre todo en aguas muy calizas, lo cual se puede evitar reduciendo el pH de la solución. Para ello, se puede emplear fosfato monoamónico, que tiene reacción ácida, o bien se añade ácido nítrico a la mezcla.

– El empleo de sales potásicas solubles no presenta problemas importantes de precipitación ni de obturación.

Por otro lado, en aquellos casos en que las características del agua de riego y del suelo supongan que existe riesgo de salinización, se deberá tener en cuenta el contenido en sales de los fertilizantes que se van a utilizar. En nuestro caso, los análisis de suelo y de agua de riego muestran que sus características no suponen riesgo de salinidad.

Asimismo, debemos tener en cuenta que los abonos disueltos incrementan la conductividad eléctrica del agua de riego. Si ésta llega a ser elevada puede ser muy perjudicial para la planta, por lo que se recomienda no superar el umbral de salinidad de la vid, de 1,5 mmhos/cm, en el extracto de saturación del suelo.

Las características de los productos que más se utilizan en fertirrigación se muestran en la siguiente tabla:

Productos	Riqueza de nutrientes (%)				Solubilidad (g/l)	Densidad (kg/l)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Otros		
Nitrato amónico	33,5	0	0		2.190 (20 °C)	
Sulfato amónico	21	0	0	23 (S)	750 (20 °C)	
Urea	46	0	0		1.033 (25 °C)	
Nitrato potásico	13	0	46		316 (20 °C)	
Fosfato monoamónico	12	60	0		434 (27 °C)	
Fosfato de urea	17	44	0		960 (20 °C)	
Sulfato potásico	0	0	50	17 (S)	110 (20 °C)	
Solución nitrogenada 20 %	20	0	0			1,26
Solución nitrogenada 32 %	32	0	0			1,32
Ácido nítrico	13	0	0			1,36
Ácido fosfórico 75 %	0	52	0			1,6
Solución de potasa	0	0	10	3 (S)		1,15

Fuente: Domínguez Vivancos, A., Tratado de fertilización

Variación de la salinidad (mmhos/cm) de una solución en función de la concentración de fertilizantes (g/l):

Fertilizante	Concentración en gr/l			
	0,25	0,50	1,00	2,00
Sulfato amónico	0,54	1,04	2,14	3,45
Nitrato amónico	0,49	0,78	0,94	2,78
Urea	4,47	6,61	6,64	7,41
Nitrato potásico	0,34	0,64	1,27	2,44
Solución 20% N	0,40	0,70	1,30	–
Solución 32% N	0,32	0,58	1,10	2,29
Acido fosfórico 54%	0,50	1,00	1,70	–
Acido fosfórico 75%	0,51	1,00	1,67	2,74
Sulfato potásico	0,32	0,73	1,41	2,58
MAP	0,20	0,41	0,80	1,57

Fuente: Pizarro, F. (1.996), Riegos Localizados de Alta Frecuencia

3. FERTIRRIGACIÓN DE LA VIÑA DE VINIFICACIÓN

La vid, al ser una planta leñosa, no presenta una respuesta inmediata a la fertilización, sino a medio y largo plazo. En consecuencia, no se debe esperar una respuesta anual a la misma, pero debe realizarse regularmente para garantizar una producción media más elevada y uniforme.

El empleo de la fertirrigación asegura una respuesta mucho más rápida al abonado que con la fertilización convencional. No existe una gran experiencia en la fertirrigación de la vid, por lo que las necesidades se calculan sobre la base de la fertilización tradicional. Se debe tener en cuenta que la aplicación de abonos se realiza sólo en el bulbo húmedo, por lo que su aprovechamiento por la planta es casi total.

Como se indica en el apartado de fertilización, en base a la composición del suelo y para una producción de 12.000 kg/ha, las unidades de fertilización necesarias para el abonado son:

Nitrógeno	108 UF/ha
Fosfórico	54 UF/ha
Potasa	210 UF/ha

El uso de la técnica de fertirrigación permite disminuir las dosis de N y K_2O en un 20 % y la de P_2O_5 en un 35 %. Una vez instalado el sistema de riego por goteo con fertirrigación, se espera alcanzar una producción aproximada de 15.360 Kg/ha, en las condiciones más desfavorables. Por tanto, las necesidades de fertilización quedan de la siguiente forma:

Nitrógeno	111 UF/ha
Fosfórico	45 UF/ha
Potasa	215 UF/ha

Es muy importante distribuir estas necesidades a lo largo de todo el ciclo de la viña, que se puede dividir en tres períodos importantes para el desarrollo de la fertirrigación:

- El inicio del desarrollo vegetativo tiene lugar a comienzos de primavera. Tras la brotación, se produce la foliación o aparición de las hojas en abril y mayo. Las hojas, con sus múltiples funciones, son los órganos más importantes de la vid. A finales de mayo o principios de junio aparecen los embriones de las flores y la floración se produce en pleno mes de junio. La floración determina el volumen de la cosecha y la fecha de comienzo de la vendimia, por lo que una floración tardía supone una vendimia tardía.

Durante este período debe aportarse la mayor parte de las necesidades de nitrógeno, ya que en él se produce el mayor desarrollo vegetativo.

- La fecundación y fructificación tiene lugar a finales de junio o en el mes de julio, momento en que las flores comienzan a dar pequeños frutos. A partir de este momento, toda la planta empieza a ponerse al servicio del fruto que irá creciendo poco a poco.

En este período, debe incrementarse considerablemente la aportación de potasio para los procesos de maduración del fruto.

- A lo largo del verano la uva comienza a cambiar de color, momento que recibe el nombre de envero. Las variedades blancas pasan del verde al amarillo. Durante el mes de agosto y hasta la recolección debe reducirse la aportación de nutrientes para no perjudicar el proceso de maduración. Se aportará únicamente potasio, cesando la aportación de nitrógeno y fósforo.

La siguiente tabla muestra una distribución racional de las necesidades de nutrientes a lo largo de los meses de riego.

Meses	Requerimientos de nutrientes (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Mayo	45	15	45
Junio	45	15	45
Julio	21	15	90
Agosto	0	0	35
Total	111	45	215

4. PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN

4.1 FERTILIZANTES A APLICAR

A la hora de elegir los fertilizantes a aplicar, se deberán considerar los requisitos mencionados anteriormente (solubilidad, salinidad, acidez, pureza, compatibilidad, etc.), la forma más asimilable de cada fertilizante para la planta y la disponibilidad y coste de los productos. En base a estas consideraciones y teniendo en cuenta la recomendación de distribuir los aportes a lo largo del ciclo del cultivo, vamos a aplicar complejos sólidos NPK en mayo, junio y julio, y sulfato potásico para cubrir las necesidades de potasio en el mes de agosto.

- ✓ Los complejos sólidos NPK son sólidos cristalinos totalmente solubles en agua, de manera que no presentan problemas de solubilidad. Incorporan los tres elementos nutritivos, de manera que no hay que preocuparse por la pureza y la compatibilidad de los productos ni por el pH de la disolución resultante, como ocurre si se mezclan distintos tipos de abonos sólidos. Además, su coste es razonable en relación a otros productos usados en fertirrigación.
- ✓ El sulfato potásico es un producto habitualmente utilizado en fertirrigación como fuente de potasio (50 % K₂O). Es una sal potásica soluble, cuyo uso no presenta problemas importantes de precipitación ni de obturación. Su contenido en sulfatos tampoco resulta un problema, ya que el agua de riego es de buena calidad y bajo contenido en sulfatos.

En base a la distribución de las necesidades de nutrientes a lo largo de los meses de riego, vamos a aplicar un complejo de equilibrio 15-5-15 en mayo y junio y un complejo 7-5-30 en el mes de julio. Dichos complejos incorporan además microelementos quelatados (Mg, Mn, Fe, Cu, Mo, Zn, B). La aportación de potasio en agosto se realiza aplicando sulfato potásico 50 % K₂O.

4.2 FORMA DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Se realizará una fertirrigación continua, en la que el período de aplicación de los fertilizantes es el mismo que el período de riego. En la siguiente tabla se

muestra las cantidades de producto que se van a aportar en cada uno de los meses de riego:

Meses	Abonos sólidos solubles (kg/ha)		
	Complejo 15-5-15	Complejo 7-5-30	Sulfato potásico 50% K ₂ O
Mayo	300	0	0
Junio	300	0	0
Julio	0	300	0
Agosto	0	0	70
Total	600	300	70

Al aplicarse abonos sólidos solubles, deberá prepararse previamente una disolución madre que es la que se incorpora al agua de riego. La disolución de abonos complejos se prepara disolviendo 20 kg de producto en 100 litros de agua y la de sulfato potásico se prepara con una parte de abono y nueve de agua.

La siguiente tabla muestra el volumen de disolución madre de cada uno de los productos que se va a aportar a lo largo de los meses de riego:

Meses	Disoluciones madre (l/ha)		
	Complejo 15-5-15	Complejo 7-5-30	Sulfato potásico 50% K ₂ O
Mayo	1.500	0	0
Junio	1.500	0	0
Julio	0	1.500	0
Agosto	0	0	700
Total	3.000	1.500	700

La forma de aplicación de los fertilizantes que suele usarse en los riegos por goteo es la aplicación a tres fases. Esta modalidad supone que no se mantiene la proporcionalidad entre el agua y el abonado, existiendo dos períodos de riego sin abonado. Se recomienda comenzar y finalizar el riego sólo con agua, por lo que la frecuencia sería agua – agua más abonado – agua.

Se realizará una aplicación a tres fases durante todo el período de riego, no suministrándose fertilizantes durante los primeros y últimos 20 minutos de cada turno de riego.

ANEXO VIII

DISEÑO AGRONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN

El diseño agronómico es el componente fundamental en cualquier proyecto de riego, ya que en él se basarán los posteriores cálculos hidráulicos. De nada servirán unos cálculos hidráulicos muy precisos o una perfecta elección de los automatismos, si se parte de un diseño agronómico equivocado.

Mediante el diseño agronómico obtenemos el número de emisores de la instalación y la disposición de los mismos y, además, nos proporciona una serie de datos básicos para el diseño hidráulico, como el caudal por emisor y planta, la duración del riego, etc.

El diseño agronómico se desarrolla en dos fases:

1ª. Cálculo de las necesidades de agua.

2ª. Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego. Número de emisores por planta y caudal del emisor.

2. NECESIDADES DE AGUA

Las necesidades de agua se calculan mediante la siguiente expresión:

$$N_{\text{agua}} = ET_c \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_r$$

Siendo:

ET_c → evapotranspiración del cultivo (mm/día).

K_l → coeficiente de corrección por efecto de la localización.

K_a → coeficiente de corrección por variaciones climáticas locales.

K_r → coeficiente de corrección por advección.

A continuación, vamos a calcular el valor de los distintos coeficientes que aparecen en la expresión anterior.

2.1 CÁLCULO DE ET_o

La ET_o , evapotranspiración del cultivo de referencia, se ha calculado a partir de los datos obtenidos de la Estación Meteorológica de Villamartín. En la tabla expuesta en el Anexo I se reflejan los valores de ET_o expresada en mm/mes y mm/día.

La evapotranspiración más elevada corresponde al mes de julio, con un valor de $ET_o = 7,04$ mm/día.

2.2 CÁLCULO DE ETc

La ETc, evapotranspiración del cultivo, se calcula mediante la expresión:

$$ETc = Kc \cdot ETo$$

donde Kc es un coeficiente exclusivo de cada cultivo, que describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando. Depende del marco de plantación, del sistema de conducción, del tipo de poda, de las características varietales y del método empleado para la lucha contra las malas hierbas.

Valores de Kc para el cultivo de la vid

	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Jn	Jl	Ag	Se	Oc	No	Di
Kc	–	–	–	0,45	0,60	0,70	0,70	0,70	0,65	0,50	0,30	–

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

Tal y como se recoge en la tabla, el valor de Kc varía a lo largo del año, alcanzando su valor máximo en los meses de junio, julio y agosto. Para el mes de julio, el valor de Kc es 0,70. Por tanto, la evapotranspiración del cultivo será:

$$ETc = 0,70 \cdot 7,04 = 4,93 \text{ mm/día}$$

2.3 EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN (KI)

Se han propuesto numerosos procedimientos que corrigen la ETc por el efecto de la localización. Se han seleccionado como más prácticos los que se basan en la fracción de área sombreada por el cultivo, a la que denominamos A y que se define como la “fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total”. A efectos prácticos, se puede considerar como la proyección sobre el terreno de la masa vegetal del cultivo.

En nuestro caso, al tratarse de espaldera vertical de un solo plano, tenemos un plano continuo de vegetación con una altura neta de 1,40 m y una anchura de 0,5 m, por lo que no se puede asemejar a una plantación arbórea ni tampoco a un cultivo herbáceo. En estas condiciones, se toma un valor $A = 0,7$.

Estos métodos para corregir la ETc suponen que, a efectos de la evapotranspiración, el área sombreada se comporta casi igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada elimina agua con una intensidad mucho menor. Diversos autores han estudiado la relación entre KI, coeficiente de corrección por efecto de la localización, y A, obteniendo las fórmulas siguientes:

Aljibury

$$KI = 1,34 A$$

$$KI = 0,804$$

Decroix	$Kl = 0,1 + A$;	$Kl = 0,7$
Hoare	$Kl = A + 0,5(1 - A)$;	$Kl = 0,8$
Keller	$Kl = A + 0,15(1 - A)$;	$Kl = 0,66$

Se desprecian los valores extremos y se calcula la media aritmética de los centrales, obteniendo $Kl = 0,75$.

$$Kl \cdot ETc = 0,75 \cdot 4,93 = 3,7 \text{ mm/día}$$

2.4 CORRECCIONES POR CONDICIONES LOCALES

Se deben realizar dos tipos de correcciones para tener en cuenta la variación climática y la variación por advección.

Variación climática (Ka)

La ETo calculada equivale al valor medio del período estudiado, por lo que debe mayorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de lo contrario las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que para aproximadamente la mitad de los años el valor calculado sería insuficiente. Para corregir esta variación se adopta el criterio de Hernández Abreu, aplicando un coeficiente de corrección por variaciones climáticas locales Ka, cuyo valor está comprendido entre 1,15 y 1,20. Tomaremos un valor $Ka = 1,20$ en previsión de años con mayor demanda climática que el año medio.

Variación por advección (Kr)

La corrección a aplicar depende de la superficie que se va a poner en regadío. La superficie de las parcelas es de 8,30 ha, por lo que le corresponde un valor aproximado del coeficiente de corrección por advección de $Kr = 0,90$.

2.5 NECESIDADES NETAS (Nn)

Una vez calculados todos los factores, las necesidades de agua serán:

$$N_{\text{agua}} = ETc \cdot Kl \cdot Ka \cdot Kr = 4,93 \cdot 0,75 \cdot 1,20 \cdot 0,90 = 3,99 \text{ mm/día}$$

Las necesidades netas de agua pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$Nn = N_{\text{agua}} - Pe - Gw - \Delta w$$

Aunque en el mes de máxima necesidad de agua la precipitación efectiva es $Pe = 0,8 \text{ litros/m}^2$, ésta no debe tenerse en cuenta, ya que es muy improbable que siempre llueva en el intervalo entre dos riegos.

El aporte capilar Gw puede ser importante cuando la capa freática está próxima, pero en nuestro caso no está lo suficientemente próxima como para considerar aportes de este tipo, por lo que no debe tenerse en cuenta.

En cuanto a la variación de almacenamiento de agua del suelo Δw , generalmente no se tiene en cuenta para el cálculo de las necesidades punta, ya que los riegos localizados pretenden mantener el potencial hídrico del suelo próximo a cero, lo que logran reponiendo con alta frecuencia el agua extraída.

Por tanto, en nuestro caso, se cumplirá que:

$$N_n = N_{\text{agua}} = 3,99 \text{ mm/día.}$$

2.6 NECESIDADES TOTALES (N_t)

Las necesidades totales se calculan a partir de las necesidades netas, considerando los siguientes factores:

- Pérdidas de agua por percolación.
- Necesidades de lavado.
- Falta de uniformidad de riego.

Pérdidas de agua por percolación (P_p)

$$A = N_n + P_p$$

siendo A el agua a aplicar.

La eficacia de aplicación (E_a) viene expresada como la relación entre las necesidades netas y el agua a aplicar:

$$E_a = \frac{N_n}{A}$$

por tanto, tenemos que: $P_p = A(1 - E_a)$

Necesidades de lavado (R)

Hay que añadirlas a las necesidades netas para mantener la salinidad del suelo a un nivel no perjudicial. Suponiendo que no hay pérdidas por percolación, tendremos que:

$$A = N_n + R$$

La relación entre R y A se denomina coeficiente de necesidades de lavado y se expresa por L_r :

$$Lr = \frac{R}{A}$$

con lo que: $A = Nn + A \cdot Lr$

De las expresiones obtenidas para el caso de pérdidas por percolación y para el lavado, comprobamos que A se puede expresar como la suma de Nn y un sumando proporcional a A.

$$A = Nn + A \cdot K \quad \rightarrow \quad A = \frac{Nn}{1 - K}$$

Para pérdidas por percolación: $K = 1 - Ea$

En el caso de lavado: $K = Lr$

Siempre se elegirá el mayor valor K. Si las pérdidas por percolación son mayores, estas pérdidas provocarán un lavado superior al necesario, con lo que el nivel de salinidad se mantendrá por debajo del mínimo. Si son menores, habrá que provocar una mayor percolación para evitar la salinización del suelo.

Falta de uniformidad de riego

Por causas diversas, los emisores proporcionan caudales que no son exactamente iguales entre sí. A efectos de diseño, se establece la condición de que la parte de las parcelas que reciba menos agua, debe recibir como mínimo una fracción de la dosis media. Esta fracción de la dosis media se denomina coeficiente de uniformidad CU. Por tanto, las necesidades totales son:

$$Nt = \frac{A}{CU}$$

$$\text{Teniendo en cuenta que } A = \frac{Nn}{1 - K} \quad \rightarrow \quad Nt = \frac{Nn}{CU(1 - K)}$$

Elección de la eficacia de aplicación

La eficacia de aplicación viene dada en función del tipo de clima, de la profundidad de las raíces y de la textura del suelo. En nuestro caso, tenemos un clima árido, una profundidad de las raíces de algo más de 1 m y una textura moderadamente fina del suelo.

Valores de Ea en climas áridos

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 – 1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Fuente: Pizarro Cabello, F. (1.996), Riegos Localizados de Alta Frecuencia

De acuerdo con la tabla, tomaremos un valor de $E_a = 0,98$ para nuestras condiciones.

Cálculo de las necesidades de lavado

Este cálculo es muy complicado. El mejor método, las pruebas de campo, no suelen realizarse a nivel de diseño, por lo que utilizaremos un método sencillo, aunque no tan preciso, que consiste en calcular el coeficiente de necesidades de lavado mediante la siguiente expresión:

$$L_r = \frac{CE_i}{2CE_e \cdot f}$$

Siendo:

CE_i → conductividad eléctrica del agua de riego; en nuestro caso, el valor es de 0,73 mmho/cm.

CE_e → conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, valor que se impone como objetivo a conseguir con el lavado.

f → eficacia de lavado.

Según Mass y Hoffman, existe una relación lineal entre la salinidad del suelo y la producción de los cultivos, expresada por:

$$P = 100 - b(CE_e - a) \leq 100$$

Siendo:

P → producción del cultivo en % respecto al máximo; pretendemos obtener el 100 % de la producción, por lo que $P = 100$.

a y b → constantes específicas de cada cultivo; en el caso de la vid, tenemos $a = 1,5$ y $b = 9,62$.

De la ecuación anterior, obtenemos: $CE_e = 1,5$ mmhos/cm.

Para suelos no arenosos ni arcillosos, la eficacia de lavado es $f = 0,85$.

Introduciendo estos valores en la expresión del coeficiente de necesidades de lavado, obtenemos $L_r = 0,29$. Es decir, para evitar la salinización del suelo tenemos que regar con un exceso del 29 %.

Para pérdidas por percolación: $K = 1 - E_a = 1 - 0,98 = 0,02$

En el caso de lavado: $K = L_r = 0,29$

Como siempre se elige el mayor valor, tenemos $K = 0,29$.

La falta de uniformidad en el riego hace necesario aplicar el coeficiente de uniformidad del cultivo CU. Teniendo en cuenta tanto el marco de plantación como la topografía de las parcelas, tomaremos un valor $CU = 0,90$.

Las necesidades totales de agua serán:

$$N_t = \frac{N_n}{CU(1-K)} \rightarrow N_t = 6,24 \text{ mm/día}$$

Nuestro marco de plantación es de 2,4x1,4 m, por lo que las necesidades totales por cepa serán: **20,97 litros/cepa y día.**

3. NÚMERO DE EMISORES POR CEPA. TIEMPO, INTERVALO Y DOSIS DE RIEGO

3.1 ELECCIÓN DEL EMISOR

Tal y como se indica en el Anexo VI, se eligen goteros de largo conducto tipo laberinto por sus ventajas y coste razonable. Su conexión será interlínea, intercalándose en orificios realizados sobre el ramal de riego.

Los goteros que se van a instalar tienen las siguientes características:

- Caudal nominal: $q_a = 4 \text{ l/h}$
- Presión nominal: $h_a = 10 \text{ m.c.a.}$
- Exponente de descarga: $x = 0,5$
- Coeficiente de variación de fabricación: $CV = 0,04$ (Clase A)
- Diámetro de paso: $\varnothing = 1 \text{ mm}$

3.2 NÚMERO DE EMISORES POR CEPA

Área mojada por un emisor (A_{me})

En la forma y dimensiones del bulbo húmedo interviene la textura y estratificación del suelo, el caudal del emisor y el tiempo de riego.

El área mojada por un emisor puede calcularse mediante el empleo de fórmulas, tablas y por pruebas de campo. En nuestro caso, utilizaremos tablas que relacionan la extensión del bulbo húmedo con algunos de los factores citados, generalmente la textura del suelo. Hay que tener en cuenta que la textura del suelo no informa cuantitativamente sobre el movimiento del agua y que la estratificación es un factor muy difícil de tabular. Por ello, la utilización de las tablas adolecerá siempre de cierta inexactitud.

Diámetro mojado por un emisor de 4 l/h

Profundidad de raíces y textura del suelo	Grado de estratificación del suelo		
	Homogéneo	Estratificado	En capas
	Diámetro mojado (m)		
Profundidad 0,80 m			
Ligera	0,50	0,80	1,10
Media	1,00	1,25	1,70
Pesada	1,10	1,70	2,00
Profundidad 1,70 m			
Ligera	0,80	1,50	2,00
Media	1,25	2,25	3,00
Pesada	1,70	2,00	2,50

Fuente: Pizarro Cabello, F. (1.996), Riegos Localizados de Alta Frecuencia

Según la tabla de Keller y atendiendo a la textura del suelo (franco arcilloso), profundidad de las raíces (algo más de 1 m), caudal del emisor (4 l/h) y grado de estratificación del suelo (entre homogéneo y estratificado), obtenemos que el diámetro mojado por un emisor es $D_m = 1,14$ m, por lo que $R_m = 0,57$. El área mojada por un emisor será:

$$A_{me} = \Pi \cdot R_m^2 = 1,02 \text{ m}^2$$

Separación máxima entre emisores (Se)

Para determinar la condición de solape o separación máxima entre emisores, utilizamos la expresión:

$$Se = R_m \left(2 - \frac{a}{100} \right)$$

donde:

Se → solape de los emisores (m).

a → porcentaje de solape, que debe ser como mínimo del 15 %; se inicia el tanteo con $a = 18$ %.

R_m → radio mojado por un emisor (m).

Sustituyendo los datos: $Se = 1,04$ metros

Se redondea a la baja hasta una separación máxima comercial $Se = 1$ m y sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos el solape entre los bulbos húmedos de dos goteros consecutivos:

$$a = 24,56 \%$$

Al obtenerse un valor superior al mínimo (15 %), se acepta como válido un solape del 24,56 %.

Número de emisores por cepa (e)

Para calcular el número de emisores por cepa utilizamos la siguiente expresión:

$$e > \frac{P \cdot Sp}{100 \cdot Ame}$$

Siendo:

$e \rightarrow$ número de emisores por cepa.

$P \rightarrow$ porcentaje de superficie mojada, cuyo valor oscila entre un 20 % para árboles con clima húmedo y un 70 % para cultivos herbáceos. No podemos equiparar una viña en espaldera a los casos anteriores, por lo que atendiendo a la separación entre ramales portaemisores, a la separación entre emisores y al caudal de los mismos, tomaremos como porcentaje mínimo de superficie mojada $P = 40 \%$.

$Sp \rightarrow$ superficie ocupada por planta (m^2). Para un marco de $2,4 \times 1,4$ m, la superficie es $Sp = 3,36 m^2$.

$Ame \rightarrow$ área mojada por un emisor; en nuestro caso, $Ame = 1,02 m^2$.

Esta relación garantiza que el área mojada por todos los emisores que riegan una misma planta sea mayor que las necesidades mínimas definidas por P .

Sustituyendo valores: $e > 1,32$

Tomamos $e = 1,4$ por lo que se dispondrán **1,4 emisores por planta**.

Por tanto, cada planta recibirá un caudal de: $1,4 \cdot 4 \text{ l/h} = 5,6 \text{ l/h}$.

Porcentaje de superficie mojada (P)

Cálculo del área mojada por emisor con los solapes

Para calcular el Ame con los solapes utilizamos la siguiente expresión:

$$Ame = \left\{ \Pi - 2 \cdot \left[\alpha - \left(1 - \frac{a}{200} \right) \cdot \text{sen} \alpha \right] \right\} \cdot Rm^2$$

Siendo:

$$\alpha = \arctg \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{a}{200} \right)^2} - 1}$$

Para $a = 24,56$ y $Rm = 0,57$ m $\rightarrow \alpha = 0,5$ rad y $Ame = 0,97$ m²

Cálculo del porcentaje de superficie mojada

Teniendo en cuenta que:

$$e = \frac{P \cdot Sp}{100 \cdot Ame} \quad \rightarrow \quad P = \frac{100 \cdot e \cdot Ame}{Sp}$$

Sustituyendo valores, obtenemos $P = 40,42$ %. Este valor es superior al mínimo que hemos considerado (40 %), por lo que se acepta como válido.

3.3 TIEMPO, INTERVALO Y DOSIS DE RIEGO

Tiempo de riego (Tr)

Para calcular el tiempo de riego utilizamos la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{Nt \cdot I}{e \cdot q_a}$$

siendo:

Tr \rightarrow tiempo de riego (horas).

Nt \rightarrow necesidades totales de agua; en nuestro caso, 20,97 l/cepa y día.

I \rightarrow intervalo de riego (días).

q_a \rightarrow caudal de los emisores; en nuestro caso, 4 l/h.

e \rightarrow número de emisores/cepa; en nuestro caso, el valor es 1,4.

La frecuencia o intervalo de riego es generalmente la variable que más se puede modificar. En diseño se suele tomar un valor mínimo $I = 1$, aunque en la práctica pueden darse valores de I inferiores a la unidad que indican más de un riego diario, lo que exige un cierto automatismo en la instalación. Como valores máximos pueden tomarse los siguientes:

<u>Textura</u>	<u>I máx (días)</u>
Ligera	3
Media	4
Pesada	5

En nuestro caso, tomaremos $I = 2$, es decir, **un riego cada dos días**.

Sustituyendo valores, obtenemos $t = 7,49$ horas. Por tanto, el tiempo de riego es de 7 horas y 30 minutos.

Dosis de riego (D)

La dosis de riego se calcula mediante la expresión: $D = e \cdot Ve$

El volumen emitido por un emisor es:

$$Ve = Tr \cdot q_a = 7,49 \text{ h} \cdot 4 \text{ l/h} = 29,96 \text{ litros}$$

Sustituyendo este valor, obtenemos:

$$D = 1,4 \text{ emisores/cepa} \cdot 29,96 \text{ litros} = \mathbf{41,94 \text{ litros/cepa}}$$

4. CUADRO RESUMEN DEL DISEÑO AGRONÓMICO

En nuestro caso, se va a regar durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, ya que la vendimia comienza normalmente a principios de septiembre e incluso, en ocasiones, a finales de agosto.

En el siguiente cuadro se recoge un resumen del diseño agronómico. Siguiendo el mismo procedimiento que hemos realizado para el mes de julio, se han obtenido los valores correspondientes a los meses de mayo, junio y agosto.

	Unidades	Mayo	Junio	Julio	Agosto
ETo	mm/día	5,10	6,49	7,04	6,70
Kc	–	0,60	0,70	0,70	0,70
Kl	–	0,75	0,75	0,75	0,75
Ka	–	1,20	1,20	1,20	1,20
Kr	–	0,90	0,90	0,90	0,90
Nn	mm/día	2,48	3,68	3,99	3,80
Nt	mm/día	3,88	5,76	6,24	5,95
Nt	l/cepa.día	13,04	19,35	20,97	19,99
I	días	2	2	2	2
Tr	horas/día	4,66	6,91	7,49	7,14
D	l/cepa	26,09	38,70	41,94	39,98
C	m ³ /ha.mes	1.195,74	1.717,12	1.922,91	1.833,04

donde C es el consumo de agua mensual en m³/ha.

ANEXO IX
DISEÑO HIDRÁULICO

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de diseño hidráulico tiene las siguientes fases:

1.- Se fija el número de subunidades de riego, considerando el tiempo de riego y la frecuencia de aplicación del mismo.

2.- Se realiza el diseño de las subunidades de riego, calculando los caudales y las presiones de funcionamiento necesarias.

3.- En base a los datos anteriores, se dimensiona la red de tuberías. Se parte de las subunidades y se avanza hacia el cabezal de riego.

4.- Se diseña el cabezal atendiendo a la calidad del agua y a los condicionantes de manejo previstos, teniendo en cuenta la automatización.

5.- Se diseña el grupo de bombeo en base a los datos anteriores.

1.1 DATOS PREVIOS

Características del emisor

Los emisores son goteros interlínea de largo conducto tipo laberinto con las siguientes características:

- Caudal nominal: $q_a = 4 \text{ l/h}$
- Presión nominal: $h_a = 10 \text{ m.c.a.}$
- Exponente de descarga: $x = 0,5$
- Coeficiente de variación de fabricación: $CV = 0,04$ (Clase A)
- Diámetro de paso: $\varnothing = 1 \text{ mm}$

Datos de las parcelas

- Superficie a regar: 8,30 ha
- Desnivel entre las parcelas más bajas y más altas no supera el 2 %.
- Suelo de textura franco arcillosa.
- Marco de plantación: 2,4x1,4 m.
- Calidad del agua de riego: C_2S_1
- Horas de riego diarias: $H = 16$ horas.

2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

2.1 NÚMERO DE SUBUNIDADES DE RIEGO

Una subunidad de riego es la superficie gobernada por un regulador de presión, constituida normalmente por una terciaria y un conjunto de laterales. El regulador de presión tiene como función reducir el exceso de presión que lleva la tubería y garantizar que los goteros operan a la presión de trabajo.

Para el diseño de una subunidad de riego hay que combinar el cálculo hidráulico (caudales en tuberías laterales y terciarias, dimensionado de tuberías y determinación de presiones en laterales y terciarias) con la distribución en planta de la red.

Se denomina sector o unidad de riego al conjunto de subunidades de riego que se riegan simultáneamente. El número de sectores de riego puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$N = \frac{H \cdot I}{Tr}$$

siendo:

N: número de sectores de riego

H: horas de riego diarias

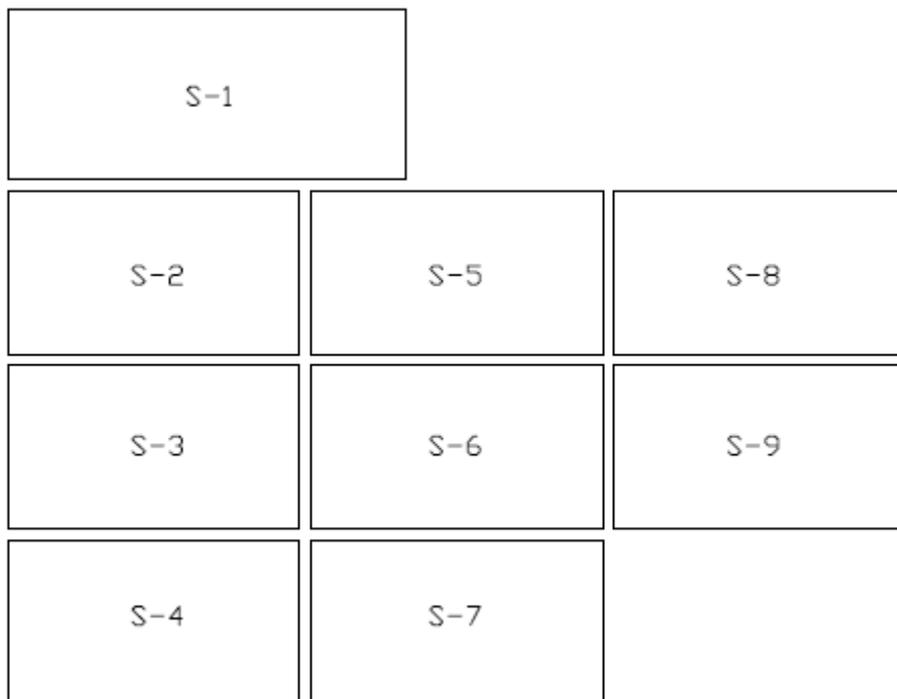
I: frecuencia o intervalo de riego

Tr: tiempo de riego (horas); se toma el mes de máxima demanda hídrica, en nuestro caso el mes de julio, cuyo tiempo de riego es de 7,49 horas.

Aplicando datos: $N = \frac{16.2}{7.49} = 4,27 \rightarrow 4$ sectores de riego

Cada sector de riego estaría formado por dos subunidades, por lo que se tendrían ocho subunidades de riego, que van a estar condicionadas por el número y la geometría de las parcelas. Dado que tenemos 9 parcelas, ocho iguales y la restante de mayores dimensiones, la lógica nos lleva a considerar 9 subunidades de riego que van a coincidir con las parcelas.

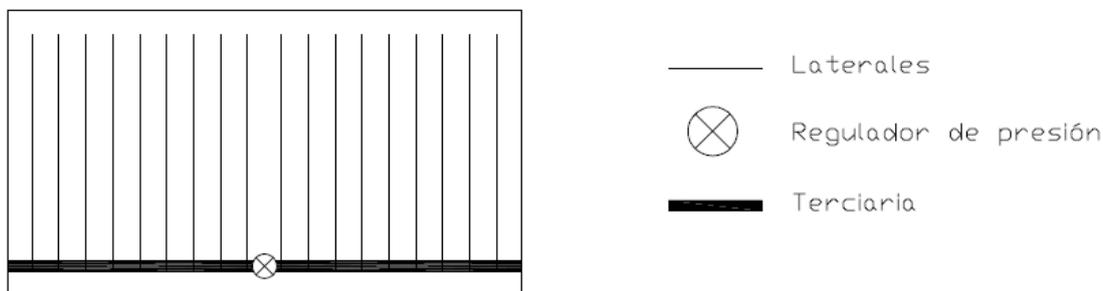
Por tanto, habrá ocho subunidades de riego de idénticas dimensiones (S-2 a S-9), con 2.600 cepas cada una de ellas, y la subunidad de riego S-1, con 3.692 cepas. A continuación, se muestra un esquema de la distribución de las nueve subunidades de riego.



Las dimensiones y distribución de las subunidades de riego pueden verse con detalle en los Planos nº 1 y nº 2.

Las dimensiones de cada subunidad, los desniveles y la disposición de la tubería terciaria y de las laterales quedan reflejadas al realizar los cálculos de cada subunidad. Las subunidades se diseñan abasteciendo las laterales por su extremo y las terciarias por su punto medio. En todas ellas, las tuberías terciarias tendrán desnivel ascendente y las laterales desnivel descendente.

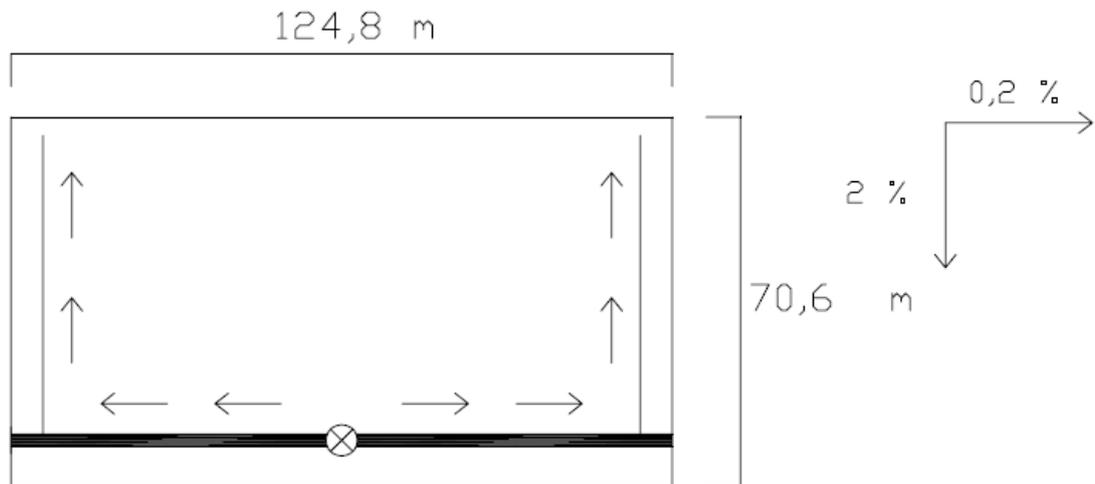
La disposición en cada una de las subunidades de riego será la siguiente:



Se van a utilizar tuberías terciarias de PVC de 6 atm, cuya unión se realiza mediante encolado para diámetros inferiores a 60 mm o mediante unión elástica para diámetros superiores. Se van a utilizar como laterales portagoteros tuberías de PEBD de 2,5 atm.

2.2 SUBUNIDADES DE RIEGO S-2 A S-9

Estas ocho subunidades tienen el mismo número de filas y de cepas por fila, por lo que el cálculo de una será equivalente para las otras. Las dimensiones, los desniveles y la disposición de la tubería terciaria y las laterales se muestran en el siguiente esquema:



Variación de presiones

La máxima diferencia de presión que puede haber en la subunidad es la que se produce cuando la diferencia de caudales entre los emisores que arrojan el caudal máximo y mínimo es del 10 % del caudal nominal.

La ecuación de un emisor es:

$$q = K \cdot h^x$$

siendo:

q: caudal del emisor.

K: coeficiente del emisor.

h: presión nominal.

x: exponente de descarga.

La máxima variación de presión que puede existir entre dos emisores cualesquiera de la subunidad viene definida por las pérdidas de carga de las tuberías y por las diferencias de cotas. Su expresión es:

$$\frac{\Delta P_s}{\gamma} = \frac{\Delta P_{\max}}{\gamma} - \frac{\Delta P_{\min}}{\gamma} = \frac{1}{x} \cdot 0,10 \cdot h$$

La pérdida de carga admisible ΔH_s viene determinada por la máxima diferencia de presión y por la diferencia de cotas.

$$\Delta H_s = \frac{\Delta P_s}{\gamma} \pm Z_l \pm Z_t$$

siendo Z_l el desnivel de la tubería lateral y Z_t el desnivel de la tubería terciaria. El signo + corresponde a desniveles descendentes y el signo - a desniveles ascendentes, tanto para la terciaria como para los ramales portagoteros.

$$\frac{\Delta P_s}{\gamma} = \frac{0,1}{0,5} \cdot 10 = 2 \text{ m.c.a.}$$

$$Z_l = 70 \cdot 2/100 = 1,4 \text{ m}$$

$$Z_t = 62,4 \cdot 0,2/100 = 0,12 \text{ m}$$

Sustituyendo los datos, obtenemos la pérdida de carga máxima que se permitirá en la subunidad

$$\Delta H_s = 2 + 1,4 - 0,12 = 3,28 \text{ m.c.a.}$$

Reparto óptimo de presiones

La pérdida de carga admisible se repartirá entre las tuberías que componen la subunidad.

Montalvo y Arbiza (1.990) proponen una expresión para determinar el reparto óptimo (R) en función de la separación de las laterales (s) y del coeficiente de forma de la subunidad (CF). Este coeficiente viene definido mediante la relación entre la longitud de las laterales (L_l) y de la terciaria (L_t).

$$CF = \frac{L_l}{L_t} \rightarrow CF = \frac{70}{124,8} = 0,56$$

En la expresión anterior, L_l y L_t son las longitudes totales de las laterales y de la terciaria, independientemente de la situación del punto de alimentación.

El reparto óptimo se define como la relación entre las pérdidas en las laterales y en el total de la subunidad.

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s}$$

En todas nuestras subunidades, las laterales están alimentadas por un extremo. Para este caso, el rendimiento óptimo se calcula mediante la expresión:

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot CF^{0,1577}}{s^{0,060}}$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 0,56^{0,1577}}{2,4^{0,060}} = 0,73$$

Este resultado nos indica que podemos perder el 73 % en las laterales y el 27 % en la terciaria.

$$\Delta H_l = \Delta H_s \cdot 73 \% \rightarrow \Delta H_l = 3,28 \cdot 0,73 = 2,39 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = \Delta H_s \cdot 27 \% \rightarrow \Delta H_t = 3,28 \cdot 0,27 = 0,89 \text{ m.c.a.}$$

La pérdida de carga máxima admitida en las laterales será de 2,39 m.c.a y en la terciaria de 0,89 m.c.a.

Cálculo de la tubería lateral

Datos de partida:

Longitud del lateral: $L_l = 70$ metros

Número de salidas: 50 salidas = 50 emisores (separados 1,4 metros)

Caudal nominal de un emisor: $q_a = 4$ l/h

Caudal de un lateral: $q_l = 50 \cdot 4$ l/h = 200 l/h

Las pérdidas de carga localizadas en las laterales son producidas por la conexión de los emisores interlínea en dichas tuberías. Para calcular estas pérdidas de carga, adoptaremos el criterio de Watters y Keller (1.978) que propusieron una longitud equivalente constante de 0,23 metros por emisor.

$$L_e = n^\circ \text{ de emisores} \cdot \text{pérdida por emisor} \rightarrow L_e = 50 \cdot 0,23 = 11,5 \text{ m}$$

Para calcular la pérdida de carga en el lateral se toma como longitud del lateral: $L = L_t + L_e = 70 + 11,5 = 81,5$ m.

En esta longitud quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas por la conexión de los emisores en las tuberías laterales.

La pérdida de carga en el lateral se obtiene mediante la expresión:

$$h_l = F \cdot J \cdot L < \Delta h_l$$

siendo:

$$F: \text{coeficiente de Christiansen} \rightarrow F = \left\{ \begin{array}{l} l_o = S_e/2 \\ n = 50 \\ \beta = 1,75 \end{array} \right\}$$

Para los valores anteriores, la tabla del coeficiente de Christiansen nos da un valor $F = 0,367$.

L: longitud del lateral $\rightarrow L = L_t + L_e = 81,5 \text{ m}$

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de Blasius:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

siendo:

Q: caudal del lateral en l/h

D: diámetro interior de la tubería en mm

Hacemos un primer tanteo con un lateral de diámetro: $\varnothing_{\text{ext}} = 12 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 10 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{200^{1,75}}{10^{4,75}} = 0,089$$

La pérdida de carga en el lateral será:

$$h_l = F \cdot J \cdot L = 0,367 \cdot 0,089 \cdot 81,5 = 2,66 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_l = 2,66 \text{ m.c.a.}$ y $\Delta H_l = 2,39 \text{ m.c.a.}$

Como $h_l > \Delta H_l$, no son válidos laterales de 12 mm de diámetro.

Hacemos un segundo tanteo con un lateral de diámetro: $\varnothing_{\text{ext}} = 16 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 13,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{200^{1,75}}{13,6^{4,75}} = 0,021$$

La pérdida de carga en el lateral será:

$$h_l = 0,367 \cdot 0,021 \cdot 81,5 = 0,63 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_1 = 0,63$ m.c.a. y $\Delta H_1 = 2,39$ m.c.a.

En este caso, se cumple que $h_1 < \Delta H_1$, por lo que se eligen laterales de 16 mm de diámetro.

Cálculo de la tubería terciaria

Datos de partida:

Longitud de la tubería terciaria: $L_t = 124,8$ m

Número de salidas: 52 líneas de cultivo = 52 ramales laterales.

Caudal de un lateral: $q_l = 200$ l/h

Caudal de la tubería terciaria: $q_t = 52 \cdot 200$ l/h = 10.400 l/h

Las pérdidas de carga localizadas en la terciaria se dan en los puntos de conexión de las tuberías laterales con la terciaria.

A partir de los resultados obtenidos por Howell y Barinas (1.978), Montalvo determina la longitud equivalente de la conexión lateral-terciaria en función del número de laterales (N) y del caudal de un lateral (q_l) mediante la siguiente expresión:

$$L_e = 0,10 \cdot q_l^{0,30} \cdot N^{0,26}$$

Sustituyendo los datos: $L_e = 0,10 \cdot 200^{0,30} \cdot 52^{0,26} = 1,37$ m.

Para calcular la pérdida de carga en la terciaria se toma como longitud: $L = L_t + L_e = 124,8 + 1,37 = 126,17$ m.

En esta longitud quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de las laterales con la terciaria.

La pérdida de carga en la terciaria se obtiene mediante la expresión:

$$h_t = F \cdot J \cdot L < \Delta h_t$$

siendo:

$$F: \text{coeficiente de Christiansen} \rightarrow F = \left\{ \begin{array}{l} l_o = S_e / 2 \\ n = 52 \\ \beta = 1,75 \end{array} \right\}$$

Para los valores anteriores, la tabla del coeficiente de Christiansen nos da un valor $F = 0,367$.

L: longitud de la terciaria $\rightarrow L = L_t + L_e = 126,17$ m

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de Blasius:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

siendo:

Q: caudal de la terciaria en l/h

D: diámetro interior de la tubería en mm

Hacemos un primer tanteo con una terciaria de diámetro: $\varnothing_{\text{ext}} = 63$ mm y $\varnothing_{\text{int}} = 59,2$ mm.

$$J = 0,473 \cdot \frac{10.400^{1,75}}{59,2^{4,75}} = 0,019$$

La pérdida de carga en la terciaria será:

$$h_t = 0,367 \cdot 0,019 \cdot 126,17 = 0,88 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_t = 0,88$ m.c.a. y $\Delta H_t = 0,89$ m.c.a.

En este caso, se cumple que $h_t < \Delta H_t$, por lo que se elige una tubería terciaria de 63 mm de diámetro.

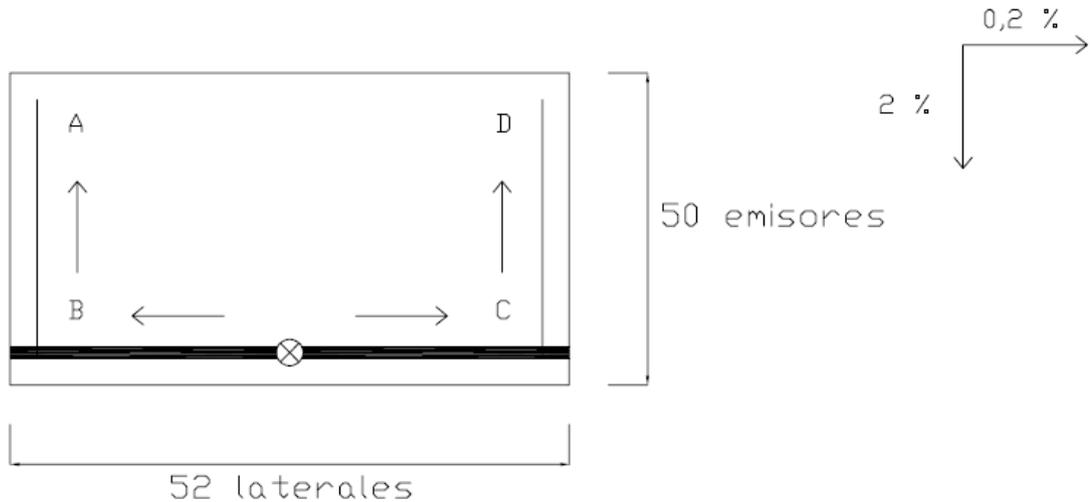
La pérdida de carga total en la subunidad será:

$$h_s = h_l + h_t = 0,63 + 0,88 = 1,51 \text{ m.c.a.}$$

Puesto que $\Delta H_s = 3,28$ m.c.a., se verifica que $h_s < \Delta H_s$.

Por tanto, en la subunidad se va a colocar una tubería terciaria de PVC (6 atm) de 63 mm de diámetro y 52 tuberías laterales de PEBD (2,5 atm) de 16 mm de diámetro.

Estudio de presiones



Los puntos más alejados del regulador de presión son A y D, siendo A el punto más desfavorable.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[\frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

siendo:

h_a : presión nominal del emisor $\rightarrow h_a = 10$ m.c.a.

CU: coeficiente de uniformidad $\rightarrow CU = 0,9$

CV: coeficiente de variación de fabricación $\rightarrow CV = 0,04$

x: exponente de descarga $\rightarrow x = 0,5$

e: número de emisores por cepa $\rightarrow e = 1,4$

$$h_{\min} = 10 \cdot \left[\frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{1,4}}} \right]^{\frac{1}{0,5}} \rightarrow h_{\min} = 8,84 \text{ m.c.a.} = \frac{P_A}{\gamma}$$

En el punto A: $\frac{P_A}{\gamma} = 8,84$ m.c.a.

En el punto B: $\frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + Z_{B,A} + h_{B,A}$

$$Z_{B,A} = Z_l = 1,4 \text{ m}$$

$$h_{B,A} = h_l = 0,63 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = 8,84 + 1,4 + 0,63 = 10,87 \text{ m.c.a.}$$

En el RP: $\frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_{RP,B} + h_{RP,B}$

$$Z_{RP,B} = Z_t = 0,12 \text{ m}$$

$$h_{RP,B} = h_t = 0,88 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,87 + 0,12 + 0,88 = 11,87 \text{ m.c.a.}$$

En el punto C: $\frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + Z_{RP,C} - h_{RP,C}$

$$Z_{RP,C} = Z_t = 0,12 \text{ m}$$

$$h_{RP,C} = h_t = 0,88 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_C}{\gamma} = 11,87 + 0,12 - 0,88 = 11,11 \text{ m.c.a.}$$

En el punto D: $\frac{P_D}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} - Z_{D,C} - h_{D,C}$

$$Z_{D,C} = Z_l = 1,4 \text{ m}$$

$$h_{D,C} = h_l = 0,63 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_D}{\gamma} = 11,11 - 1,4 - 0,63 = 9,08 \text{ m.c.a.}$$

Presiones máxima y mínima

La presión máxima corresponde al punto C y la mínima al A.

$$h_{\max} = 11,11 \text{ m.c.a.} \quad h_{\min} = 8,84 \text{ m.c.a.}$$

La presión nominal del emisor es de 10 m.c.a. Para garantizar que la presión media se corresponda con la nominal, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,11 - 8,84}{2} = 1,13$$

Por tanto, las presiones máximas y mínimas serán:

$$h_{\max} = h_a + 1,13 = 11,13 \text{ m.c.a.}$$

$$h_{\min} = h_a - 1,13 = 8,87 \text{ m.c.a.}$$

La presión que se requiere en el regulador de presión será:

$$11,13 - 11,11 = 0,02 \text{ m.c.a.} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = 11,87 + 0,02 = 11,89 \text{ m.c.a.}$$

Caudales máximo y mínimo

La ecuación de un emisor es: $q = K \cdot h^x$

$$q_a = K \cdot h_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{h_a^x} = \frac{4}{10^{0,5}} = 1,26$$

Por tanto, los caudales máximo y mínimo son:

$$q_{\max} = K \cdot h_{\max}^x = 1,26 \cdot 11,13^{0,5} = 4,2 \text{ l/h}$$

$$q_{\min} = K \cdot h_{\min}^x = 1,26 \cdot 8,87^{0,5} = 3,75 \text{ l/h}$$

Tolerancia de caudales

Se debe cumplir que: $\frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_a} < 10\% \cdot q_a$

$$\frac{4,2 - 3,75}{4} = 0,112 < 0,4$$

Por tanto, se cumple la condición anterior.

Coefficiente de uniformidad absoluta (CUa)

El coeficiente de uniformidad absoluta definido por Karmeli y Keller viene dado por la siguiente expresión:

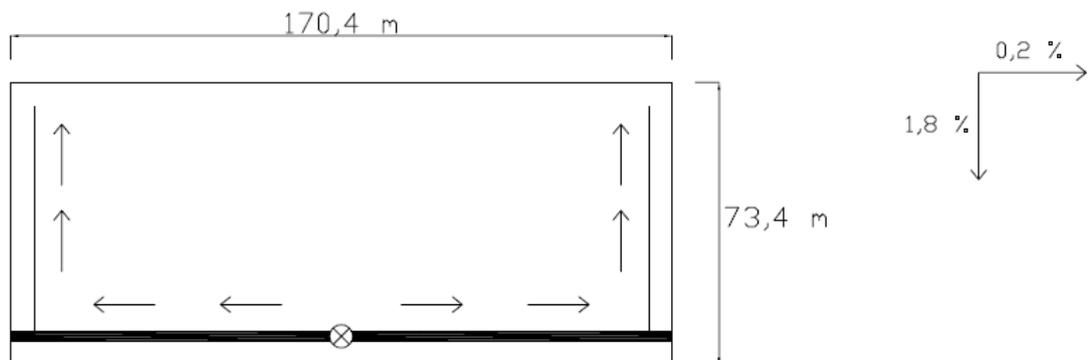
$$CUa = \left[1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{q_{\min}}{q_a} + \frac{q_a}{q_{\max}} \right]$$

$$CUa = \left[1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{1,4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{3,75}{4} + \frac{4}{4,2} \right] = 0,904 \rightarrow CU_a = 90,4\% > 90\%$$

En el cálculo de las necesidades totales de agua se había tomado un 90 %. Tenemos un valor del coeficiente de uniformidad absoluta ligeramente superior, pero dicho valor no se mantiene constante a lo largo del tiempo, por lo que habrá que chequearlo periódicamente.

2.3 SUBUNIDAD DE RIEGO S-1

Las dimensiones de la subunidad, los desniveles y la disposición de la tubería terciaria y de las laterales se muestran en el siguiente esquema:



Variación de presiones

Máxima variación de presión entre dos emisores de la subunidad:

$$\frac{\Delta P_s}{\gamma} = \frac{\Delta P_{\max}}{\gamma} - \frac{\Delta P_{\min}}{\gamma} = \frac{1}{x} \cdot 0,10 \cdot h$$

Pérdida de carga admisible en la subunidad:

$$\Delta H_s = \frac{\Delta P_s}{\gamma} \pm Z_l \pm Z_t$$

$$\frac{\Delta P_s}{\gamma} = \frac{0,1}{0,5} \cdot 10 = 2 \text{ m.c.a.}$$

$$Z_l = 72,8 \cdot 1,8 / 100 = 1,31 \text{ m}$$

$$Z_t = 85,2 \cdot 0,2 / 100 = 0,17 \text{ m}$$

La pérdida de carga máxima que se permitirá en la subunidad es:

$$\Delta H_s = 2 + 1,31 - 0,17 = 3,14 \text{ m.c.a.}$$

Reparto óptimo de presiones

El reparto óptimo se determina en función de la separación de las laterales y del coeficiente de forma de la subunidad.

Coficiente de forma:

$$CF = \frac{L_l}{L_t} \rightarrow CF = \frac{72,8}{170,4} = 0,43$$

El reparto óptimo, para el caso de laterales alimentadas por un extremo, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot CF^{0,1577}}{s^{0,060}} \rightarrow R = \frac{0,842 \cdot 0,43^{0,1577}}{2,4^{0,060}} = 0,7$$

Por tanto, podemos perder el 70 % en las laterales y el 30 % en la terciaria.

$$\Delta H_l = \Delta H_s \cdot 70 \% \rightarrow \Delta H_l = 3,14 \cdot 0,7 = 2,2 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = \Delta H_s \cdot 30 \% \rightarrow \Delta H_t = 3,14 \cdot 0,3 = 0,94 \text{ m.c.a.}$$

La pérdida de carga máxima admitida en las laterales será de 2,2 m.c.a y en la terciaria de 0,94 m.c.a.

Cálculo de la tubería lateral

Datos de partida:

Longitud del lateral: $L_l = 72,8$ metros

Número de salidas: 52 salidas = 52 emisores (separados 1,4 metros)

Caudal nominal de un emisor: $q_a = 4 \text{ l/h}$

Caudal de un lateral: $q_l = 52 \cdot 4 \text{ l/h} = 208 \text{ l/h}$

Pérdidas de carga localizadas en las laterales:

$$L_e = n^\circ \text{ de emisores} \cdot \text{pérdida por emisor} \rightarrow L_e = 52 \cdot 0,23 = 11,96 \text{ m}$$

Se toma como longitud del lateral, incluyendo las pérdidas de carga localizadas, un valor $L = L_t + L_e = 72,8 + 11,96 = 84,76 \text{ m}$.

La pérdida de carga en el lateral se obtiene mediante la expresión:

$$h_l = F \cdot J \cdot L < \Delta h_l$$

$$F: \text{coeficiente de Christiansen} \rightarrow F = \left\{ \begin{array}{l} l_o = S_e/2 \\ n = 52 \\ \beta = 1,75 \end{array} \right\}$$

Según la tabla del coeficiente de Christiansen: $F = 0,367$.

Longitud del lateral: $L = L_t + L_e = 84,76 \text{ m}$

Pérdida de carga unitaria:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Primer tanteo: lateral de diámetro $\varnothing_{\text{ext}} = 12 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 10 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{208^{1,75}}{10^{4,75}} = 0,096$$

$$h_l = F \cdot J \cdot L = 0,367 \cdot 0,096 \cdot 84,76 = 2,99 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_l = 2,99 \text{ m.c.a.}$ y $\Delta H_l = 2,2 \text{ m.c.a.}$

Como $h_l > \Delta H_l$, no son válidos laterales de 12 mm de diámetro.

Hacemos un segundo tanteo con un lateral de diámetro: $\varnothing_{\text{ext}} = 16 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 13,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{208^{1,75}}{13,6^{4,75}} = 0,022$$

La pérdida de carga en el lateral será:

$$h_l = 0,367 \cdot 0,022 \cdot 84,76 = 0,68 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_l = 0,68 \text{ m.c.a.}$ y $\Delta H_l = 2,2 \text{ m.c.a.}$

En este caso, se cumple que $h_l < \Delta H_l$, por lo que se eligen laterales de 16 mm de diámetro.

Cálculo de la tubería terciaria

Datos de partida:

Longitud de la tubería terciaria: $L_t = 170,4 \text{ m}$

Número de salidas: 71 líneas de cultivo = 71 ramales laterales.

Caudal de un lateral: $q_l = 208 \text{ l/h}$

Caudal de la tubería terciaria: $q_t = 71 \cdot 208 \text{ l/h} = 14.768 \text{ l/h}$

Pérdidas de carga localizadas en la terciaria:

$$L_e = 0,10 \cdot q_l^{0,30} \cdot N^{0,26} \rightarrow L_e = 0,10 \cdot 208^{0,30} \cdot 71^{0,26} = 1,5 \text{ m.}$$

Se toma como longitud de la terciaria, incluyendo las pérdidas de carga localizadas, un valor $L = L_t + L_e = 170,4 + 1,5 = 171,9 \text{ m}$.

La pérdida de carga en la terciaria se obtiene mediante la expresión:

$$h_t = F \cdot J \cdot L < \Delta h_t$$

Pérdida de carga unitaria:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

$$F: \text{coeficiente de Christiansen} \rightarrow F = \left\{ \begin{array}{l} l_o = S_e/2 \\ n = 71 \\ \beta = 1,75 \end{array} \right\}$$

Según la tabla del coeficiente de Christiansen: $F = 0,366$.

Longitud de la terciaria: $L = L_t + L_e = 171,9 \text{ m}$

Pérdida de carga unitaria:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Primer tanteo: terciaria de diámetro: $\varnothing_{\text{ext}} = 63 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 59,2 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{14.768^{1,75}}{59,2^{4,75}} = 0,036$$

La pérdida de carga en la terciaria será:

$$h_t = 0,366 \cdot 0,036 \cdot 171,9 = 2,26 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_t = 2,26 \text{ m.c.a.}$ y $\Delta H_t = 0,94 \text{ m.c.a.}$

Segundo tanteo: terciaria de diámetro $\varnothing_{\text{ext}} = 75 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 70,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{14.768^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,015$$

$$h_t = 0,366 \cdot 0,015 \cdot 171,9 = 0,94 \text{ m.c.a.}$$

Tenemos que $h_t = 0,94 \text{ m.c.a.}$ y $\Delta H_t = 0,94 \text{ m.c.a.}$

En este caso, la pérdida de carga coincide con la máxima admisible, por lo que puede considerarse válida una tubería terciaria de 75 mm de diámetro.

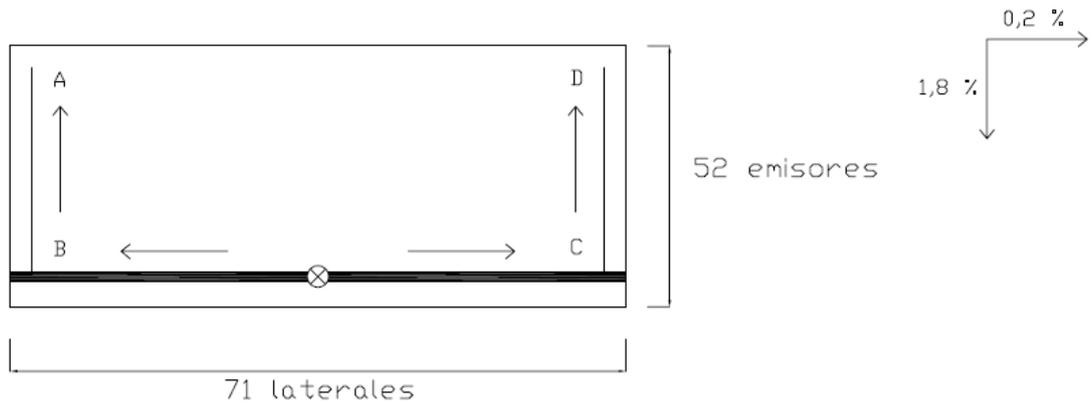
Pérdida de carga total en la subunidad:

$$h_s = h_l + h_t = 0,68 + 0,94 = 1,62 \text{ m.c.a.}$$

Puesto que $\Delta H_s = 3,14 \text{ m.c.a.}$, se verifica que $h_s < \Delta H_s$.

Por tanto, en la subunidad se va a colocar una tubería terciaria de PVC (6 atm) de 75 mm de diámetro y 71 tuberías laterales de PEBD (2,5 atm) de 16 mm de diámetro.

Estudio de presiones



Los puntos más alejados del regulador de presión son A y D, siendo A el punto más desfavorable.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[\frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}} \rightarrow h_{\min} = 10 \cdot \left[\frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{1,4}}} \right]^{\frac{1}{0,5}} \rightarrow h_{\min} = 8,84 \text{ m.c.a.} = \frac{P_A}{\gamma}$$

En el punto A: $\frac{P_A}{\gamma} = 8,84 \text{ m.c.a.}$

En el punto B: $\frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + Z_{B,A} + h_{B,A}$

$$Z_{B,A} = Z_l = 1,31 \text{ m}$$

$$h_{B,A} = h_l = 0,68 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = 8,84 + 1,31 + 0,68 = 10,83 \text{ m.c.a.}$$

En el RP: $\frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_{RP,B} + h_{RP,B}$

$$Z_{RP,B} = Z_t = 0,17 \text{ m}$$

$$h_{RP,B} = h_t = 0,94 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,83 + 0,17 + 0,94 = 11,94 \text{ m.c.a.}$$

En el punto C:
$$\frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + Z_{RP,C} - h_{RP,C}$$

$$Z_{RP,C} = Z_t = 0,17 \text{ m}$$

$$h_{RP,C} = h_t = 0,94 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_C}{\gamma} = 11,94 + 0,17 - 0,94 = 11,17 \text{ m.c.a.}$$

En el punto D:
$$\frac{P_D}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} - Z_{D,C} - h_{D,C}$$

$$Z_{D,C} = Z_l = 1,31 \text{ m}$$

$$h_{D,C} = h_l = 0,68 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_D}{\gamma} = 11,17 - 1,31 - 0,68 = 9,18 \text{ m.c.a.}$$

Presiones máxima y mínima

La presión máxima corresponde al punto C y la mínima al A.

$$h_{\max} = 11,17 \text{ m.c.a.} \quad h_{\min} = 8,84 \text{ m.c.a.}$$

Para garantizar que la presión media se corresponda con la nominal, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,17 - 8,84}{2} = 1,17$$

Las presiones máximas y mínimas serán:

$$h_{\max} = h_a + 1,17 = 11,17 \text{ m.c.a.}$$

$$h_{\min} = h_a - 1,17 = 8,83 \text{ m.c.a.}$$

Presión requerida en el regulador de presión:

$$11,17 - 11,17 = 0 \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = 11,94 \text{ m.c.a.}$$

Caudales máximo y mínimo

Ecuación del emisor:

$$q_a = K \cdot h_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{h_a^x} = \frac{4}{10^{0,5}} = 1,26$$

Caudales máximo y mínimo:

$$q_{\max} = K \cdot h_{\max}^x = 1,26 \cdot 11,17^{0,5} = 4,21 \text{ l/h}$$

$$q_{\min} = K \cdot h_{\min}^x = 1,26 \cdot 8,83^{0,5} = 3,74 \text{ l/h}$$

Tolerancia de caudales

Se debe cumplir que: $\frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_a} < 10\% \cdot q_a$

$$\frac{4,21 - 3,74}{4} = 0,118 < 0,4$$

Por tanto, se cumple la condición anterior.

Coefficiente de uniformidad absoluta (CUa)

$$CUa = \left[1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{q_{\min}}{q_a} + \frac{q_a}{q_{\max}} \right]$$

$$CUa = \left[1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{1,4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{3,74}{4} + \frac{4}{4,21} \right] = 0,902 \rightarrow CU_a = 90,2\% > 90\%$$

El coeficiente de uniformidad absoluta es ligeramente superior al 90%, cumpliéndose la condición impuesta en el cálculo de las necesidades totales de agua.

2.4 SECTORES DE RIEGO

La siguiente tabla muestra las características de las tuberías laterales que se utilizarán en las subunidades de riego:

Tuberías	Nº	Longitud	Caudal	Material	Ø nominal
S-1	71	72,8 m	208 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-2	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-3	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-4	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-5	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-6	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-7	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-8	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm
S-9	52	70 m	200 l/h	PEBD 2,5 atm	16 mm

La siguiente tabla recoge las características de las tuberías terciarias que se utilizarán en las subunidades de riego:

Tubería	Longitud	Caudal	Material	Ø nominal
S-1	170,4 m	14.768 l/h	PVC 6 atm	75 mm
S-2	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-3	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-4	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-5	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-6	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-7	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-8	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm
S-9	124,8 m	10.400 l/h	PVC 6 atm	63 mm

Los caudales de cada una de las tuberías terciarias son los caudales de las correspondientes subunidades de riego.

Tenemos nueve subunidades de riego y cuatro sectores de riego, los cuales representan además los turnos de riego. De acuerdo con el número y el caudal de las subunidades de riego, se elige la siguiente disposición:

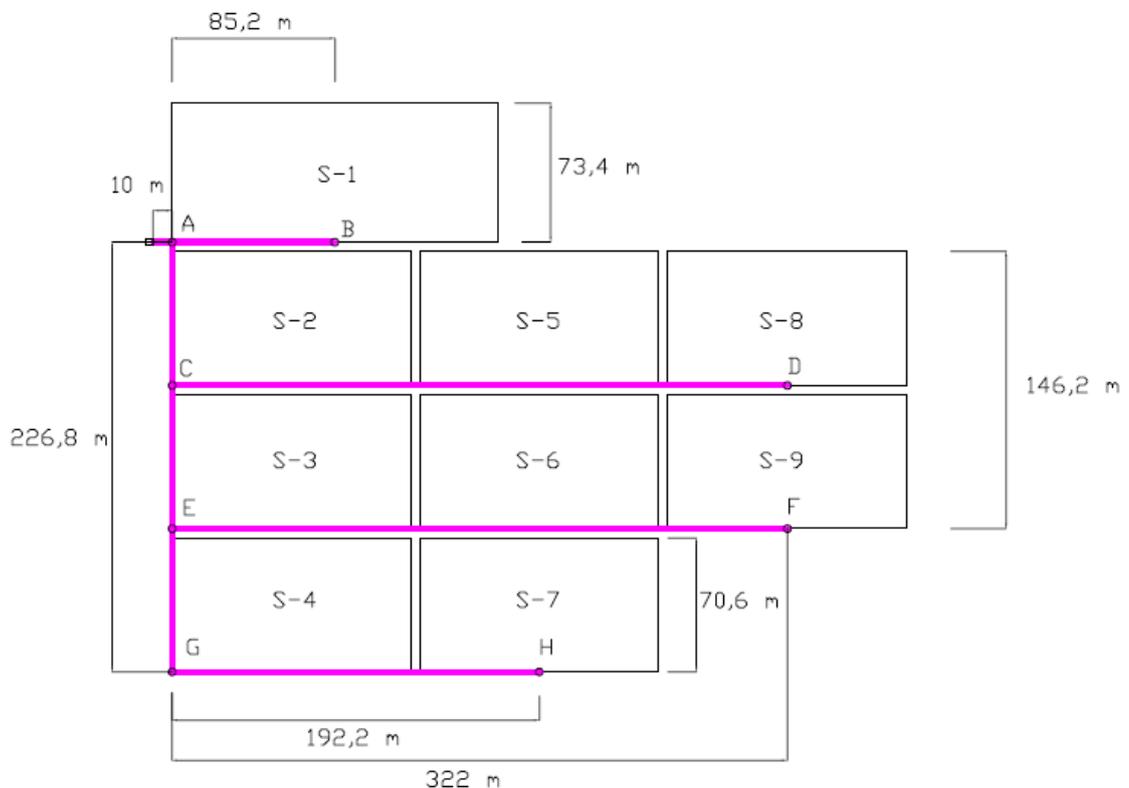
Sectores de riego

- Sector 1: subunidades S-1 y S-5, con un caudal de 25.168 l/h.
- Sector 2: subunidades S-2, S-3 y S-4, con un caudal de 31.200 l/h.
- Sector 3: subunidades S-6 y S-8, con un caudal de 20.800 l/h.
- Sector 4: subunidades S-7 y S-9, con un caudal de 20.800 l/h.

Como se indica en el diseño agronómico, la frecuencia o intervalo de riego es de 2 días, por lo que habrá 2 turnos de riego cada día. Se regarán los sectores 1 y 2 un día y los sectores 3 y 4 al día siguiente.

3. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED PRINCIPAL DE RIEGO

Por red principal de riego se entiende la tubería que conecta el cabezal de riego a las tuberías terciarias. La distinción entre tubería primaria y secundaria responde sólo al orden que ocupan a partir del cabezal. La tubería primaria es la que va desde el cabezal hasta el punto A y la secundaria desde el punto A hasta las terciarias.



El trazado de la red principal de riego se puede ver con detalle en el Plano nº 2.

Para dimensionar las tuberías, vamos a tomar como referencia las siguientes consideraciones:

- La velocidad del fluido debe mantenerse entre 1 y 2 m/s.
- En el cálculo de la pérdida de carga, debe cumplirse que $J < 5 \%$.
- Se van a utilizar tuberías de PVC de 6 atm con unión elástica.

3.1 TUBERÍA SECUNDARIA

TRAMO AB

Longitud: 85,2 m.

Caudal: $14.768 \text{ l/h} = 0,0041 \text{ m}^3/\text{s}$; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de la subunidad.

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

siendo:

a: coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares $\rightarrow a = 1,15$

F = 1 (una sola salida)

L: longitud del tramo en m $\rightarrow L = 85,2 \text{ m}$

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de Blasius:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

siendo:

Q: caudal del lateral en l/h

D: diámetro interior de la tubería en mm

Primer tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 75 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 70,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{14.768^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,015 \rightarrow J = 1,5 \%$$

$$h = a \cdot J \cdot F \cdot L = 1,15 \cdot 0,015 \cdot 1 \cdot 85,2 = 1,47 \text{ m.c.a.}$$

La velocidad del fluido viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot S \rightarrow v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \cdot R^2} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

siendo:

Q: caudal en m^3/s .

D: diámetro interior de la tubería en m.

$$v = \frac{4.0,0041}{\pi \cdot 0,0706^2} = 1,05 \text{ m/s}$$

Por tanto, en este tramo se va a utilizar una tubería de 75 mm de diámetro.

TRAMO AD

Longitud: 397,6 m.

Caudal: 10.400 l/h = 0,0029 m³/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de una subunidad.

Pérdida de carga:

Primer tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 63 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 59,2 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{10.400^{1,75}}{59,2^{4,75}} = 0,019 \rightarrow J = 1,9 \%$$

$$h = a \cdot J \cdot F \cdot L = 1,15 \cdot 0,019 \cdot 1 \cdot 397,6 = 8,69 \text{ m.c.a.}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \rightarrow v = \frac{4 \cdot 0,0029}{\pi \cdot 0,0592^2} = 1,05 \text{ m/s}$$

Por tanto, en este tramo se va a utilizar una tubería de 63 mm de diámetro.

TRAMO CF

Longitud: 397,6 m.

Caudal: 10.400 l/h = 0,0029 m³/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de una subunidad.

Pérdida de carga:

Primer tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 63 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 59,2 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{10.400^{1,75}}{59,2^{4,75}} = 0,019 \rightarrow J = 1,9 \%$$

$$h = a \cdot J \cdot F \cdot L = 1,15 \cdot 0,019 \cdot 1 \cdot 397,6 = 8,69 \text{ m.c.a.}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{4.Q}{\pi.D^2} \rightarrow v = \frac{4.0,0029}{\pi.0,0592^2} = 1,05 \text{ m/s}$$

Por tanto, en este tramo se va a utilizar una tubería de 63 mm de diámetro.

TRAMO EH

Longitud: 267,8 m.

Caudal: 10.400 l/h = 0,0029 m³/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de una subunidad.

Pérdida de carga:

Primer tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 63 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 59,2 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{10.400^{1,75}}{59,2^{4,75}} = 0,019 \rightarrow J = 1,9 \%$$

$$h = a \cdot J \cdot F \cdot L = 1,15 \cdot 0,019 \cdot 1 \cdot 267,8 = 5,85 \text{ m.c.a.}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{4.Q}{\pi.D^2} \rightarrow v = \frac{4.0,0029}{\pi.0,0592^2} = 1,05 \text{ m/s}$$

Por tanto, en este tramo se va a utilizar una tubería de 63 mm de diámetro.

3.2 TUBERÍA PRIMARIA

TRAMO Cabezal-A

Longitud: 10 m.

Caudal: 14.768 l/h = 0,0041 m³/s (caudal máximo).

Pérdida de carga:

Primer tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 75 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 70,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{14.768^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,015 \rightarrow J = 1,5 \%$$

$$h = a \cdot J \cdot F \cdot L = 1,15 \cdot 0,015 \cdot 1 \cdot 10 = 0,17 \text{ m.c.a.}$$

La velocidad del fluido viene dada por la siguiente expresión:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

siendo:

Q: caudal en m³/s

D: diámetro interior de la tubería en mm

$$v = \frac{4 \cdot 0,0041}{\pi \cdot 0,0706^2} = 1,05 \text{ m/s}$$

Por tanto, se va a utilizar una tubería primaria de 75 mm de diámetro.

En el siguiente cuadro se muestran las características de las tuberías de la red principal de riego:

Tramo	AB	AD	CF	EH	Cabezal-A
Longitud (m)	85,2	397,6	397,6	267,8	10
Caudal (l/h)	14.768	10.400	10.400	10.400	14.768
Ø nominal (mm)	75	63	63	63	75
J (%)	1,5	1,9	1,9	1,9	1,5
Velocidad (m/s)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Pérdida de carga (m.c.a.)	1,47	8,69	8,69	5,85	0,17

4. ARQUETAS DE RIEGO

En cada una de las conexiones de tubería secundaria y terciaria se colocará una electroválvula de solenoide seguida de un regulador de presión tipo muelle, protegidos mediante una arqueta de riego. Las arquetas tendrán unas dimensiones de 80x80 cm de luz por 110 cm de profundidad, con una tapa de acero a nivel de suelo terminado suficientemente fuerte para resistir el paso de la maquinaria.

En cada unión se instalará una electroválvula y un regulador de presión de 63 mm de diámetro, salvo en la correspondiente a la subunidad S-1 en la que ambos serán de 75 mm de diámetro.

La presión a la salida de los reguladores es de 11,89 m.c.a. en el caso de las subunidades S-2 a S-9 y de 11,94 m.c.a. en la subunidad S-1. Ambos valores son muy similares, por lo que consideraremos, a efectos de cálculo, una pérdida de carga de 0,25 m.c.a. en los reguladores de presión y de 0,5 m.c.a. en las electroválvulas.

Los detalles de las conexiones en las arquetas de riego pueden observarse en el Plano n° 5.

Las electroválvulas funcionan mediante un solenoide de 24 V y 2 W de potencia e irán conectadas al programador de riego mediante una línea eléctrica enterrada junto a la red principal de riego. Existirá un cable común a todas las electroválvulas y uno específico para cada una de ellas.

Las longitudes de cable para cada una de las subunidades se muestran en la siguiente tabla:

Subunidad	Longitud (m)
S-1	95,2
S-2	148
S-3	223,6
S-4	299,2
S-5	277,8
S-6	353,4
S-7	429
S-8	407,6
S-9	483,2
TOTAL	2.717

La longitud total de cable común será de 1.158,2 m.

5. DISEÑO Y CÁLCULO DEL CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego está constituido por el sistema de filtrado, el equipo de fertirrigación, el programador de riego y otros elementos de protección, medida y control, tal y como se refleja en el Anexo VI.

Los elementos del cabezal de riego se pueden observar en el Plano n° 4.

5.1 SISTEMA DE FILTRADO

Filtros de arena

Para la elección de la arena, seguimos el criterio de que las partículas que superan el filtro deben tener un diámetro inferior a 1/10 del diámetro de paso del emisor. El filtro deja pasar partículas de tamaño comprendido entre 1/10 y 1/12 del diámetro efectivo de la arena, por lo que la arena adecuada será aquella cuyo diámetro efectivo sea igual al diámetro de paso del emisor, 1 mm en nuestro caso, con un coeficiente de uniformidad entre 1,40 y 1,60. El espesor de la arena será de 50 cm.

El máximo caudal que requiere un sector de riego es de 31.200 l/h. Para calcular la superficie filtrante (S), se tendrá en cuenta que:

- La velocidad media del agua en el interior del tanque no debe superar los 60 m/h.
- El caudal se aumenta en un 20 % como margen de seguridad, por lo que:
 $Q = 37.440 \text{ l/h} = 37,440 \text{ m}^3/\text{h}$

$$S = \frac{Q}{v} \rightarrow S = \frac{37,440}{60} = 0,624 \text{ m}^2$$

Se instalarán dos filtros de arena en paralelo para permitir la limpieza de cada uno con agua filtrada procedente del otro.

$$S = \frac{0,624}{2} = 0,312 \text{ m}^2 \rightarrow D > \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,312}{\pi}} = 0,63 \text{ m}$$

Por tanto, los filtros serán como mínimo de 0,63 m de diámetro, que habrá que mayorar hasta el diámetro comercial superior: $\varnothing = 0,7 \text{ m}$.

Los filtros, si están limpios, provocan una pérdida de carga de 1 a 2 m.c.a. y se deberán limpiar cuando la pérdida de carga alcance un valor de 3 m.c.a. No obstante, a efectos de cálculo se supone que su pérdida de carga es de 5 m.c.a.

Filtros de mallas

A la hora de elegir el filtro de mallas, seguimos el criterio de que el tamaño del orificio debe ser aproximadamente 1/7 del diámetro de paso del gotero. El diámetro de paso de nuestros goteros es de 1 mm, por lo que se elige una malla de acero de 150 mesh, con un tamaño de orificio inferior a 143 micras.

El máximo caudal que requiere un sector de riego es de 31.200 l/h. Para calcular la superficie filtrante, se tendrá en cuenta que:

- La velocidad media del agua no debe ser inferior a 0,4 m/s, lo que supone un caudal de 446 m³/h por m² de área total de filtro.
- El caudal se aumenta en un 20 % como margen de seguridad, por lo que: $Q = 37.440 \text{ l/h} = 37,44 \text{ m}^3/\text{h}$.

Por tanto, el filtro deberá tener una superficie de filtrado:

$$S > \frac{37,440}{446} = 0,084 \text{ m}^2$$

Se instalarán dos filtros en paralelo para permitir la limpieza de cada uno con agua limpia procedente del otro, cada uno de ellos con una superficie mínima de 0,042 m².

Los filtros, si están limpios, provocan una pérdida de carga de 1 a 2 m.c.a. y se deberán limpiar cuando la pérdida de carga alcance 3 m.c.a. A efectos de cálculo, se supone que crean una pérdida de carga de 5 m.c.a.

5.2 EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Estará constituido por un depósito de fertilizante con agitador, destinado a almacenar la disolución madre de los fertilizantes, y una bomba de inyección de fertilizante, que la inyecta en la tubería comprendida entre los filtros de arena y los filtros de mallas.

Depósito de fertilizante con agitador

El tamaño del depósito dependerá del volumen de disolución a almacenar. Se va a dimensionar para que tenga una autonomía de una semana sin necesidad de ser recargado.

El volumen máximo de disolución que se va a aplicar en una semana es de 375 l/ha, por lo que el volumen total para una superficie de 8,3 ha es de 3.112,5 l. Por tanto, la capacidad del depósito será de 3.112,5 litros como mínimo.

Por su ligereza, poca fragilidad, resistencia química y bajo coste, se elige un depósito de polietileno. Se instalará un depósito cilíndrico vertical de 3.200 l de capacidad, con unas dimensiones de 1,5 m de diámetro y 1,81 m de altura.

Con el fin de mantener homogénea la disolución y evitar precipitaciones, el depósito incorpora un agitador de hélice de 1.400 rpm, montado sobre un eje suspendido de la parte superior y accionado por un motor eléctrico monofásico de 0,13 kw. Estará conectado al programador de riego, el cual determinará su tiempo de funcionamiento para cada sector de riego.

Bomba de inyección de fertilizante

La bomba inyectora de fertilizante puede ser de accionamiento hidráulico o eléctrico. Pese a su mayor coste se prefiere emplear bombas de accionamiento eléctrico por su mayor facilidad de automatización, ya que permiten realizar una programación por tiempo que no exige que se visite a diario la instalación.

Se va a instalar una bomba de pistón, con un caudal máximo de 50 l/h y accionada por un motor eléctrico monofásico de 0,25 kw, la cual permite un control sencillo de la dosis y del tiempo de aplicación. Dosificará la inyección de fertilizante por tiempo, inyectando siempre un caudal constante. Estará conectada al programador de riego, que determinará su tiempo de funcionamiento para cada sector de riego.

6. DISEÑO Y CÁLCULO DEL GRUPO DE BOMBEO

El grupo de bombeo se selecciona en función del sector de riego que debe recibir un mayor caudal. Se trata del sector 2, formado por las subunidades S-2, S-3 y S-4, con un caudal de 31.200 l/h.. Por tanto, el caudal que deberá aportar la bomba será como mínimo de 31.200 l/h.

Altura de impulsión necesaria

La altura de impulsión vendrá dada por las diferentes pérdidas de carga. Las pérdidas de carga, en m.c.a., son las siguientes:

– Presión en el regulador de presión de S-4	11,89
– Pérdida de carga en la electroválvula	0,5
– Pérdida de carga en el regulador	0,25
– Pérdida de carga en la tubería principal	6,54
– Pérdida de carga en los filtro de mallas	5,0
– Pérdida de carga en los filtro de arena	5,0
– Pérdida de carga en puntos singulares y valvulería del cabezal	2,0

La altura de impulsión necesaria será: $H = 31,18$ m.c.a.

Tubería de impulsión

La tubería de impulsión será de hierro fundido y su longitud de 10 m.

Caudal: $31.200 \text{ l/h} = 0,0087 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pérdida de carga:

Primer tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 75 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 70,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{31.200^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,057 \rightarrow J = 5,7 \%$$

Como J es superior al 5 %, no es válida una tubería de 75 mm.

Segundo tanteo: $\varnothing_{\text{ext}} = 90 \text{ mm}$ y $\varnothing_{\text{int}} = 84,6 \text{ mm}$.

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow J = 0,473 \cdot \frac{31.200^{1,75}}{84,6^{4,75}} = 0,024 \rightarrow J = 2,4 \%$$

$$h = a \cdot J \cdot F \cdot L = 1,2 \cdot 0,024 \cdot 1 \cdot 10 = 0,29 \text{ m.c.a.}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \rightarrow v = \frac{4 \cdot 0,0087}{\pi \cdot 0,0846^2} = 1,55 \text{ m/s}$$

Por tanto, se elige una tubería de impulsión de 90 mm de diámetro.

Altura manométrica

La altura manométrica de la bomba, H_m , viene dada por la altura de impulsión necesaria más la pérdida de carga en impulsión.

Altura de impulsión necesaria: $H = 31,18 \text{ m.c.a.}$

Pérdida de carga en impulsión: $h = 10 + 0,29 = 10,29 \text{ m.c.a.}$

$$H_m = 31,18 + 10,29 = 41,47 \text{ m.c.a.}$$

El caudal se incrementa un 15 % como margen de seguridad, por lo que se obtiene un caudal de 35.780 l/h. Se necesita una bomba capaz de suministrar 35,78 m³/h a una altura de 41,47 m.c.a.

Las bombas centrífugas multicelulares son las más comunes en grupos de bombeo verticales, capaces de suministrar un caudal máximo de 120 m³/h a una altura máxima de 270 m.

Se va a instalar una electrobomba centrífuga multicelular vertical (serie VS) de 2.850 r.p.m., cuyo rango de caudales va de 1,5 a 40 m³/h con una altura manométrica de 20 a 108 m.c.a.

Potencia del motor

La potencia requerida para el accionamiento de la bomba, P, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q.H.\rho}{270.\eta}$$

siendo:

$$Q = 35,78 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$H = 41,47 \text{ m}.$$

$$\rho: \text{densidad del fluido} \rightarrow \rho = 1 \text{ kg/dm}^3.$$

$$\eta: \text{rendimiento del grupo de bombeo; su valor oscila normalmente entre el 70 \% y 80 \%} \rightarrow \eta = 0,7.$$

$$P = \frac{35,78.41,47.1}{270.0,7} = 7,85 \text{ CV}$$

Vamos a considerar un incremento del 25 % como margen de seguridad a fin de cubrir posibles incidencias eléctricas, por lo que la potencia requerida será de 9,81 CV. Por tanto, se va a instalar un motor eléctrico de 10 CV.

ANEXO X

CÁLCULO DE NECESIDADES Y COSTES DE CULTIVO

1. NECESIDADES Y COSTES DE CULTIVO ACTUALES

En este apartado se indican las materias primas, la maquinaria y equipos y la mano de obra empleados en las labores de cultivo y se calculan las necesidades actuales de potencia, tiempos empleados, etc.

1.1 MAQUINARIA Y EQUIPOS EMPLEADOS

Toda la maquinaria y equipos empleados en las labores y operaciones de cultivo pertenecen al propietario de la finca, que es el promotor del proyecto. Son los siguientes:

Laboreo

- Tractor de 90 CV.
- Cultivador intercepas de 8 rejas con brazos flexibles, dos con intercepas para el laboreo entrelínea.
- Cultivador regabina.
- Rotavator.

Poda

- Prepodadora de discos horizontales.
- Despuntadora de cuchillas.
- Tijeras.

Fertilización

- Abonadora centrífuga dotada de elementos deflectores y rejas.

Tratamiento de herbicidas

- Mochila pulverizadora de tratamiento manual, con 15 litros de capacidad.

Tratamientos fitosanitarios

- Tractor de 90 CV.
- Pulverizador suspendido de 1.000 litros de capacidad y 14 boquillas.
- Espolvoreador suspendido de 400 kg de capacidad y 4 toberas.

Recolección

- Navajas tipo serpeteta.
- Espuertas de 20 kg.
- Tractor con remolque para transportar la uva.

Necesidades de potencia

Las necesidades estimadas de potencia de la maquinaria son las siguientes:

- Cultivador intercepas: 35 CV
- Cultivador regabina: 35 CV
- Rotavator: 35 CV
- Prepoda: 45 CV
- Despunte: 35 CV
- Pulverizaciones: 35 CV
- Espolvoreos: 30 CV
- Abonadora: 35 CV

Tiempos empleados en las labores de cultivo

- Cultivador intercepas: 1,1 horas/ha
- Cultivador regabina: 1,1 horas/ha
- Rotavator: 1,1 horas/ha
- Prepoda: 1,75 horas/ha
- Despunte: 1,1 horas/ha
- Pulverizaciones: 1 horas/ha
- Espolvoreos: 0,5 horas/ha
- Abonadora: 1,5 horas/ha

Consumo de carburante

El consumo de gasóleo depende de la potencia del tractor. Si no se conoce el consumo horario, se puede estimar utilizando un coeficiente, cuyo valor para un tractor de 90 CV es de 0,18 litros/CV y por hora.

El consumo total vendrá dado por el producto de la potencia requerida, el tiempo de ejecución y el coeficiente indicado anteriormente.

Labor	Tiempo de ejecución (horas)	Potencia (CV)	Consumo (litros)
Cultivador intercepas	9,13	35	57,5
Cultivador regabina	9,13	35	57,5
Rotavator	9,13	35	57,5
Prepoda	14,52	45	117,6
Despunte	9,13	35	57,5
Pulverizaciones	8,30	35	52,3
Espolvoreos	4,15	30	22,4
Abonadora	12,45	35	78,4

En el transporte de la uva se consumen unos 32 litros de gasóleo cada día. Se estima que la recolección se realiza en 12,45 jornadas, por lo que el consumo de gasóleo agrícola en el transporte de la uva será de 398,4 litros.

1.2 PROCESO PRODUCTIVO

Vamos a tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Sólo se incluyen aquellos tratamientos fitosanitarios que se dan sistemáticamente.
- Sólo se consideran las labores de mantenimiento estrictamente necesarias.

1.2.1 Materias primas

En la tabla siguiente se indican las cantidades anuales de materias primas (kg) empleadas en el proceso productivo:

MATERIAS PRIMAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Nitrato amónico	-	1.394,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.394,4
Nitrato potásico	-	3.834,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.834,6
Superfosfato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.037,5	-	1.037,5
Gasóleo agrícola (l)													899,1
Azufre micronizado	-	-	-	-	104	166	207	-	-	-	-	-	477
Fosetil-Al + Folpet + Cimoxanilo	-	-	-	-	15	18	18	-	-	-	-	-	51
Mancoceb + Oxiclورو de cobre	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	22
Clorpirifos		-	-	-	-	8,3	13,4	8,3	-	-	-	-	30
Oxifluorfen (l)	-	-	-	-	-	-	24,9	-	-	-	-	-	24,9

1.2.2 Maquinaria y equipos

En la tabla siguiente se indican las jornadas anuales de uso de la maquinaria y equipos empleados en el proceso productivo:

MAQUINARIA Y EQUIPOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Jornadas totales
Cultivador intercepas	-	-	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30
Rotavator	-	-	-	0,65	0,65	-	-	-	-	-	-	-	1,30
Cultivador regabina	-	-	-	-	-	-	1,30	-	-	-	-	-	1,30
Prepodadora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,07
Despuntadora	-	-	-	-	-	1,30	-	-	-	-	-	-	1,30
Pulverizador	-	-	-	-	0,23	0,28	0,34	0,34	-	-	-	-	1,19
Espolvoreador	-	-	-	-	0,18	0,20	0,21	-	-	-	-	-	0,59
Mochila pulverizad.	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
Abonadora	-	1,19	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	-	1,78
Remolque	-	-	-	-	-	-	-	-	12,45	-	-	-	12,45

1.2.3 Mano de obra

El capataz se encarga de las labores y operaciones de cultivo que no requieren personal adicional. Se contrata mano de obra eventual para las operaciones de poda y recolección. En la tabla siguiente se indican las jornadas de trabajo anuales:

MANO DE OBRA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Jornadas totales
Personal fijo (F)	-	1,19	1,30	0,65	1,06	0,48	1,85	0,34	-	-	0,59	-	7,46
Personal eventual especializado (E)	12	-	-	-	-	1,30	-	-	12,45	-	-	2,07	27,82
Personal eventual no cualificado (NC)	-	-	-	3	3	-	3	-	12,45	-	-	-	21,45

1.3 CUADRO RESUMEN DE NECESIDADES

Operaciones	Identificación			Coeficientes técnicos		Jornadas necesarias	Cuantificación			Energía (gasóleo) Cantidad (l)
	Equipos		Mano de obra Nº	Coeficiente unitario de trabajo			Materias primas			
	Tracción	Maquinaria		ha/jornada	Jornada/ha		Cantidad/ha	Cantidad total	Clase	
Prepoda mecánica	Tractor 90 CV	Prepodadora	1 E	4	0,25	2,07	-	-	-	117,6
Poda	-	-	3 E	0,69	1,44	12	-	-	-	-
Fertilización	Tractor 90 CV	Abonadora centrífuga	1 F	4,66	0,21	1,78	168 kg 462 kg 125 kg	1.394,4 kg 3.834,6 kg 1.037,5 kg	Nitrato amo. Nitrato pot. Superfosfato	78,4
Pase cultivador intercepas	Tractor 90 CV	Cultivador intercepas	1 F	6,25	0,16	1,30	-	-	-	57,5
Pase rotavator	Tractor 90 CV	Rotavator	1 F	6,25	0,16	1,30	-	-	-	57,5
Operaciones en verde	-	-	2 NC	1,39	0,72	6	-	-	-	-
Despunte	Tractor 90 CV	Despuntadora	1 E	6,25	0,16	1,30	-	-	-	57,5
Pase cultivador regabina	Tractor 90 CV	Cultivador regabina	1 F	6,25	0,16	1,30	-	-	-	57,5
Tratamientos antioidio	Tractor 90 CV	Espolvoreador	1 F	8,3*	0,071	0,59	57,47 kg	477 kg	Azufre micro	22,4
Tratamientos antimildiu y antipolilla	Tractor 90 CV	Pulverizador	1 F	7,14	0,14	1,19	12,41 kg	103 kg	Fosetil-Al + Folpet + ... Clorpirifos	52,3
Tratamiento herbicida	-	Mochila pulverizadora	1 NC	2,78	0,36	3	3 l	24,9 l	Oxifluorfen	-
Recolección	-	-	10 NC	0,71	1,41	12,45	-	-	-	-
Transporte	Tractor 90 CV	Remolque	1 E	-	-	12,45	-	-	-	398,4

1.4 COSTES DE CULTIVO

1.4.1 Materias primas

MATERIAS PRIMAS	Cantidad	Precio unitario	Importe
Gasóleo agrícola	899,1 l	0,83 €/l	746,25 €
Azufre micronizado	477 kg	0,35 €/kg	166,95 €
Fosetil-Al + Folpet + Cimoxanilo	51 kg	15 €/kg	765 €
Mancoceb + Oxicloruro de cobre	22 kg	6 €/kg	132 €
Clorpirifos	30 kg	9 €/kg	270 €
Oxifluorfen	24,9 l	10,5 €/l	261,45 €
Nitrato amónico 33,5 % N	1.394,4 kg	0,50 €/kg	697,2 €
Nitrato potásico 13 % N y 46 % K ₂ O	3.834,6 kg.	1,25 €/kg	4.793,25 €
Superfosfato triple 45,5 % P ₂ O ₅	1.037,5 kg	0,80 €/kg	830 €
TOTAL:			8.662,1 €

1.4.2 Mano de obra

A efectos de cálculo, las jornadas correspondientes al personal fijo se engloban en las del personal eventual especializado.

MANO DE OBRA	Jornadas	Precio unitario	Importe
Personal eventual especializado	35,28	56 €/jornada	1.975,68 €
Personal eventual no cualificado	21,45	50 €/jornada	1.072,5 €
TOTAL:			3.048,18 €

La suma de los costes de cultivo actuales asciende a 11.710,28 € al año.

2. NECESIDADES Y COSTES DE CULTIVO INSTALADO EL SISTEMA DE RIEGO

En este apartado sólo se van a calcular las nuevas necesidades una vez instalado el sistema de riego por goteo, cuya instalación será realizada por una empresa especializada.

En las labores de cultivo se van a utilizar las mismas materias primas, maquinaria y equipos y mano de obra que se emplean actualmente, de modo que las necesidades de potencia de la maquinaria y los tiempos empleados en las labores serán los calculados anteriormente. La única diferencia es que la fertilización pasa a realizarse mediante fertirrigación, por lo que no se usará la abonadora centrífuga ni los fertilizantes sólidos tradicionales ni se considerará la mano de obra correspondiente a la fertilización convencional.

Las nuevas necesidades que debemos considerar incluyen el agua de riego y los fertilizantes usados en fertirrigación, la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la instalación de riego y el personal especializado de riego.

2.1 MATERIAS PRIMAS

En la tabla siguiente se indican las cantidades anuales de materias primas utilizadas en el riego por goteo con fertirrigación:

MATERIAS PRIMAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Complejo 15-5-15 (kg)	-	-	-	-	2.490	2.490	-	-	-	-	-	-	4.980
Complejo 7-5-30 (kg)	-	-	-	-	-	-	2.490	-	-	-	-	-	2.490
Sulfato potásico 50% K₂O (kg)	-	-	-	-	-	-	-	581	-	-	-	-	581
Agua (m³)	-	-	-	-	9.925	14.252	15.960	15.214	-	-	-	-	55.351

2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA

En la tabla siguiente se indican las necesidades anuales de potencia y energía eléctrica de la instalación de riego:

ENERGÍA ELÉCTRICA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Potencia (kw)	-	-	-	-	8,33	8,33	8,33	8,33	-	-	-	-	33,32
Energía (kw.h)	-	-	-	-	2.406,7	3.453,6	3.868,3	3.687,5	-	-	-	-	13.416,1

2.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS

En la tabla siguiente se indican las jornadas anuales de utilización de la instalación de riego:

MAQUINARIA Y EQUIPOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Jornadas totales
Instalación de riego	-	-	-	-	31	30	31	31	-	-	-	-	123

2.4 MANO DE OBRA

La mano de obra es especializada. En la tabla siguiente se indican las jornadas de trabajo anuales:

MANO DE OBRA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Personal especializado	-	-	-	2	4	4	4	4	2	-	-	-	20

2.5 CUADRO RESUMEN DE NECESIDADES

El siguiente cuadro recoge las necesidades derivadas de las operaciones de riego por goteo con fertirrigación a lo largo del año:

Operaciones	Equipos	Mano de obra especializada	Jornadas necesarias	Materias primas		Energía eléctrica	
				Cantidad total	Clase	Potencia (kw)	Energía (kw.h)
Riego con fertirrigación en mayo	Instalación de riego	1	31	2.490 kg 9.925 m ³	Complejo 15-5-15 Agua	8,33	2.406,7
Riego con fertirrigación en junio	Instalación de riego	1	30	2.490 kg 14.252 m ³	Complejo 15-5-15 Agua	8,33	3.453,6
Riego con fertirrigación en julio	Instalación de riego	1	31	2.490 kg 15.960 m ³	Complejo 7-5-30 Agua	8,33	3.868,3
Riego con fertirrigación en agosto	Instalación de riego	1	31	581 kg 15.214 m ³	Sulfato potásico 50% K ₂ O Agua	8,33	3.687,5

2.6 COSTES DE CULTIVO

2.6.1 Materias primas

MATERIAS PRIMAS	Cantidad	Precio unitario	Importe
Gasóleo agrícola	820,7 l	0,83 €/l	681,18 €
Azufre micronizado	477 kg	0,35 €/kg	166,95 €
Fosetil-Al + Folpet + Cimoxanilo	51 kg	15 €/kg	765 €
Mancoceb + Oxicloruro de cobre	22 kg	6 €/kg	132 €
Clorpirifos	30 kg	9 €/kg	270 €
Oxifluorfen	24,9 l	10,5 €/l	261,45 €
Complejo 15-5-15	4.980 kg	0,75 €/kg	3.735 €
Complejo 7-5-30	2.490 kg	0,75 €/kg	1.867,5 €
Sulfato potásico 50% K ₂ O	581 kg	0,72 €/kg	418,32 €
TOTAL:			8.297,4 €

2.6.2 Energía eléctrica

ENERGÍA ELÉCTRICA	Cantidad	Precio unitario	Importe
Término de potencia	33,32 kw	1,6341 €	54,45 €
Término de energía	13.416,1kw.h	0,1038 €	1.392,59 €
TOTAL:			1.447,04 €

2.6.3 Mano de obra

MANO DE OBRA	Jornadas	Precio unitario	Importe
Personal eventual especializado	33,5	56 €/jornada	1.876 €
Personal eventual no cualificado	21,45	50 €/jornada	1.072,5 €
Personal especializado riego	20	56 €/jornada	1.120 €
			TOTAL: 4.068,5 €

La suma de los costes de cultivo asciende a 13.812,94 € al año

ANEXO XI
ESTUDIO ECONÓMICO

1. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Para la evaluación financiera del proyecto, se estima que su vida útil es de 30 años. Se puede definir como el número estimado de años durante los cuales la inversión genera rendimientos.

Vamos a considerar la siguiente nomenclatura:

Año 0 → año en el que se implanta el sistema de riego por goteo.

Año 1 y sucesivos → años de funcionamiento de la instalación.

2. COSTES DEL PROYECTO

2.1 COSTES DE INVERSIÓN

Los costes de inversión o pago de la inversión es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para que el proyecto se lleve a cabo. En nuestro caso, son los costes en los que se incurre para implantar el sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en las parcelas.

Se consideran las siguientes inversiones:

- Renovación de la espaldera.
- Instalación del sistema de riego.
- Construcción de la caseta de riego.
- Honorarios del proyectista.

El IVA no se ha considerado en ninguna inversión, pues la explotación se integra en el régimen general del IVA y se efectúa trimestralmente la liquidación con el Ministerio de Hacienda entre el IVA soportado y el IVA repercutido. El IVA soportado en el proceso inversor es devuelto por la Administración.

Los honorarios del proyectista se consideran también costes de inversión. Por tanto, los costes de inversión (año 0) son los siguientes:

* Ejecución por contrata de la renovación de la espaldera:	11.749,54 €
* Ejecución por contrata de la instalación del sistema de riego:	36.158,89 €
* Ejecución por contrata de la construcción de la caseta de riego:	6.852,27 €
* Honorarios del proyectista (4 % del importe total):	2.190,43 €

Por tanto, el pago de la inversión es de 56.951,13 €.

2.2 COSTES DE REPOSICIÓN

Los costes de reposición corresponden a las nuevas inversiones que hay que realizar para reponer aquellos elementos cuya vida útil es más corta que la del proyecto. Se realizan en el momento en que finaliza la vida útil del elemento en cuestión.

Los ramales portagoteros deberán ser repuestos en su totalidad cada 10 años, el sistema de filtros cada 15 años y el equipo de bombeo a los 25 años. El resto de la instalación de riego, la caseta y la espaldera tendrán una vida superior a la vida útil del proyecto.

Los costes de reposición, que se consideran pagos extraordinarios, son los siguientes:

Año 11	Ramales portagoteros: 6.172,02 €
Año 16	Filtros: 1.540 €
Año 21	Ramales portagoteros: 6.172,02 €
Año 26	Equipo de bombeo: 3.119,5 €

2.3 COSTES DE EXPLOTACIÓN

Los costes de explotación comienzan a contabilizarse a partir del año 1, año de entrada en funcionamiento del sistema de riego, y aparecen recogidos en el anexo X.

Los costes anuales de explotación son los siguientes:

▪ Materias primas:	8.297,40 €
▪ Energía eléctrica:	1.447,04 €
▪ Mano de obra:	4.068,50 €

Los costes de explotación anuales, que representan los pagos ordinarios, serán de 13.812,94 €.

2.4 COSTES DEBIDOS A BENEFICIOS POR LA SITUACIÓN ACTUAL

Los ingresos y los costes en la situación actual sin proyecto pasarán a ser costes e ingresos, respectivamente, en la situación con proyecto. Para simplificar, vamos a considerar la diferencia entre los ingresos y los costes en la situación actual como un coste en la situación con proyecto. Dicha cantidad representa los costes de oportunidad en la situación con proyecto.

Los costes de cultivo actuales se recogen en el Anexo X.

Situación sin proyecto:

- ✓ Ingresos (venta uva): $12.000 \text{ kg/ha} \times 8,30 \text{ ha} \times 0,36 \text{ €/kg} = 35.856 \text{ €}$
- ✓ Costes de cultivo: 11.710,28 €

El beneficio anual que se obtiene en la actualidad es de 24.145,72 €.

3. INGRESOS DEL PROYECTO

3.1 COBROS ORDINARIOS

Los cobros ordinarios corresponden a la venta de la uva producida en las parcelas en las que se implanta el sistema de riego por goteo. Se computan y se consideran percibidos al final de cada año.

Una vez instalado el sistema de riego por goteo, se espera un aumento de la producción en torno a un 26-30 %. Por tanto, la producción anual estimada se sitúa en 15.120-15.600 kg/ha en el peor de los casos.

Vamos a considerar una producción anual de 15.360 kg/ha en las parcelas y un precio de venta de la uva de 0,39 €/kg, por lo que los ingresos anuales del año 1 y sucesivos ascenderán a:

$$15.360 \text{ kg/ha} \times 8,3 \text{ ha} \times 0,39 \text{ €/kg} = 49.720,32 \text{ €}$$

3.2 COBROS EXTRAORDINARIOS

Los cobros extraordinarios corresponden al valor que tienen los elementos que se reponen una vez transcurrida su vida útil.

A los ramales portagoteros, filtros y equipo de bombeo se les asigna un valor residual del 10 %. El resto de la instalación y la caseta de riego tienen una vida superior a la vida útil del proyecto y, al finalizar la misma, se les asigna un valor del 20 % del importe de la inversión.

Año 10	Ramales portagoteros: $6.172,02 \cdot 0,1 = 617,20 \text{ €}$	
Año 15	Filtros: $1.540 \cdot 0,1 = 154 \text{ €}$	
Año 20	Ramales portagoteros: 617,20 €	
Año 25	Equipo de bombeo: $3.119,5 \cdot 0,1 = 311,95 \text{ €}$	
Año 30	Ramales portagoteros: 617,20 €	Filtros: 154 €
Año 31	Instalación de riego: 7.231,78 €	Caseta de riego: 1.370,45 €

4. CORRIENTE DE PAGOS Y COBROS

Teniendo en cuenta los pagos y cobros descritos, se calculan los flujos de caja resultantes. Se obtienen como la diferencia entre cobros y pagos, ya sean ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de vida del proyecto.

Los flujos de caja del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Año	Pago de la inversión (€)	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraor. (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraor. (€)	Costes de oportunidad (€)	Flujos de caja (€)
0	56.951,13	0	0	0	0	0	- 56.951,13
1	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
2	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
3	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
4	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
5	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
6	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
7	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
8	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
9	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
10	0	49.720,32	617, 20	13.812,94	0	24.145,72	12.378,86
11	0	49.720,32	0	13.812,94	6.172,02	24.145,72	5.589,64
12	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
13	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
14	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
15	0	49.720,32	154	13.812,94	0	24.145,72	11.915,66
16	0	49.720,32	0	13.812,94	1.540	24.145,72	10.221,66
17	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
18	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
19	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
20	0	49.720,32	617, 20	13.812,94	0	24.145,72	12.378,86
21	0	49.720,32	0	13.812,94	6.172,02	24.145,72	5.589,64
22	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
23	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
24	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
25	0	49.720,32	311,95	13.812,94	0	24.145,72	12.073,61
26	0	49.720,32	0	13.812,94	3.119,5	24.145,72	8.642,16
27	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
28	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
29	0	49.720,32	0	13.812,94	0	24.145,72	11.761,66
30	0	49.720,32	771,20	13.812,94	0	24.145,72	12.532,86
31	0	49.720,32	8.602,2	13.812,94	0	24.145,72	20.363,86

Desde el punto de vista del sentido de los flujos de caja, es una inversión "simple", puesto que el desembolso inicial es negativo y todos los demás flujos de caja son positivos.

La financiación del proyecto corre a cargo del propietario de la finca, que es el promotor del mismo. Por tanto, analizaremos la inversión para el supuesto de financiación propia.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN

Para la evaluación financiera de la inversión se van a aplicar los criterios financieros de selección de inversiones más utilizados en la práctica. Se trata de criterios dinámicos que tienen en cuenta tanto la cuantía como la cronología de los flujos de caja resultantes.

5.1 CRITERIO DEL VALOR ACTUAL NETO

El valor capital o Valor Actual Neto (VAN) de una inversión se puede definir como el valor actualizado de todos los rendimientos esperados, llamando así a la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y el valor actualizado de los pagos que se esperan. En otras palabras, sería la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión y lo que la inversión devuelve al inversor.

Este criterio permite cuantificar la ganancia o rentabilidad neta generada por el proyecto, homogeneizando las cantidades mediante una determinada tasa de actualización para poder sumar cantidades correspondientes a diferentes años.

La expresión matemática del VAN es:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + K_1)} + \frac{Q_2}{(1 + K_1)(1 + K_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1 + K_1)(1 + K_2) \dots (1 + K_n)}$$

siendo:

VAN → valor actual neto (€)

A → capital de la inversión (€)

n → vida útil del proyecto (n = 30)

Q_n → flujos de caja que genera la inversión (€)

K_n → tasa de actualización o tipo de interés (tanto por uno)

Vamos a calcular el VAN para distintas tasas de actualización, pero suponiendo que ésta se mantiene constante a lo largo de la vida útil del proyecto. La expresión del VAN sería:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + K)} + \frac{Q_2}{(1 + K)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1 + K)^n}$$

Según este criterio:

- Si VAN > 0, inversión rentable.
- Si VAN < 0, inversión no rentable.

Si el VAN es positivo, el proyecto resulta viable desde el punto de vista financiero, para el tipo de interés elegido, y debe ser aceptado. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto no es viable y debe ser rechazado.

A continuación, vamos a calcular el VAN para distintos tipos de interés. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tasa de actualización	VAN
5 %	121.892,46 €
6 %	102.741,59 €
7 %	86.707,38 €
8 %	73.177,90 €
9 %	61.677,78 €

5.2 CRITERIO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

La Tasa Interna de Retorno o de Rendimiento (TIR) de una inversión se puede definir como el tipo de interés que nos devuelve la inversión. Es, por tanto, el tipo de interés que hace que el VAN sea igual a cero. A diferencia del VAN, que ofrece el resultado en términos absolutos, la TIR nos ofrece la rentabilidad del proyecto en términos relativos.

La expresión matemática, para el supuesto considerado de que la tasa de actualización se mantiene constante, sería:

$$VAN = 0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

siendo:

$r \rightarrow$ tasa interna de retorno (%)

Según este criterio:

- Si $r > K$, inversión rentable.
- Si $r < K$, inversión no rentable.

La inversión será rentable siempre que la TIR tenga un valor superior al del tipo de interés.

En nuestro caso, resolviendo la ecuación anterior mediante una hoja de cálculo, obtenemos que la Tasa Interna de Retorno alcanza un valor del 20,27 %.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los valores que se han obtenido para los indicadores de rentabilidad analizados en la evaluación financiera de la inversión (VAN y TIR), se puede afirmar que el proyecto de inversión es rentable y resulta viable con financiación propia.

Es un proyecto con unos costes de implantación elevados, pero que aporta beneficios de una forma rápida (TIR = 20,27 %), rentabilidad bastante aceptable en la actual coyuntura económica de la agricultura española.

PLANOS

Relación de planos expuestos en el presente Proyecto:

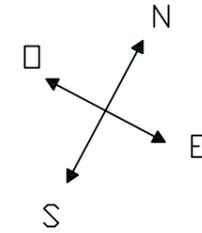
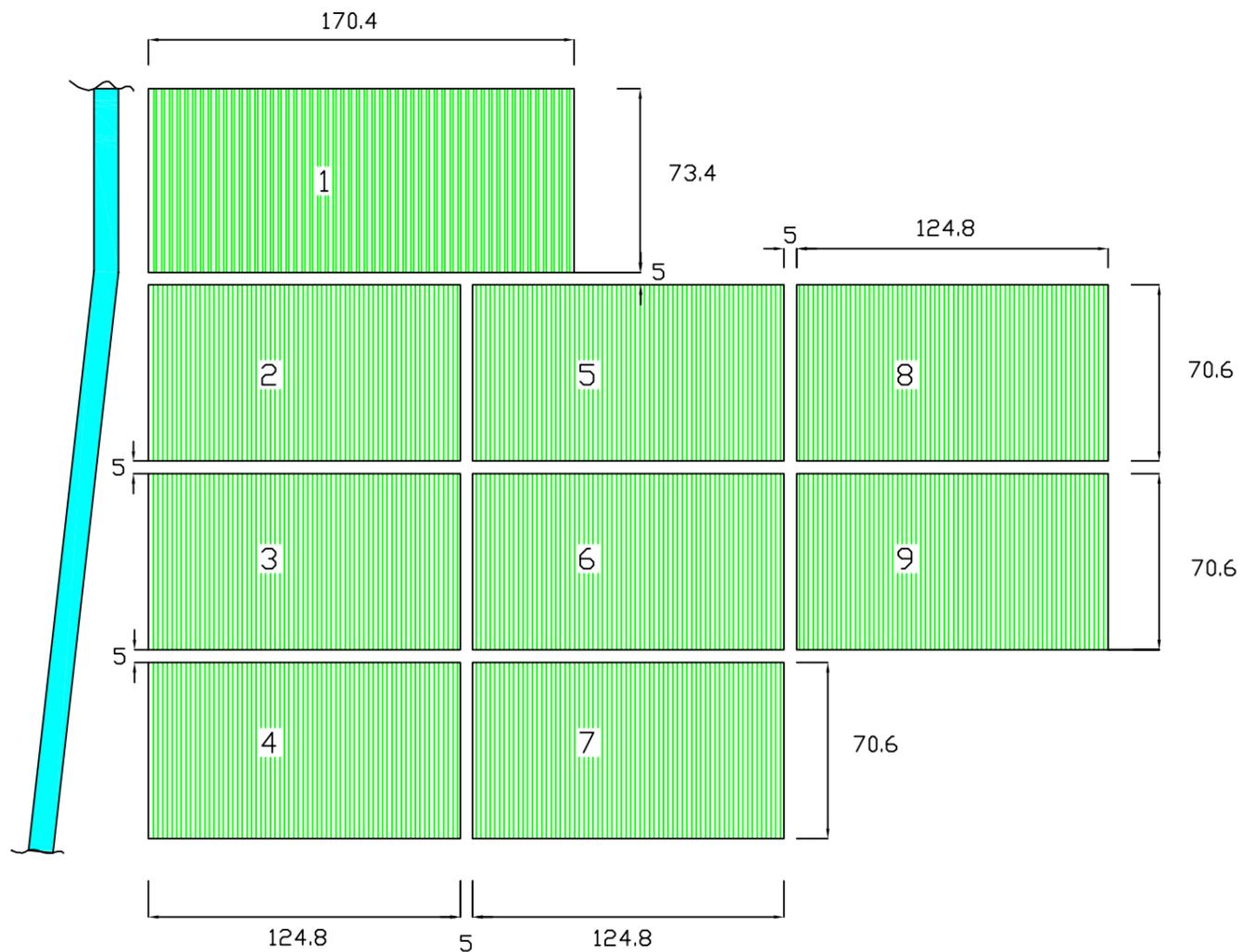
PLANO N° 1: DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS.

PLANO N° 2: DISTRIBUCIÓN DE SUBUNIDADES Y RED PRINCIPAL DE RIEGO.

PLANO N° 3: DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS TERCIARIAS Y RAMALES PORTAGOTEROS.

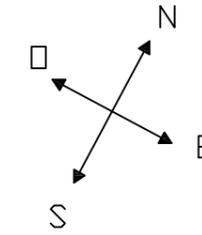
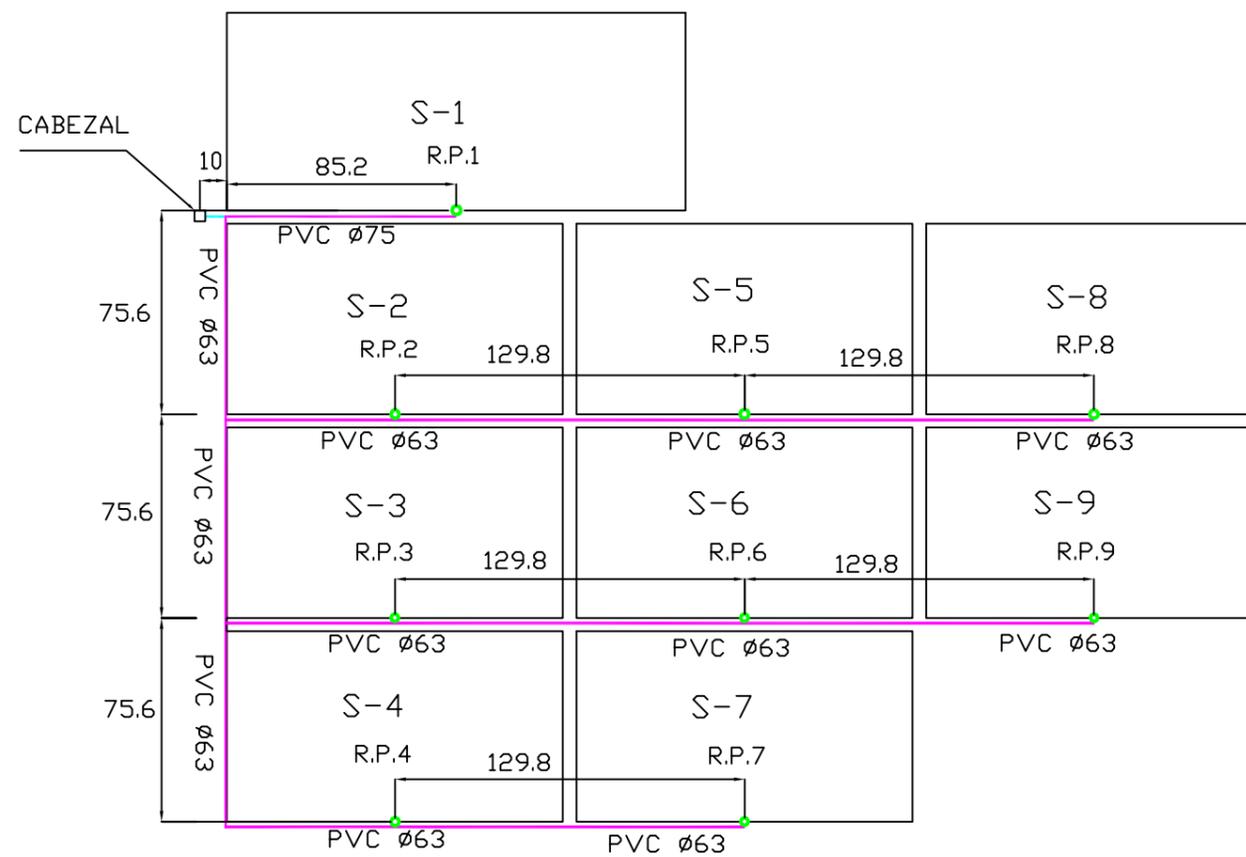
PLANO N° 4: CABEZAL DE RIEGO. CASETA DE RIEGO.

PLANO N° 5: DETALLE DE CONEXIONES EN ARQUETAS.



Nota:
- Cotas en metros

01	20-10-08	Distribución de las parcelas	P. Correro	P. Correro	P. Correro
Rev.	Fecha	Descripción	Firma Dibujado	Firma Revisado	Firma Aprobado
Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo					
Universidad de Cádiz Facultad de Ciencias			Proyecto Fin de Carrera		
Escala 1:2500	DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS			Nº Plano 01	
			Hojas 1	Nº Hoja 1	



LEYENDA		
—	Tubería primaria PVC 6 atm	
—	Tubería secundaria PVC 6 atm	
○	Regulador de presión (R.P.)	

Nota:
- Cotas en metros

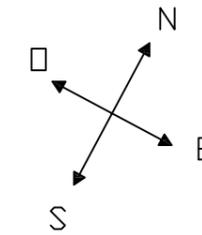
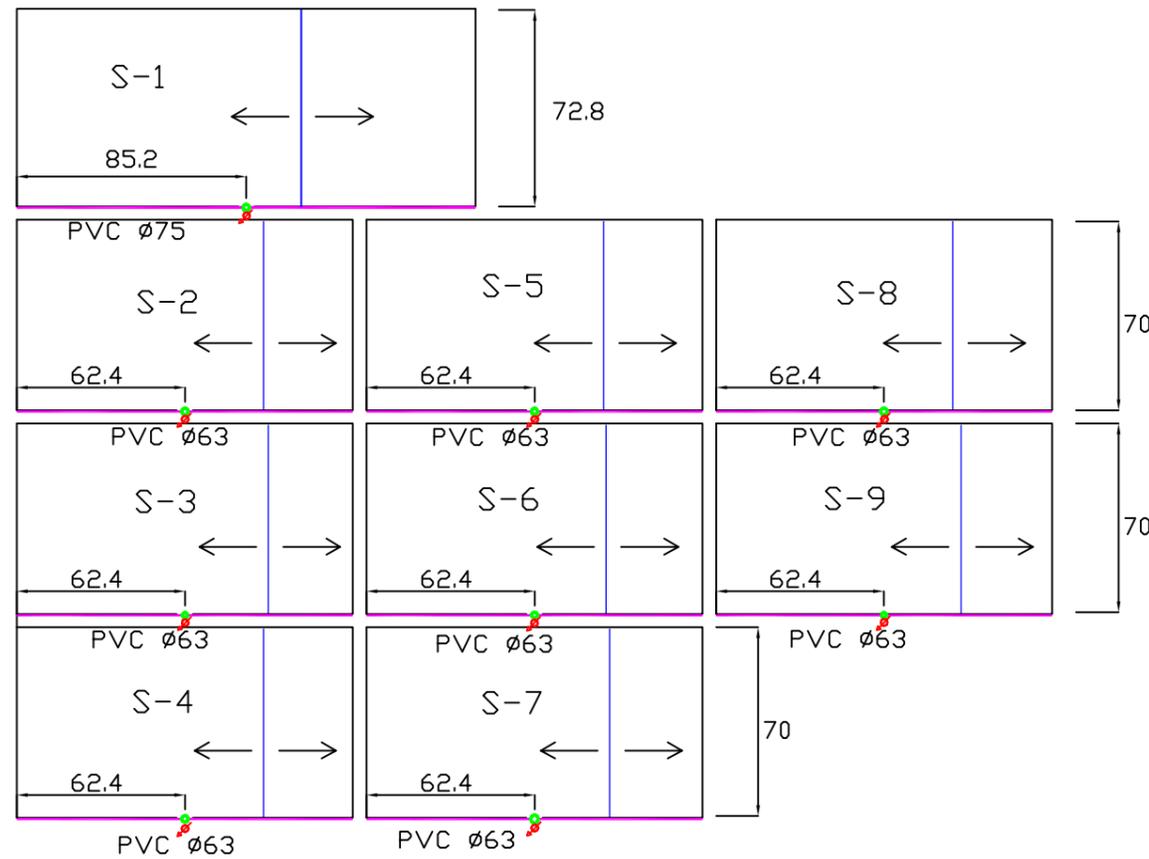
Rev.	Fecha	Descripción	P. Correro	P. Correro	P. Correro
			Firma Dibujado	Firma Revisado	Firma Aprobado
01	20-10-08	Distribución de subunidades y red principal de riego			

Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo

Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias

Proyecto Fin de Carrera

Escala 1: 2500	DISTRIBUCIÓN DE SUBUNIDADES Y RED PRINCIPAL DE RIEGO	N° Plano 02	
		Hojas 1	N° Hoja 1



LEYENDA		
—	Tubería terciaria PVC 6 atm	
—	Ramal portagotero PEBD 2,5 atm Ø16	
S-1:	71 ramales	
S-2 a S-9:	52 ramales	
○	Regulador de presión	
○	Electroválvula	

Nota:
- Cotas en metros

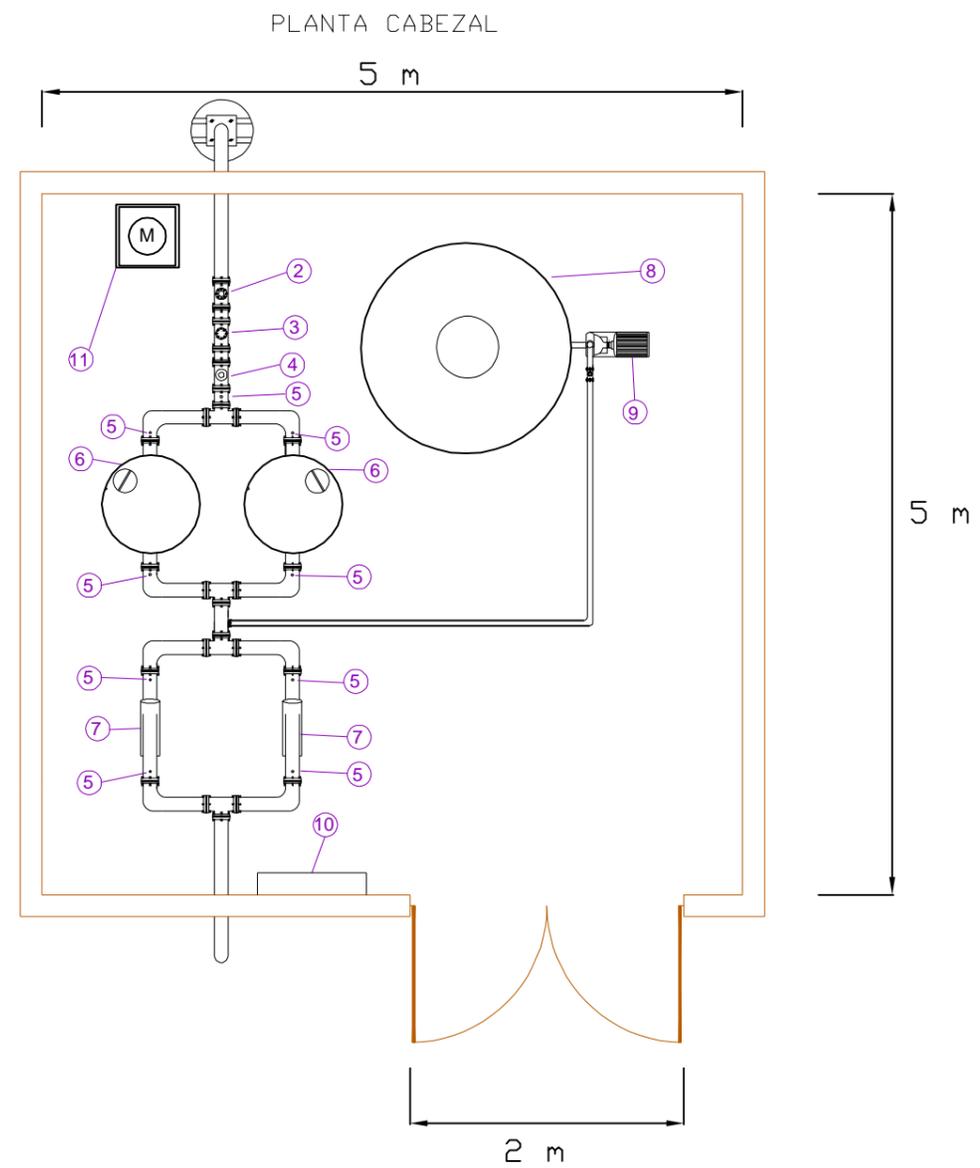
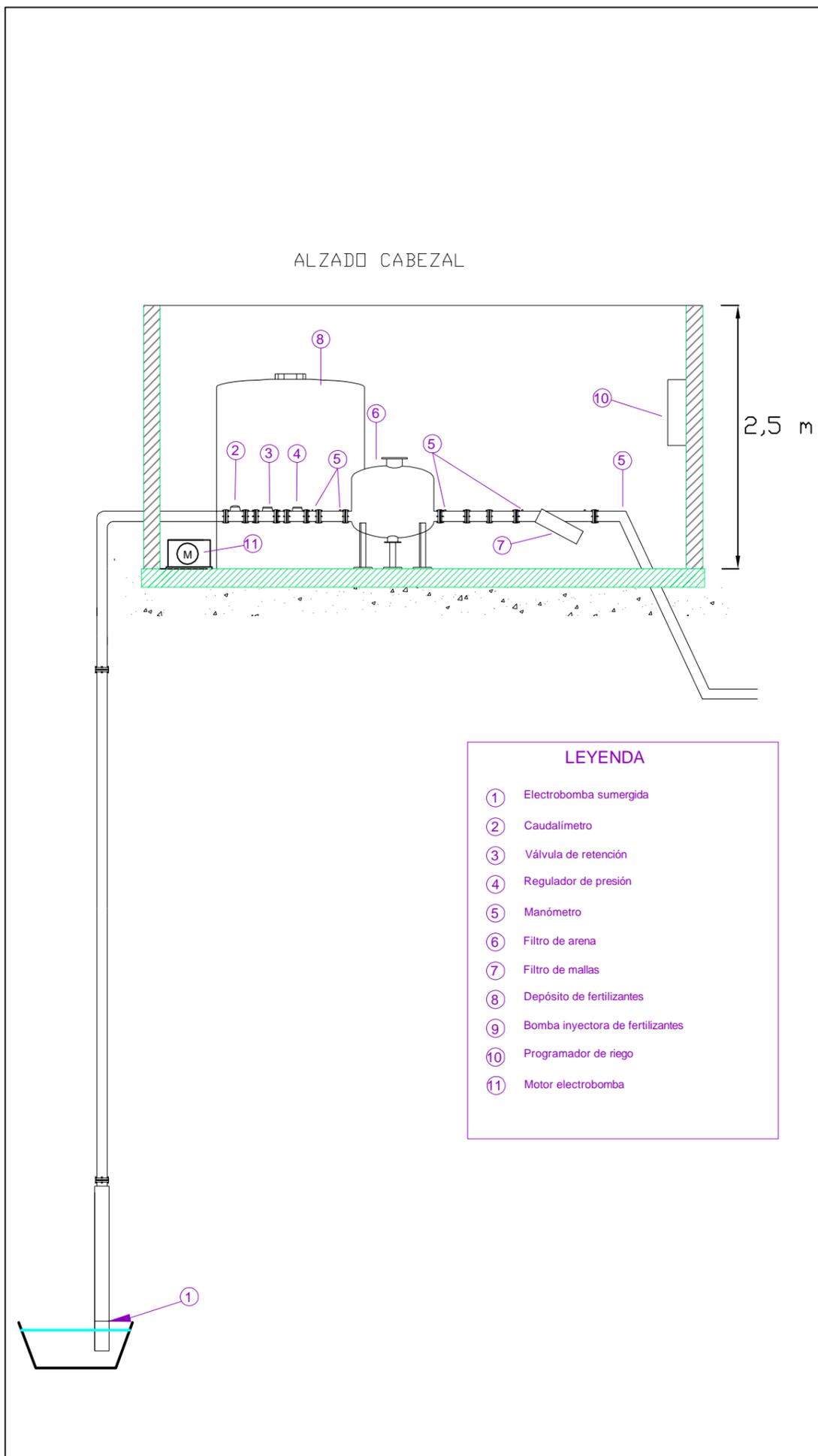
01	20-10-08	Distribución de tuberías terciarias y ramales portagoteros	P.Correro	P.Correro	P.Correro
Rev.	Fecha	Descripción	Firma Dibujado	Firma Revisado	Firma Aprobado

Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo

Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias

Proyecto Fin de Carrera

Escala 1: 2500	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS TERCIARIAS Y RAMALES PORTAGOTEROS	Nº Plano 03
		Hojas 1 Nº Hoja 1



01	30-10-08	Cabezal de riego.Caseta de riego	P.Correro	P.Correro	P.Correro
Rev.	Fecha	Descripción	Firma Dibujado	Firma Revisado	Firma Aprobado

Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo

Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias

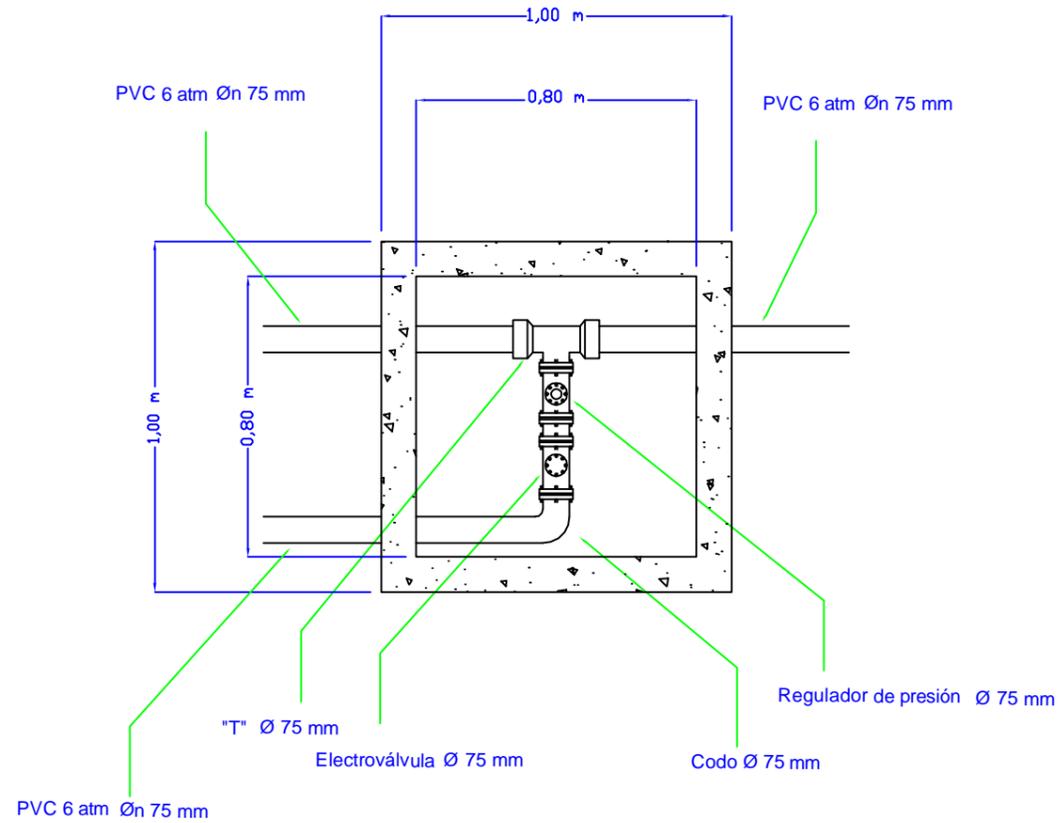
Proyecto Fin de Carrera

Escala
1:50

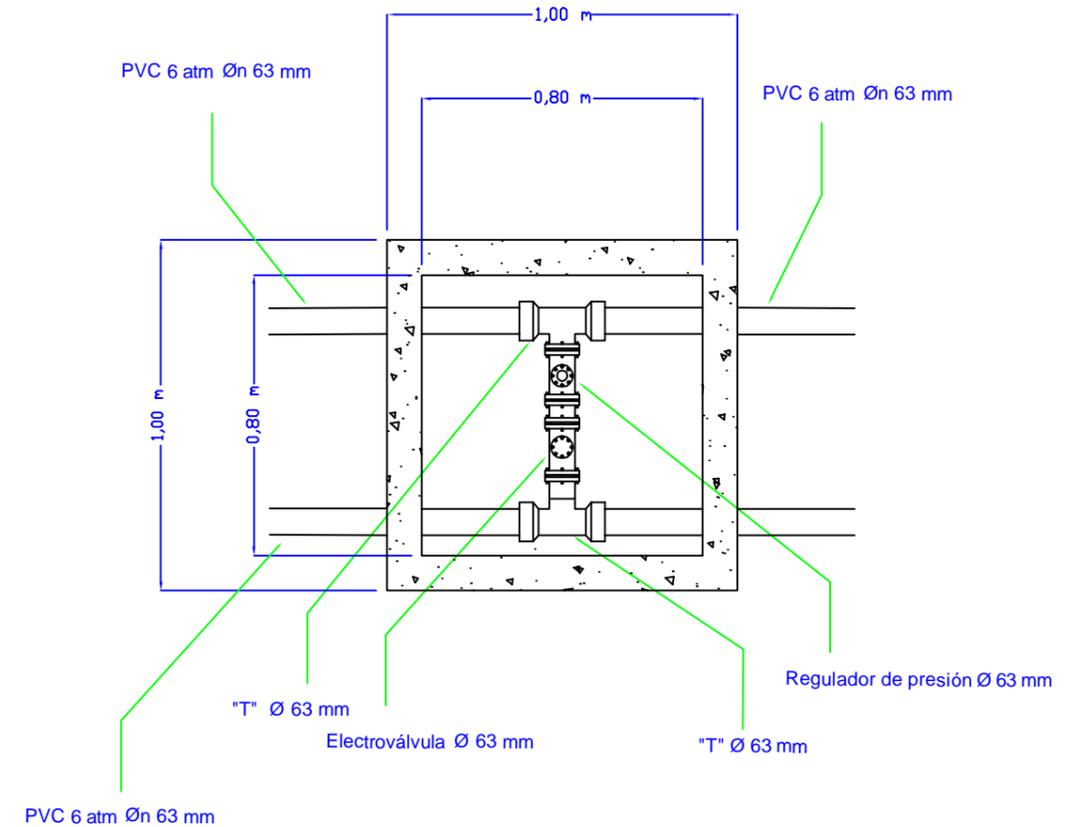
CABEZAL DE RIEGO
CASETA DE RIEGO

Nº Plano	04	
Hojas	1	Nº Hoja 1

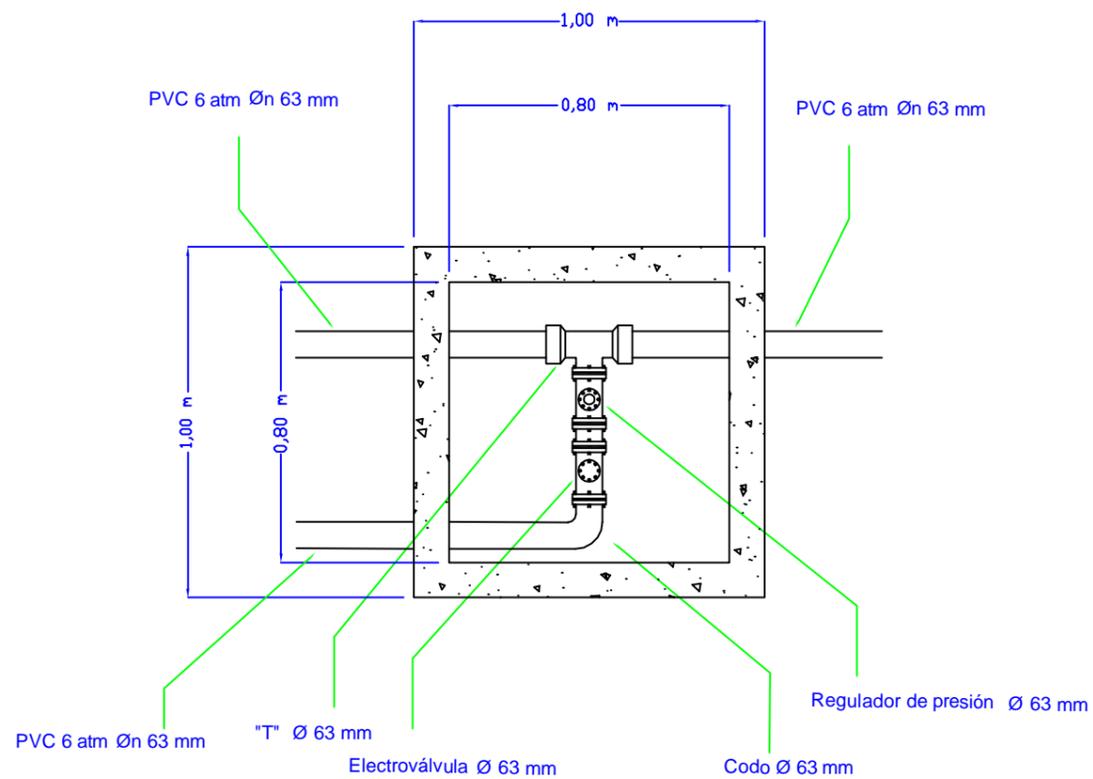
Subunidad S-1



Subunidades S-2, S-3, S-4, S-5, S-6



Subunidades S-7, S-8, S-9



01	30-10-08	Detalle de conexiones en arquetas	P.Correro	P.Correro	P.Correro
Rev.	Fecha	Descripción	Firma	Firma	Firma
			Dibujado	Revisado	Aprobado

Diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo

Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias

Proyecto Fin de Carrera

Escala
1:10

DETALLE DE CONEXIONES EN
ARQUETAS

Nº Plano	05	
Hojas	1	Nº Hoja 1

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Artículo 1º. Objeto de este pliego.

Es objeto de este pliego definir las condiciones generales que han de regir en las obras del Proyecto de diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en un viñedo situado en el término municipal de Arcos de la Frontera.

Artículo 2º. Documentos y disposiciones aplicables.

El carácter general y el alcance de la obra descrita en este Proyecto están fijados por los siguientes documentos:

- Documento nº 1: Memoria y Anexos.
- Documento nº 2: Planos.
- Documento nº 3: Pliego de Condiciones.
- Documento nº 4: Presupuesto.

Además de todo lo especificado en este Pliego, serán de aplicación las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueban los Documentos Básicos de Seguridad Estructural "DB-SE-C Cimientos" y "DB-SE-F Fábrica" del Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Norma UNE-EN 998-2: Especificaciones de los morteros para albañilería.

Artículo 3º. Realización de las obras.

Todas las obras se ejecutarán de acuerdo con los Planos del Proyecto, las Mediciones y Cuadros de Precios del Presupuesto, así como las instrucciones verbales o escritas que el Ingeniero Director de la Obra tenga a bien dictar en cada caso particular. Si a su juicio fuese preciso variar el tipo de alguna obra, redactará las correspondientes modificaciones, que se considerarán desde el día de la fecha como integrantes del Proyecto primitivo y, por tanto, sujetas a las mismas especificaciones que todos y cada uno de los documentos de éste, en cuanto no se opongan específicamente.

Artículo 4º. Condiciones de acabado.

Todas las unidades se entienden como completamente acabadas, montadas e instaladas y, en su caso, en funcionamiento. El Contratista entenderá, para

redactar su propuesta, que ésta deberá incluir cualquier complemento o accesorio para su terminación y puesta en marcha, tales como:

- Manuales de funcionamiento y conservación de aparatos e instalaciones.
- Presentación del proyecto de instalación en los organismos administrativos competentes a efecto de su aprobación y obtención de visados.
- Gestiones y gastos necesarios para el total montaje y puesta en marcha de la instalación.
- Responsabilidades y daños por incumplimiento de normas vigentes de los organismos oficiales.
- Responsabilidades y daños por defecto de fabricación o montaje de todos y cada uno de los elementos de cada unidad.

Artículo 5º. Casos no especificados en este pliego.

En los casos no especificados en este Pliego de Condiciones, se seguirá lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Generales para la contratación en Obras Públicas.

CAPÍTULO II: MATERIALES O MATERIAS PRIMAS

Artículo 6º. Generalidades.

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras deberán ser aprobados por la Dirección de la Obra antes de ser utilizados. Serán de buena calidad entre los de su clase y en armonía con las aplicaciones que van a recibir y con las características que exige su correcta conservación, utilización y servicio. El Ingeniero Director se reserva el derecho de ordenar, retirar, reemplazar, dentro de cualquiera de las épocas de las obras o de sus plazos de garantía, las materias primas o materiales que, a su parecer, perjudiquen el aspecto, seguridad o bondad de la obra en cualquier grado.

Artículo 7º. Ensayo de los materiales.

Para realizar las pruebas y ensayos de los materiales, será obligación del Contratista suministrar los aparatos necesarios para llevar a cabo dichas pruebas, siendo de su cuenta todos los gastos de pruebas y análisis que crea convenientes el Ingeniero Director.

Si el resultado de dichas pruebas no resulta satisfactorio, se desechará la partida entera o el número de unidades que no reúnan las debidas condiciones cuando el examen pueda hacerse pieza por pieza. En estos casos, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que satisfagan las condiciones requeridas.

Si a los 15 días de recibir el Contratista la orden de retirar de las obras los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, procederá la Administración a realizar esa operación, cuyos gastos deberán ser abonados por el Contratista.

Capítulo II.1: Espaldera

Artículo 8º. Material metálico.

Todo el material metálico utilizado para la renovación de la espaldera será de acero galvanizado, no admitiéndose ningún material que presente oxidaciones o deterioros de la capa galvanizada.

Los postes y los alambres tendrán las medidas indicadas en los Anexos y Cuadros de Precios del Proyecto y los postes traerán de fábrica las perforaciones especificadas.

El clavado de los postes se realizará hasta la profundidad indicada en la Memoria y Anexos y, en cualquier caso, quedarán sólidamente fijados al terreno. El torcido, el clavado y el tensado del alambre se hará de forma que no se dañe la capa de galvanizado.

Capítulo II.2: Instalación de riego

Artículo 9º. Tuberías plásticas.

Las tuberías de PVC (cloruro de polivinilo) y PEBD (polietileno de baja densidad) tendrán el diámetro y presión indicados en los Anexos a la Memoria y Cuadros de Precios del Proyecto.

Las tuberías de PVC habrán de cumplir la Norma UNE 53112, mientras que las tuberías de PEBD deberán cumplir la Norma UNE 53131.

Las uniones de las tuberías de PVC se efectuarán mediante junta elástica, de forma que se evite cualquier tipo de pérdida de presión, y las de las tuberías de PEBD con juntas mecánicas.

El Contratista presentará al Ingeniero Director documentos del fabricante que acrediten las características del material. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y se aparten de las medidas indicadas por el fabricante.

Artículo 10º. Piezas especiales.

Se preferirán los sistemas en los que los acoplamientos sean del mismo material que las tuberías. Por tanto, las piezas especiales (tés, codos, etc.) serán de PVC y, al igual que las juntas de unión de tuberías, deberán resistir los esfuerzos de cobertura o empuje exterior, consecuencia de la presión máxima

interior y del esfuerzo dinámico debido a la velocidad del agua. Asimismo, se comprobará la estanqueidad de los acoplamientos y las juntas.

Artículo 11º. Goteros.

Las características de los goteros serán las especificadas en la Memoria y Anexos del presente Proyecto. La Propiedad podrá fijar su marca de procedencia, debiendo atenerse a ello el Contratista siempre que el coste de suministro no supere el que figura en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Artículo 12º. Electroválvulas.

Las electroválvulas serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar y de larga duración. Serán de accionamiento automático, de forma que se conseguirá el cierre absoluto del paso de agua por las conducciones. El cierre será progresivo para evitar que un cierre brusco provoque golpes de ariete.

Artículo 13º. Arquetas de riego.

Las arquetas de riego serán prefabricadas y sus características serán las indicadas en los Anexos a la Memoria y Cuadros de Precios del Proyecto.

Artículo 14º. Cabezal de riego.

El cabezal de riego constará de los elementos indicados en la Memoria y Anexos del presente Proyecto y que se ilustran en el Plano correspondiente, quedando protegido por la caseta de riego que se construirá a tal efecto.

Artículo 15º. Bomba.

La bomba será capaz de suministrar el agua a la presión y caudal que se detalla en la Memoria y Anexos del Proyecto. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento de la misma, según las pruebas que el Ingeniero Director considere oportunas.

En caso de avería de la bomba en plena temporada de riego, la casa suministradora se comprometerá a su arreglo en el plazo de 48 horas.

Capítulo II.3: Caseta de riego

Artículo 16º. Arena.

La arena para morteros y hormigones será arena de río y cumplirá con las condiciones exigidas en la Instrucción vigente de Hormigón Estructural EHE-08.

Artículo 17º. Áridos.

El árido grueso a emplear en morteros y hormigones será grava natural y estará compuesto por elementos sólidos, homogéneos, compactos, resistentes y

exentos de tierra, materia orgánica, arcillas y otras materias extrañas que impidan la perfecta soldadura de la masa aglomerante.

Cumplirán las condiciones exigidas en la Instrucción vigente de Hormigón Estructural EHE-08. Se cumplirá de forma rigurosa lo indicado sobre el tamaño del árido en la citada Instrucción.

Artículo 18°. Agua.

En cuanto al agua para morteros y hormigones podrán usarse, como norma general, todas aquellas aguas que la práctica considere como aceptables, es decir, aguas que no hayan producido florescencias, agrietamientos ni perturbaciones en el fraguado de obras similares a las que se proyectan.

Salvo justificación especial, se rechazarán las aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- Acidez (pH) superior a cinco.
- Sustancias solubles en cantidad inferior a 35 g/l.
- Contenido en sulfatos inferior a 0,3 gramos por litro.
- Grasas o aceites de cualquier origen en cantidad inferior a 15 g/l.
- Glúcidos ni aún en cantidades mínimas.

Artículo 19°. Cemento.

El cemento se almacenará en sitio ventilado, a salvo de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes.

Deberá cumplir también las recomendaciones contenidas en la Instrucción vigente de Hormigón Estructural EHE-08.

Artículo 20°. Hormigón.

Se empleará hormigón armado HA-25/P/40/IIa N/mm² en la cimentación y hormigón armado HA-25/P/20/IIa N/mm² en la solera. Ambos cumplirán las condiciones de la Instrucción vigente de Hormigón Estructural EHE-08.

Artículo 21°. Armaduras.

Las armaduras que se van a emplear en los hormigones serán de acero corrugado B-400 S, siendo de aplicación lo prescrito en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

Artículo 22°. Pinturas.

Se empleará pintura plástica lisa blanca, lavable a dos manos, de la marca aprobada por el Ingeniero Director.

Se transportarán directamente de fábrica a obra en recipientes precintados, los cuales se abrirán en el momento de su empleo, comprobándose la integridad de los precintos y rechazándolos en caso contrario.

CAPÍTULO III: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 23°. Replanteo.

Efectuada la adjudicación, el Ingeniero Director llevará a cabo sobre el terreno un replanteo previo de la obra y de sus distintas partes en presencia del Contratista o representante legalmente autorizado.

Ejecutadas las instalaciones previas, el Ingeniero Director procederá al replanteo general de las obras y de sus distintas partes con arreglo a los Planos de la obra y a los datos u órdenes que éstos faciliten.

Ejecutada la adjudicación de la Contrata por el Ingeniero Director, se procederá, en presencia del Contratista o representante legalmente autorizado, a la comprobación sobre el terreno del replanteo fundamental de las obras, tras lo que se extenderá un acta por triplicado que firmarán Ingeniero y Contratista, en la que se hará constar si dicho replanteo corresponde a los Planos del Proyecto o precisa variación.

Los gastos de los replanteos y la comprobación de los mismos correrán a cargo del Contratista.

No podrá darse principio a las obras a que se refieren los replanteos sin la autorización del Ingeniero Director y deben tomarse previamente todos los datos relativos al estado en que se hallen los terrenos al principio de las mismas.

Artículo 24°. Excavaciones.

Los trabajos de excavación comprenden todas las operaciones necesarias de limpieza del terreno, excavación de la caja y refino de los taludes resultantes. El terreno no quedará perturbado más allá de los límites previstos y los trabajos de excavación se ejecutarán de manera que se favorezca en todo momento un rápido desagüe.

Las excavaciones necesarias para ejecutar la cimentación profundizarán hasta encontrar el terreno conveniente, con las precauciones debidas, apeando y acodalando el terreno cuando sea necesario para dejar perfectamente definidas las dimensiones que hayan de tener las zanjas con arreglo al Proyecto. Las zanjas deberán quedar con todos sus parámetros perfectamente recortados y los fondos nivelados horizontalmente y limpios.

El Contratista deberá proporcionar los elementos necesarios para efectuar las pruebas de resistencia del terreno que juzgue oportunas el Ingeniero Director, sin que pueda ser objeto de certificación o abono especial.

Cualquier deterioro en las obras debido a las excavaciones realizadas por el Contratista, incluidas las que sobrepasen los límites establecidos, será reparado por y a expensas del Contratista.

Artículo 25°. Cimentaciones.

La cimentación tendrá 40 cm de profundidad y se realizará con hormigón armado HA-25/P/40/IIa N/mm², con un tamaño máximo del árido de 40 mm, elaborado en central en relleno de zanjas, y armado de acero B-400 S (40 kg/m³). Se cumplirán las condiciones especificadas en la EHE-08 y el CTE/DB-SE-C.

Se empleará el hormigón recién hecho y las superficies sobre las que haya de ser vertido estarán limpias y humedecidas, pero sin agua sobrante. El vertido del hormigón se realizará por medio de pluma-grúa, procurando evitar su vertido desde una altura considerable. Durante el vertido y compactación del hormigón, quedará impedido todo movimiento de las armaduras.

Se extenderá llenando bien todos los huecos y en contacto con las paredes del recinto a llenar, procurando mediante el manejo de herramientas adecuadas, contribuir a conservar su homogeneidad y a facilitar el desprendimiento del aire.

La solera tendrá un espesor de 10 cm y se realizará con hormigón armado HA-25/P/20/IIa N/mm², con un tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en central, y armado con mallazo electrosoldado #150*150*6 mm. Se cumplirán las condiciones especificadas en la EHE-08.

Artículo 26°. Albañilería.

La estructura de la caseta es de fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm, con relleno de hormigón HM-20 N/mm² y armadura en zona y recibido con mortero de cemento y arena de río M-5. Se cumplirá la EHE-08 y el CTE/DB-SE-F y las especificaciones de la norma UNE-EN 998-2 de los morteros en albañilería.

Las fábricas serán regadas y protegidas convenientemente contra el calor y el frío durante el proceso de fraguado y en tanto que éste termine. Se cuidará especialmente que las uniones de unas fábricas con otras y de las distintas partes de la obra queden aseguradas en todos los casos mediante disposiciones que sean precisas. El Contratista atenderá a este respecto a cuántas indicaciones reciba de la Dirección de la Obra.

Artículo 27°. Cubierta.

La cubierta completa será realizada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor con perfil laminado tipo 40/250, estando fijada a la estructura con ganchos.

Artículo 28°. Carpintería metálica.

La carpintería exterior será metálica, comprendiendo la puerta de chapa lisa de acero de 1 mm de espesor y dimensiones 2x2 m, engatillada y realizada en dos bandejas, y la ventana corredera de aluminio lacado de 0,6x0,6 m, con cerco y hojas perfil europeo, triple cámara y espesor de pared superior a 1,5 mm.

Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser totalmente estancas a la entrada de agua. Las soldaduras se protegerán convenientemente para evitar que sean puntos de corrosión.

Se exigirá un alto nivel de ajuste y una perfecta y acabada ejecución en todos los elementos.

Artículo 29°. Explotación.

Todos los dispositivos que integran la instalación deberán responder a las previsiones del Proyecto y sus rendimientos serán, como mínimo, los que figuran en la oferta de la casa suministradora.

Terminada la instalación, el Ingeniero Director probará el funcionamiento de la totalidad de la instalación. Si alguna de las pruebas de funcionamiento no diera los resultados esperados, el instalador deberá revisar el montaje, pudiendo exigírsele desmontar toda la instalación para su correcto montaje.

CAPÍTULO IV: MEDICIONES Y VALORACIONES**Artículo 30°. Condiciones generales.**

Solamente serán abonadas aquellas unidades ejecutadas con arreglo a las condiciones de este Pliego y ordenadas por el Ingeniero Director de la Obra. Entre otros gastos, están comprendidos los de replanteo, adquisición y transporte de materiales, medios auxiliares y herramientas, mano de obra, seguridad social, seguro de accidente, ocupación temporal de terrenos y restitución en su estado de los mismos, ejecución y tramitación de la obra, conservación durante el plazo de garantía, ensayos y pruebas, montaje y retirada de las instalaciones auxiliares.

Sólo serán abonadas las unidades completamente acabadas, ejecutadas con arreglo a las condiciones de este Pliego y a los datos y dimensiones de los Planos o que hayan sido ordenados por escrito por el Ingeniero Director. Se realizarán mediciones en presencia del Contratista y se redactarán certificaciones de los trabajos realizados con la frecuencia que el volumen de obra ejecutada así lo aconseje. El abono se realizará en base a dichas certificaciones y el Contratista no tendrá derecho a reclamar por las diferencias que resulten entre las mediciones de obra y las del Proyecto.

Artículo 31°. Excavaciones.

Las excavaciones se valorarán por el volumen medido sobre el terreno, tomando datos antes de comenzar y después de terminar las mismas. Los excesos de excavaciones no autorizados no serán de abono.

Artículo 32 °. Rellenos.

Los rellenos se valorarán por el volumen real, después de compactado y refinado, medido sobre el terreno, tomando datos antes de comenzar y después de terminar las excavaciones. No serán de abono los rellenos debidos a excesos en las excavaciones que sobresalgan de las dimensiones de los Planos, cuando no hayan sido autorizados por el Ingeniero Director.

CAPÍTULO V: CONDICIONES DE LOS FERTILIZANTES**Artículo 33°.**

Los fertilizantes químicos utilizados se ajustarán a las normas contenidas en la Orden Complementaria del 20 de Junio de 1970, relativas a la composición y pureza de los mismos.

Artículo 34°.

La riqueza de los fertilizantes en los elementos nutritivos se expresará para el nitrógeno en N total, para el fósforo en P_2O_5 y para el potasio en K_2O .

Artículo 35°.

Los fertilizantes deberán adquirirse envasados y precintados. Las etiquetas de los envases indicarán de forma clara la clase, el peso neto, los porcentajes de riqueza en cada elemento y la procedencia. En las facturas se especificará todo lo descrito en las etiquetas así como el peso total de la partida.

Se almacenarán de forma que conserven intactas sus propiedades, siempre con cuidado de no contaminar los productos destinados al consumo humano o animal.

Artículo 36°.

No se utilizarán productos que no hayan sido aprobados por el Registro Oficial. Si se sospechara de la existencia de un fraude, se inmovilizará la partida afectada y se requerirá la presencia del Técnico delegado del servicio de Defensa de Fraudes para que actúe en consecuencia.

Artículo 37°.

En la fertilización mediante fertirrigación se emplearán los abonos sólidos solubles indicados en la Memoria y Anexos a las dosis recomendadas, siempre y cuando los nuevos análisis no varíen sustancialmente el contenido de elementos

nutritivos existentes en el suelo, quedando el Director de la explotación facultado para cualquier rectificación.

Cada 5 años se realizarán análisis de suelo y agua con objeto de corregir la dosis de abonado si fuera necesario.

CAPÍTULO VI: CONDICIONES DEL RIEGO

Artículo 38°.

Los riegos se darán según queda especificado en la Memoria y Anexos del Proyecto. En cualquier caso, los calendarios propuestos en cuanto a los riegos con fertirrigación son indicativos y queda a criterio del Director de la explotación las oportunas modificaciones.

Artículo 39°.

Se asegurará la conservación de todo el equipo de riego y se revisarán de forma periódica los ramales portagotos y los elementos del cabezal de riego. La limpieza de los filtros será objeto de un programa de mantenimiento y limpieza periódica de obligado cumplimiento.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

CAPÍTULO I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

Artículo 1º.

El Contratista tiene la obligación de ejecutar esmeradamente todas las obras y cumplir de forma estricta todas las condiciones estipuladas y cuantas órdenes verbales o escritas le sean dadas por el Ingeniero Director. Si a juicio de éste hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá la obligación de demolerla y volverla a ejecutar cuantas veces fuese necesario, hasta que merezca su aprobación, no teniendo, por esta causa, derecho a percibir indemnización de ningún género después de la recuperación provisional.

Artículo 2º.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes del Ingeniero Director sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad, si éstas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de Condiciones correspondiente. Contra disposiciones de orden técnico o facultativo no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 3º.

Todas las faltas que el Contratista cometa durante la ejecución de las obras así como las multas a que diera lugar por contravenir las disposiciones vigentes, son exclusivamente de su cuenta, sin derecho a indemnización alguna.

Por falta de cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus operarios cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Artículo 4º.

Serán de cuenta del Contratista los seguros, cargas sociales, etc., a los que obliga la legislación vigente, haciéndose responsable del no cumplimiento de estas disposiciones.

Artículo 5º.

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista queda obligado a toda clase de verificaciones que se soliciten por el Ingeniero Director de la obra, tales como desmontajes, ensayos, etc.

Artículo 6°.

El Contratista tiene derecho a sacar copias de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la Contrata. El Ingeniero Director, si el Contratista lo solicita, autorizará las copias después de contratadas las obras.

CAPÍTULO II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**Artículo 7°.**

El Contratista comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

Artículo 8°.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos pudieran existir, ya sea por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Ingeniero Director no le haya llamado la atención sobre el particular, ni el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra, que se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 9°.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o bien finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la Contrata. Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenada, se procederá de acuerdo con lo establecido en los artículos siguientes.

Artículo 10°.

Si el Ingeniero Director tuviera razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de las demoliciones que se lleven a cabo serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario, correrán a cargo del Propietario.

Artículo 11°.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y aparatos sin que sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, con el fin de efectuar sobre ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no sean de la calidad requerida o bien no estén correctamente preparados, el Ingeniero Director ordenará al Contratista que los sustituya por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos de Condiciones o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Artículo 12°.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no esté expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán por cuenta y riesgo del Contratista las máquinas y demás medios auxiliares que se necesiten para la debida marcha y ejecución de los trabajos, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de medios auxiliares.

Serán también cuenta del Contratista los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallados de protección provisionales, señales, y todos los necesarios para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

CAPÍTULO III: RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Artículo 13°.

Terminadas las obras e instalaciones, si se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, habiendo sido efectuadas a su vez las pruebas de la totalidad de las instalaciones, se darán por recibidas provisionalmente.

De la recepción provisional se levantará un acta, por triplicado, que será firmada por el Propietario, el Contratista y el Ingeniero Director de la obra. No se podrá recibir provisionalmente la obra mientras no figuren en poder del Ingeniero Director y sean conformes por su parte la totalidad de los planos de instalaciones terminadas con sus permisos correspondientes. De los planos deberán entregarse dos ejemplares reproducibles y tres copias, y de la documentación escrita tres copias.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificará en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de las obras.

Artículo 14°.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a correr el plazo de garantía que será de un año. Durante este período el Contratista se hará cargo de todas las reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 15°.

Transcurrido el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva de las obras con las mismas formalidades señaladas para la provisional y, si éstas se encuentran en perfecto estado, se darán por recibidas y el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, subsistiendo la responsabilidad civil durante un período de diez años contados a partir de la recepción definitiva, de acuerdo con el artículo 1.951 en relación con el 1.909 del Código Civil.

En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que a juicio del Ingeniero Director y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si del nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata con pérdida de la fianza, a no ser que el Propietario estime conveniente concederle un nuevo plazo, el cual sería improrrogable.

Artículo 16°.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificación del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Facultativa con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra, que no estuvieran autorizados por escrito, a la Propiedad con el visto bueno del Ingeniero Director.

Artículo 17°.

En caso de rescisión de la Contrata, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio que se redactará de acuerdo con ambas partes e incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de rescisión.

CAPÍTULO IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS**Artículo 18°.**

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, por sí mismo o por sus representantes técnicos, y todo ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras anexas se lleven a cabo, pudiendo incluso, con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la correcta marcha de las obras.

El Contratista no podrá recibir órdenes relativas a la obra, a su distribución y a los materiales, más que las que provengan del Ingeniero Director de la obra o de la por él delegada.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

CAPÍTULO I: BASE FUNDAMENTAL

Artículo 1º.

El Contratista tiene derecho a percibir el importe de todos los trabajos que hayan sido ejecutados, siempre que éstos hayan sido realizados con arreglo a lo estipulado en el Proyecto.

CAPÍTULO II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

Artículo 2º.

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al fin de cerciorarse de que reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las deberá presentar el Contratista antes de la firma del Contrato.

Artículo 3º.

El Contratista dispondrá de un plazo de siete días a partir de la fecha de notificación para realizar la fianza, que ascenderá al 10 % del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 4º.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no sea suficiente para abonar el importe de los trabajos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 5º.

La fianza depositada será devuelta al Contratista, en un plazo que no excederá de treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del municipio en cuyo término se halle ubicada la obra contratada, que no exista reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de jornales y materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

CAPÍTULO III: PRECIOS Y REVISIONES

Artículo 6º.

Los precios base del Contratista serán establecidos en el presupuesto de este Proyecto, siendo susceptible de revisión si la fecha de ejecución del Contrato excede de seis meses a partir de la fecha de redacción de este Proyecto.

Artículo 7º.

No se admitirán mejoras de obras más que en el caso de que la Dirección Facultativa, de acuerdo con la Propiedad, haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las medidas contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto. El Contratista no tendrá derecho a indemnización o modificación del precio unitario contratado por el hecho de que aumenten o disminuyan las unidades contratadas inicialmente. Será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos y los aumentos que todas estas mejoras de obras supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Artículo 8º.

Contratándose las obras a riesgo y ventura es natural, por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la continua variabilidad de los precios de los jornales y sus cargas sociales así como la de los materiales y transportes, que es característico de determinadas épocas anormales, se admite durante ellas la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con los precios del mercado.

Por ello, en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitar del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precios, que repercute aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, haya aumentado, especificándose y acordándose también previamente la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se deberá tener en cuenta, cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el Propietario.

Si el Propietario, o el Ingeniero Director en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales, transporte, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlo, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso se tendrán en

cuenta para la revisión los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario, o el Ingeniero Director, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra, y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando en los documentos aprobados por ambas partes figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

CAPÍTULO IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 9º.

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente Presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el del tanto por ciento que corresponda a beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Artículo 10º.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda después de haberse verificado dicha medición y en los documentos que la acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representante legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo 11º.

Se supone que el Contratista ha estudiado detenidamente los documentos que componen el Proyecto y, al no haber realizado ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de modo que si la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior se descontará del Presupuesto.

Artículo 12°.

Cuando por causa de rescisión u otras causas sea preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la que está establecida en los Cuadros de Precios.

Artículo 13°.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La Propiedad se reserva en todo momento, y sobre todo al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de los jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar los comprobantes que se le exijan.

Artículo 14°.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación final, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones en el Proyecto, siempre y cuando éstas hayan sido previamente aprobadas con sus precios por el Ingeniero Director.

Para poder efectuar la liquidación general será preceptiva la entrega previa de la misma, de los ejemplares completos de planos en papel reproducible y tres copias de los mismos. Estos planos recogerán con todo detalle la instalación en posición definitiva.

Salvo autorización expresa de la Dirección Facultativa, y puesto que los presupuestos contratados de instalaciones son cerrados, en ningún caso podrán sobrepasarse los montantes contratados por las obras mencionadas.

Artículo 15°.

Los pagos serán efectuados por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá exactamente al de las certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director.

Artículo 16°.

El Contratista no podrá nunca, alegando retrasos en los pagos, suspender los trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 17°.

El importe de la indemnización que deberá abonar el Contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas será

el importe de la suma de los perjuicios materiales causados, siempre debidamente justificados.

Artículo 18°.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en la mano de obra, salvo en los casos de fuerza mayor, considerándose como tales únicamente los siguientes:

- 1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- 2.- Los daños producidos por terremotos.
- 3.- Los daños producidos por vientos huracanados y crecidas de ríos superiores a las previstas en la comarca, siempre y cuando exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles dentro de sus medios para evitar o atenuar los daños.
- 4.- Los daños que provengan de movimientos de terreno en que estén construidas las obras.
- 5.- Los destrozos producidos violentamente, a mano armada, en época de guerra, revueltas populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra. En ningún caso incluirá medios auxiliares, maquinaria, etc., propiedad de la Contrata.

CAPÍTULO V: VARIOS

Artículo 19°.

No se admitirán mejoras de obras más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene también por escrito la ampliación de las contratadas.

Artículo 20°.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en todo momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos asegurados. El importe abonado por la empresa aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta a nombre del Propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra a medida que se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros los pondrá el Contratista en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

CAPÍTULO I: CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 1º.

Para aquellas cuestiones, litigios o diferencias que pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a un juicio de amigables componentes nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director y, en último caso, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la Propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en aquellas condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y, además, a lo dispuesto en la de Accidentes de Trabajo, Subsidiado Familiar y Seguros Sociales.

Será de encargo y cuenta del Contratista el vallado y vigilancia del lugar de las obras, vigilando que no se realicen durante las obras, por los poseedores de las fincas contiguas, actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Artículo 2º.

Se consideran causas suficientes de rescisión del contrato las señaladas a continuación:

1.- La muerte o incapacidad del Contratista.

2.- La quiebra del Contratista.

3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

– La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director, y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución como consecuencia de estas modificaciones represente en más o en menos el 25 %, como mínimo, del importe de aquel.

– Las modificaciones de unidades de obra, siempre que éstas representen variaciones en más o en menos del 40 %, como mínimo, de las unidades que figuran en las mediciones del Proyecto, o más del 50% de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.

5.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos de la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación.

6.- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.

7.- El abandono de la obra sin causa justificada.

8.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Artículo 3º.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Facultativa por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes establezcan para evitar, en lo posible, accidentes a los operarios en todos los lugares peligrosos de la obra.

Artículo 4º.

El Contratista será responsable de todos los accidentes, por inexperiencia o por descuido, que sobrevinieran en la zona de obras, y será de su cuenta el abono de las indemnizaciones, a quién corresponda y cuando hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 5º.

La Propiedad se reserva las antigüedades, obras de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones practicadas en sus terrenos.

El Contratista deberá emplear, para extraer, las precauciones que le sean indicadas por la Dirección.

La Propiedad abonará al Contratista el exceso de obra o gastos que estos trabajos ocasionen.

Serán asimismo de la exclusiva pertenencia de la Propiedad los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de las obras, aparecieran en los terrenos en los que se realizan las mismas, pero el Contratista tendrá derecho a utilizarlas. En el caso de tratarse de aguas y si las utiliza, serán a cargo del Contratista las obras que sean necesarias para recogerlas o derivarlas para su utilización.

La autorización para el aprovechamiento de gravas, arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde los trabajos se ejecuten, así como las condiciones técnicas y económicas en que estos aprovechamientos han de concertarse y ejecutarse, se señalarán para cada caso concreto por la Dirección.

Artículo 6º.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realicen, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en el Proyecto no se estipule lo contrario.

No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos los conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

Artículo 7º.

En todo lo previsto en este Pliego de Condiciones, serán de aplicación con carácter de norma suplementaria los preceptos del texto articulado de la Ley y Reglamento General de Contratistas actualmente vigente.

Puerto Real, Diciembre de 2008

Fdo.: Patricio Correro Fernández

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. MEDICIONES**1.1 RENOVACIÓN DE LA ESPALDERA****CAPÍTULO I: MATERIALES**

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.1.1	Ud.	Poste cabecero de acero galvanizado de 2,20 m de longitud y 2 mm de espesor, provisto de perforaciones.	974
1.1.2	Ud.	Anclaje tipo hélice galvanizada de 15 cm de diámetro y 2,7 mm de espesor.	974
1.1.3	Ud.	Tensor tipo carraca galvanizada.	3.896
1.1.4	Rollo	Alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro.	29

CAPÍTULO II: MANO DE OBRA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.1.5	Hora	Renovación de la espaldera, realizada por dos operarios.	50

1.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

CAPÍTULO I: RED DE RIEGO

I.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.1	m.l.	Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja en apertura y relleno de zanjas, de 1 m de profundidad y 0,8 m de anchura, para tubería.	1.413

I.2 TUBERÍA LATERAL Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.2	m.l.	Tubería de PEBD de 2,5 atm y 16 mm de diámetro nominal, con goteros de 4 l/h, $x = 0,5$ y $CV = 0,04$, integrados y separados 1,4 m, incluso instalación.	34.289
1.2.3	Ud.	Tapón final de PEBD de 16 mm de diámetro, incluso instalación.	487
1.2.4	Ud.	Acometida de toma de PEBD de 16 mm de diámetro, incluso instalación.	487

I.3 TUBERÍA TERCIARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.5	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	171
1.2.6	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	999
1.2.7	Ud.	Tapón final de PVC de 75 mm de diámetro, incluso instalación.	2
1.2.8	Ud.	Tapón final de PVC de 63 mm de diámetro, incluso instalación.	16
1.2.9	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro, incluso instalación.	1
1.2.10	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro, incluso instalación.	8

I.4 ARQUETAS DE RIEGO

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.11	Ud.	Arqueta prefabricada de hormigón de 80x80 cm de luz por 110 cm de profundidad, tapa de acero con pintura antioxidante, sobre asiento de fábrica de ladrillo hueco doble de 30 cm de altura, incluso instalación.	9
1.2.12	Ud.	Electroválvula de solenoide de 75 mm de diámetro, de 24 V y 2 W, incluso instalación.	1
1.2.13	Ud.	Electroválvula de solenoide de 63 mm de diámetro, de 24 V y 2 W, incluso instalación.	8
1.2.14	Ud.	Regulador de presión de tipo muelle de 75 mm de diámetro, incluso instalación.	1
1.2.15	Ud.	Regulador de presión de tipo muelle de 63 mm de diámetro, incluso instalación.	8
1.2.16	Ud.	Machón de 75 mm de diámetro para unión entre regulador y electroválvula, incluso instalación.	1
1.2.17	Ud.	Machón de 63 mm de diámetro para unión entre regulador y electroválvula, incluso instalación.	8
1.2.18	Ud.	Terminal rosca macho de 75 mm de diámetro, incluso instalación.	2
1.2.19	Ud.	Terminal rosca macho de 63 mm de diámetro, incluso instalación.	16

I.5 TUBERÍA SECUNDARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.20	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	86
1.2.21	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	1.063
1.2.22	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro, incluso instalación.	7
1.2.23	Ud.	Codo de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro, incluso instalación.	4
1.2.24	Ud.	Codo de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro, incluso instalación.	1

I.6 TUBERÍA PRIMARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.25	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	10
1.2.26	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro, incluso instalación.	1
1.2.27	Ud.	Manguito reductor de PVC de 75/63 mm de diámetro, incluso instalación.	1

CAPÍTULO II: CABEZAL DE RIEGO

II.1 SISTEMA DE FILTRADO

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.28	Ud.	Filtro de arena de 70 cm de diámetro y 50 cm de espesor de arena, con tapa superior e inferior para limpieza manual, instalado.	2
1.2.29	Ud.	Filtro de mallas con una malla de 150 mesh, orificios inferiores a 143 micras y una superficie filtrante de 0,042 m ² , instalado.	2
1.2.30	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 90 mm de diámetro, incluso instalación.	4
1.2.31	Ud.	Codo de PVC de 6 atm y 90 mm de diámetro, incluso instalación.	8

II.2 EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.32	Ud.	Depósito de fertilizante de polietileno de 1,5 m de diámetro y 1,81 m de altura con 3.200 litros de capacidad, incluso accesorios e instalación.	1
1.2.33	Ud.	Agitador de hélice de 1.400 rpm, con motor eléctrico monofásico de 0,13 kw, incluso accesorios e instalación.	1
1.2.34	Ud.	Bomba inyectora de pistón de 50 l/h, con motor eléctrico monofásico de 0,25 kw, incluso accesorios e instalación.	1

II.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.35	Ud.	Caudalímetro de 90 mm, instalado.	1
1.2.36	Ud.	Válvula de retención de 90 mm, instalado.	1
1.2.37	Ud.	Regulador de presión de tipo muelle de 90 mm, instalado.	1
1.2.38	Ud.	Manómetro de 90 mm, instalado.	9

II.4 AUTOMATISMOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.39	Ud.	Programador de riego electrónico Facimatic de 12 estaciones de riego y capacidad para 4 programas, alimentado a 220 V y con salidas para solenoides de 24 V, incluso instalación y prueba.	1
1.2.40	m.l.	Cable RV-K 0,6/1 kV de 3x2,5 mm ² de sección, con aislamiento de material plástico, incluso conexiones.	3.885
1.2.41	m.l.	Cable RV-K 0,6/1 kV de 4x4 mm ² de sección, con aislamiento de material plástico, incluso conexiones.	4

CAPÍTULO III: GRUPO DE BOMBEO Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.42	Ud.	Electrobomba centrífuga multicelular vertical de 2.850 rpm, con motor eléctrico trifásico de 10 CV, incluso cableado desde el cuadro de mando, instalado y funcionando.	1
1.2.43	m.l.	Tubería de impulsión de hierro fundido de 90 mm de diámetro nominal, incluso instalación.	10
1.2.44	Ud.	Codo de 90° de hierro fundido de 90 mm de diámetro, incluso instalación.	1
1.2.45	Ud.	Sistema de soportes de sujeción de la tubería de impulsión.	1
1.2.46	Ud.	Cuadro de mando provisto de contacto con relé térmico y arranque en estrella-triángulo.	1
1.2.47	Ud.	Válvula de regulación de caudal de 90 mm de diámetro, instalada.	1

CAPÍTULO IV: MANO DE OBRA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.2.48	Hora	Instalación del sistema de riego por goteo, realizada por tres operarios.	72

1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA DE RIEGO

CAPÍTULO I: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.1	m ³	Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja en apertura de zanjas, con extracción de tierra a los bordes. 4 unidades de 5,60x0,40x0,40 m.	3,58

CAPÍTULO II: CIMENTACIÓN

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.2	m ³	Hormigón armado HA-25/P/40/IIa N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 40 mm, elaborado en central en relleno de zanjas, armado con acero B-400 S (40 kg/m ³), encofrado y desencofrado, vertido mediante pluma-grúa, vibrado y colocado. 4 unidades de 5,60x0,40x0,40 m.	3,58
1.3.3	m ²	Solera de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm, elaborado en central, vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*6 mm, incluso juntas, aserrado de las mismas y fratasado. 1 unidad de 5 m de longitud por 5 m de anchura.	25

CAPÍTULO III: ALBAÑILERÍA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.4	m ²	Fábrica de bloques de hormigón color gris de 40x20x20 cm, para terminación posterior, relleno de hormigón HM-20 N/mm ² y armadura en zona, y recibido con mortero de cemento y arena de río M-5, incluso piezas, roturas, aplomados, nivelados y limpieza. 4 unidades de 5,40 m de longitud por 2,50 m de altura.	54

CAPÍTULO IV: CUBIERTA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.5	m ²	Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor con perfil laminado tipo 40/250, fijada a la estructura con ganchos, incluso ejecución de cumbreras y limas y apertura y rematado de huecos. 1 unidad de 5,40 m de longitud por 5,40 m de anchura.	29,16

CAPÍTULO V: CARPINTERÍA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.6	m ²	Puerta de chapa lisa de acero de 1 mm de espesor, engatillada, realizada en dos bandejas, con rigidizadores de tubo rectangular, incluso patillas para recibir en fábricas y herrajes de colgar y de seguridad. 1 unidad de 2 m de longitud por 2 m de altura.	4
1.3.7	m ²	Ventana corredera de aluminio lacado, con cerco y hojas perfil europeo, triple cámara, espesor de pared superior a 1,5 mm, colocado sobre premarco de aluminio y sellado con silicona, incluso herrajes de colgar. 1 unidad de 0,60 m de longitud por 0,60 m de anchura.	0,36

CAPÍTULO VI: PINTURA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.8	m ²	Pintura plástica lisa blanca en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, incluso lijado y emplastecido. 4 unidades de 5 m de longitud por 2,50 m de altura. 4 unidades de 5,40 m de longitud por 2,50 m de altura.	104

CAPÍTULO VII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

VII.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.9	m.l.	Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja en apertura y relleno de zanjas de 0,60 m de profundidad y 0,40 m de anchura.	52

VII.2 MATERIALES

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.10	Ud.	Cuadro eléctrico con transformador eléctrico 380 V/220 V, interruptores diferenciales de 4x25/30 mA y 2x25/30 mA y magnetotérmicos 3x16 A, 2x16 A y 2x10 A	1
1.3.11	m.l.	Cable RV-K 0,6/1 kV de 4x16 mm ² de sección con aislamiento de material plástico, incluso conexiones.	52
1.3.12	Ud.	Interruptor general de corte de 4x25 A.	1

CAPÍTULO VIII: MANO DE OBRA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Nº de unidades
1.3.13	Hora	Construcción de la caseta, realizada por dos operarios.	70
1.3.14	Hora	Instalación eléctrica, realizada por un especialista.	10

2. CUADROS DE PRECIOS

2.1 RENOVACIÓN DE LA ESPALDERA

CAPÍTULO I: MATERIALES

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.1.1	Ud.	Poste cabecero de acero galvanizado de 2,20 m de longitud y 2 mm de espesor, provisto de perforaciones.	4,75
1.1.2	Ud.	Anclaje tipo hélice galvanizada de 15 cm de diámetro y 2,7 mm de espesor.	0,25
1.1.3	Ud.	Tensor tipo carraca galvanizada.	0,90
1.1.4	Rollo	Alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro.	45,00

CAPÍTULO II: MANO DE OBRA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.1.5	Hora	Renovación de la espaldera, realizada por dos operarios.	20,00

2.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

CAPÍTULO I: RED DE RIEGO

I.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.1	m.l.	Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja en apertura y relleno de zanjas, de 1 m de profundidad y 0,8 m de anchura, para tubería.	1,45

I.2 TUBERÍA LATERAL Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.2	m.l.	Tubería de PEBD de 2,5 atm y 16 mm de diámetro nominal, con goteros de 4 l/h, $x = 0,5$ y $CV = 0,04$, integrados y separados 1,4 m, incluso instalación.	0,18
1.2.3	Ud.	Tapón final de PEBD de 16 mm de diámetro, incluso instalación.	0,06
1.2.4	Ud.	Acometida de toma de PEBD de 16 mm de diámetro, incluso instalación.	0,06

I.3 TUBERÍA TERCIARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.5	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	2,67
1.2.6	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	1,95
1.2.7	Ud.	Tapón final de PVC de 75 mm de diámetro, incluso instalación.	3,41
1.2.8	Ud.	Tapón final de PVC de 63 mm de diámetro, incluso instalación.	2,01
1.2.9	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro, incluso instalación.	7,08
1.2.10	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro, incluso instalación.	3,49

I.4 ARQUETAS DE RIEGO

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.11	Ud.	Arqueta prefabricada de hormigón de 80x80 cm de luz por 110 cm de profundidad, tapa de acero con pintura antioxidante, sobre asiento de fábrica de ladrillo hueco doble de 30 cm de altura, incluso instalación.	126,00
1.2.12	Ud.	Electroválvula de solenoide de 75 mm de diámetro, de 24 V y 2 W, incluso instalación.	90,00
1.2.13	Ud.	Electroválvula de solenoide de 63 mm de diámetro, de 24 V y 2 W, incluso instalación.	70,00
1.2.14	Ud.	Regulador de presión de tipo muelle de 75 mm de diámetro, incluso instalación.	240,00
1.2.15	Ud.	Regulador de presión de tipo muelle de 63 mm de diámetro, incluso instalación.	193,50
1.2.16	Ud.	Machón de 75 mm de diámetro para unión entre regulador y electroválvula, incluso instalación.	5,00
1.2.17	Ud.	Machón de 63 mm de diámetro para unión entre regulador y electroválvula, incluso instalación.	4,00
1.2.18	Ud.	Terminal rosca macho de 75 mm de diámetro, incluso instalación.	4,71
1.2.19	Ud.	Terminal rosca macho de 63 mm de diámetro, incluso instalación.	2,22

I.5 TUBERÍA SECUNDARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.20	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	2,67
1.2.21	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	1,95
1.2.22	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro, incluso instalación.	3,49
1.2.23	Ud.	Codo de PVC de 6 atm y 63 mm de diámetro, incluso instalación.	2,69
1.2.24	Ud.	Codo de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro, incluso instalación.	4,28

I.6 TUBERÍA PRIMARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.25	m.l.	Tubería de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro nominal, con unión elástica e instalada en zanja.	2,67
1.2.26	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 75 mm de diámetro, incluso instalación.	7,08
1.2.27	Ud.	Manguito reductor de PVC de 75/63 mm de diámetro, incluso instalación.	3,21

CAPÍTULO II: CABEZAL DE RIEGO

II.1 SISTEMA DE FILTRADO

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.28	Ud.	Filtro de arena de 70 cm de diámetro y 50 cm de espesor de arena, con tapa superior e inferior para limpieza manual, instalado.	630,00
1.2.29	Ud.	Filtro de mallas con una malla de 150 mesh, orificios inferiores a 143 micras y una superficie filtrante de 0,042 m ² , instalado.	140,00
1.2.30	Ud.	“T” de PVC de 6 atm y 90 mm de diámetro, incluso instalación.	13,39
1.2.31	Ud.	Codo de PVC de 6 atm y 90 mm de diámetro, incluso instalación.	8,44

II.2 EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.32	Ud.	Depósito de fertilizante de polietileno de 1,5 m de diámetro y 1,81 m de altura con 3.200 litros de capacidad, incluso accesorios e instalación.	575,00
1.2.33	Ud.	Agitador de hélice de 1.400 rpm, con motor eléctrico monofásico de 0,13 kw, incluso accesorios e instalación.	450,40
1.2.34	Ud.	Bomba inyectora de pistón de 50 l/h, con motor eléctrico monofásico de 0,25 kw, incluso accesorios e instalación.	570,50

II.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.35	Ud.	Caudalímetro de 90 mm, instalado.	171,00
1.2.36	Ud.	Válvula de retención de 90 mm, instalado.	78,00
1.2.37	Ud.	Regulador de presión de tipo muelle de 90 mm, instalado.	268,00
1.2.38	Ud.	Manómetro de 90 mm, instalado.	9,90

II.4 AUTOMATISMOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.39	Ud.	Programador de riego electrónico Facimatic de 12 estaciones de riego y capacidad para 4 programas, alimentado a 220 V y con salidas para solenoides de 24 V, incluso instalación y prueba.	460,00
1.2.40	m.l.	Cable RV-K 0,6/1 kV de 3x2,5 mm ² de sección, con aislamiento de material plástico, incluso conexiones.	1,30
1.2.41	m.l.	Cable RV-K 0,6/1 kV de 4x4 mm ² de sección, con aislamiento de material plástico, incluso conexiones.	1,74

CAPÍTULO III: GRUPO DE BOMBEO Y ACCESORIOS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.42	Ud.	Electrobomba centrífuga multicelular vertical de 2.850 rpm, con motor eléctrico trifásico de 10 CV, incluso cableado desde el cuadro de mando, instalado y funcionando.	3.119,50
1.2.43	m.l.	Tubería de impulsión de hierro fundido de 90 mm de diámetro nominal, incluso instalación.	12,10
1.2.44	Ud.	Codo de 90° de hierro fundido de 90 mm de diámetro, incluso instalación.	5,40
1.2.45	Ud.	Sistema de soportes de sujeción de la tubería de impulsión.	29,60
1.2.46	Ud.	Cuadro de mando provisto de contacto con relé térmico y arranque en estrella-triángulo.	510,00
1.2.47	Ud.	Válvula de regulación de caudal de 90 mm de diámetro, instalada.	322,90

CAPÍTULO IV: MANO DE OBRA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.2.48	Hora	Instalación del sistema de riego por goteo, realizada por tres operarios.	36,00

2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA DE RIEGO

CAPÍTULO I: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.1	m ³	Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja en apertura de zanjas, con extracción de tierra a los bordes. 4 unidades de 5,60x0,40x0,40 m.	7,46

CAPÍTULO II: CIMENTACIÓN

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.2	m ³	Hormigón armado HA-25/P/40/IIa N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 40 mm, elaborado en central en relleno de zanjas, armado con acero B-400 S (40 kg/m ³), encofrado y desencofrado, vertido mediante pluma-grúa, vibrado y colocado. 4 unidades de 5,60x0,40x0,40 m.	190,56
1.3.3	m ²	Solera de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm, elaborado en central, vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*6 mm, incluso juntas, aserrado de las mismas y fratasado. 1 unidad de 5 m de longitud por 5 m de anchura.	17,05

CAPÍTULO III: ALBAÑILERÍA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.4	m ²	Fábrica de bloques de hormigón color gris de 40x20x20 cm, para terminación posterior, relleno de hormigón HM-20 N/mm ² y armadura en zona, y recibido con mortero de cemento y arena de río M-5, incluso piezas, roturas, aplomados, nivelados y limpieza. 4 unidades de 5,40 m de longitud por 2,50 m de altura.	27,99

CAPÍTULO IV: CUBIERTA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.5	m ²	Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor con perfil laminado tipo 40/250, fijada a la estructura con ganchos, incluso ejecución de cumbreras y limas y apertura y rematado de huecos. 1 unidad de 5,40 m de longitud por 5,40 m de anchura.	17,56

CAPÍTULO V: CARPINTERÍA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.6	m ²	Puerta de chapa lisa de acero de 1 mm de espesor, engatillada, realizada en dos bandejas, con rigidizadores de tubo rectangular, incluso patillas para recibir en fábricas y herrajes de colgar y de seguridad. 1 unidad de 2 m de longitud por 2 m de altura.	68,61
1.3.7	m ²	Ventana corredera de aluminio lacado, con cerco y hojas perfil europeo, triple cámara, espesor de pared superior a 1,5 mm, colocado sobre premarco de aluminio y sellado con silicona, incluso herrajes de colgar. 1 unidad de 0,60 m de longitud por 0,60 m de anchura.	145,53

CAPÍTULO VI: PINTURA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.8	m ²	Pintura plástica lisa blanca en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, incluso lijado y emplastecido. 4 unidades de 5 m de longitud por 2,50 m de altura. 4 unidades de 5,40 m de longitud por 2,50 m de altura.	4,91

CAPÍTULO VII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**VII.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.9	m.l.	Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja en apertura y relleno de zanjas de 0,60 m de profundidad y 0,40 m de anchura.	1,45

VII.2 MATERIALES

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.10	Ud.	Cuadro eléctrico con transformador eléctrico 380 V/220 V, interruptores diferenciales de 4x25/30 mA y 2x25/30 mA y magnetotérmicos 3x16 A, 2x16 A y 2x10 A	220,00
1.3.11	m.l.	Cable RV-K 0,6/1 kV de 4x16 mm ² de sección con aislamiento de material plástico, incluso conexiones.	1,65
1.3.12	Ud.	Interruptor general de corte de 4x25 A.	32,00

CAPÍTULO VIII: MANO DE OBRA

Nº de orden	Unidad	Designación del elemento	Importe (€)
1.3.13	Hora	Construcción de la caseta, realizada por dos operarios.	24,00
1.3.14	Hora	Instalación eléctrica, realizada por un especialista.	14,00

3. PRESUPUESTOS PARCIALES

3.1 RENOVACIÓN DE LA ESPALDERA

CAPÍTULO I: MATERIALES

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.1.1	4,75	974	4.626,50
1.1.2	0,25	974	243,50
1.1.3	0,90	3.896	3.506,40
1.1.4	45,00	29	1.305,00
TOTAL:			9.681,40

El presente CAPÍTULO I: MATERIALES asciende a la cantidad de NUEVE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

CAPÍTULO II: MANO DE OBRA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.1.5	20,00	50	1.000,00
TOTAL:			1.000,00

El presente CAPÍTULO II: MANO DE OBRA asciende a la cantidad de MIL EUROS.

3.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

CAPÍTULO I: RED DE RIEGO

I.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.1	1,45	1.413	2.048,85
			TOTAL: 2.048,85

I.2 TUBERÍA LATERAL Y ACCESORIOS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.2	0,18	34.289	6.172,02
1.2.3	0,06	487	29,22
1.2.4	0,06	487	29,22
			TOTAL: 6.230,46

I.3 TUBERÍA TERCIARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.5	2,67	171	456,57
1.2.6	1,95	999	1.948,05
1.2.7	3,41	2	6,82
1.2.8	2,01	16	32,16
1.2.9	7,08	1	7,08
1.2.10	3,49	8	27,92
			TOTAL: 2.478,60

I.4 ARQUETAS DE RIEGO

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.11	126,00	9	1.134,00
1.2.12	90,00	1	90,00
1.2.13	70,00	8	560,00
1.2.14	240,00	1	240,00
1.2.15	193,50	8	1.548,00
1.2.16	5,00	1	5,00
1.2.17	4,00	8	32,00
1.2.18	4,71	2	9,42
1.2.19	2,22	16	35,52
TOTAL:			3.653,94

I.5 TUBERÍA SECUNDARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.20	2,67	86	229,62
1.2.21	1,95	1.063	2.072,85
1.2.22	3,49	7	24,43
1.2.23	2,69	4	10,76
1.2.24	4,28	1	4,28
TOTAL:			2.341,94

I.6 TUBERÍA PRIMARIA Y ACCESORIOS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.25	2,67	10	26,70
1.2.26	7,08	1	7,08
1.2.27	3,21	1	3,21
			TOTAL: 36,99

El presente CAPÍTULO I: RED DE RIEGO asciende a la cantidad de DIECISÉIS MIL SETECIENTOS NOVENTA EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

CAPÍTULO II: CABEZAL DE RIEGO

II.1 SISTEMA DE FILTRADO

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.28	630,00	2	1.260,00
1.2.29	140,00	2	280,00
1.2.30	13,39	4	53,56
1.2.31	8,44	8	67,52
			TOTAL: 1.661,08

II.2 EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.32	575,00	1	575,00
1.2.33	450,40	1	450,40
1.2.34	570,50	1	570,50
			TOTAL: 1.595,90

II.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.35	171,00	1	171,00
1.2.36	78,00	1	78,00
1.2.37	268,00	1	268,00
1.2.38	9,90	9	89,10
			TOTAL: 606,10

II.4 AUTOMATISMOS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.39	460,00	1	460,00
1.2.40	1,30	3.885	5.050,50
1.2.41	1,74	4	6,96
			TOTAL: 5.517,46

El presente CAPÍTULO II: CABEZAL DE RIEGO asciende a la cantidad de NUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

CAPÍTULO III: GRUPO DE BOMBEO Y ACCESORIOS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.42	3.119,50	1	3.119,50
1.2.43	12,10	10	121,00
1.2.44	5,40	1	5,40
1.2.45	29,60	1	29,60
1.2.46	510,00	1	510,00
1.2.47	322,90	1	322,90
			TOTAL: 4.108,40

El presente CAPÍTULO III: GRUPO DE BOMBEO Y ACCESORIOS asciende a la cantidad de CUATRO MIL CIENTO OCHO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

CAPÍTULO IV: MANO DE OBRA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.2.48	36,00	72	2.592,00
			TOTAL: 2.592,00

El presente CAPÍTULO IV: MANO DE OBRA asciende a la cantidad de DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS.

3.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA DE RIEGO

CAPÍTULO I: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.1	7,46	3,58	26,71
			TOTAL: 26,71

El presente CAPÍTULO I: MOVIMIENTO DE TIERRAS asciende a la cantidad de VEINTISÉIS EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS.

CAPÍTULO II: CIMENTACIÓN

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.2	190,56	3,58	682,20
1.3.3	17,05	25	426,25
			TOTAL: 1.108,45

El presente CAPÍTULO II: CIMENTACIÓN asciende a la cantidad de MIL CIENTO OCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

CAPÍTULO III: ALBAÑILERÍA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.4	27,99	54	1.511,46
			TOTAL: 1.511,46

El presente CAPÍTULO III: ALBAÑILERÍA asciende a la cantidad de MIL QUINIENTOS ONCE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

CAPÍTULO IV: CUBIERTA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.5	17,56	29,16	512,05
			TOTAL: 512,05

El presente CAPÍTULO IV: CUBIERTA asciende a la cantidad de QUINIENTOS DOCE EUROS CON CINCO CÉNTIMOS

CAPÍTULO V: CARPINTERÍA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.6	68,61	4	274,44
1.3.7	145,53	0,36	52,39
			TOTAL: 326,83

El presente CAPÍTULO V: CARPINTERÍA asciende a la cantidad de TRESCIENTOS VEINTISÉIS EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS.

CAPÍTULO VI: PINTURA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.8	4,91	104	510,64
			TOTAL: 510,64

El presente CAPÍTULO VI: PINTURA asciende a la cantidad de QUINIENTOS DIEZ EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

CAPÍTULO VII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**VII.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.9	1,45	52	75,40
			TOTAL: 75,40

VII.2 MATERIALES

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.10	220,00	1	220,00
1.3.11	1,65	52	85,80
1.3.12	32,00	1	32,00
			TOTAL: 337,80

El presente CAPÍTULO VII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS TRECE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

CAPÍTULO VIII: MANO DE OBRA

Nº de orden	Precio unitario (€)	Nº de unidades	Importe (€)
1.3.13	24,00	70	1.680,00
1.3.14	14,00	10	140,00
			TOTAL: 1.820,00

El presente CAPÍTULO VIII: MANO DE OBRA asciende a la cantidad de MIL OCHOCIENTOS VEINTE EUROS.

4. PRESUPUESTO GENERAL

4.1 RENOVACIÓN DE LA ESPALDERA

Componente: Renovación de la espaldera	Importe (€)
CAPÍTULO I: MATERIALES	9.681,40
CAPÍTULO II: MANO DE OBRA	1.000,00
Presupuesto de Ejecución Material	10.681,40
10 % de gastos generales y beneficio industrial	1.068,14
Presupuesto de Ejecución por Contrata	11.749,54

El presente **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** asciende a la cantidad de **ONCE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS**.

4.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Componente: Instalación del sistema de riego	Importe (€)
CAPÍTULO I: RED DE RIEGO	16.790,78
CAPÍTULO II: CABEZAL DE RIEGO	9.380,54
CAPÍTULO III: GRUPO DE BOMBEO Y ACCESORIOS	4.108,40
CAPÍTULO IV: MANO DE OBRA	2.592,00
Presupuesto de Ejecución Material	32.871,72
10 % de gastos generales y beneficio industrial	3.287,17
Presupuesto de Ejecución por Contrata	36.158,89

El presente **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** asciende a la cantidad de **TREINTA Y SEIS MIL CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS**.

4.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA DE RIEGO

Componente: Construcción de la caseta de riego	Importe (€)
CAPÍTULO I: MOVIMIENTO DE TIERRAS	26,71
CAPÍTULO II: CIMENTACIÓN	1.108,45
CAPÍTULO III: ALBAÑILERÍA	1.511,46
CAPÍTULO IV: CUBIERTA	512,05
CAPÍTULO V: CARPINTERÍA	326,83
CAPÍTULO VI: PINTURA	510,64
CAPÍTULO VII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA	413,20
CAPÍTULO VIII: MANO DE OBRA	1.820,00
Presupuesto de Ejecución Material	6.229,34
10 % en concepto de gastos generales y beneficio industrial	622,93
Presupuesto de Ejecución por Contrata	6.852,27

El presente **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** asciende a la cantidad de **SEIS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS**.

5. RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

Designación de componentes	Importe (€)
Ejecución por contrata de la renovación de la espaldera	11.749,54
Ejecución por contrata de la instalación del sistema de riego	36.158,89
Ejecución por contrata de la construcción de la caseta de riego	6.852,27
Honorarios del proyectista (4 % sobre el importe total)	2.190,43
TOTAL: 56.951,13	
IVA 16 % (General)	9.112,18
IMPORTE TOTAL: 66.063,31	

El PRESUPUESTO TOTAL DEL PRESENTE PROYECTO asciende a la expresada cantidad de SESENTA Y SEIS MIL SESENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.

Puerto Real, Diciembre de 2008

Fdo.: Patricio Correro Fernández

BIBLIOGRAFÍA

- * Amorós Ortiz-Villajos, J.A. 2.000
Viticultura.
E.U.I.T.A. Ciudad Real.

- * Blanco Ramos, F. y Ferrando Bolado, M.F. 2.007
Dirección financiera I: selección de inversiones.
Ediciones Pirámide. Madrid

- * Cánovas Cuenca, J. 1.986
Calidad agronómica de las aguas de riego.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- * Domínguez Vivancos, A. 1.993
Fertirrigación.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- * Domínguez Vivancos, A. 1.997
Tratado de Fertilización. 3ª edición.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- * Estación Meteorológica de Villamartín.

- * Montalvo López, T. 2.007
Riego localizado. Diseño de instalaciones. 2ª edición.
Ediciones VJ. Valencia.

- * Pearson, R.C. y Goheen, A.C. 1.996
Plagas y enfermedades de la vid.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- * Pizarro Cabello, F. 1.996
Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª edición.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- * Reynier, A. 1.995
Manual de Viticultura. 5ª edición.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- * Rioja Molina, A. 2.002
Fitotecnia General.
E.U.I.T.A. Ciudad Real.

- * Urbano Terrón, P. 1.999
Tratado de Fitotecnia General. 2ª edición.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Direcciones de Internet:

- www.acenologia.com
- www.agenciaandaluzadelagua.com
- www.agralia.es
- www.agroinformacion.com
- www.ayuntamientoarcos.org
- www.chguadalquivir.es
- www.coag.org
- www.e-campo.com
- www.elriego.com
- www.fao.org/index_es
- www.fertiberia.es
- www.infoagro.com
- www.ingenieriarural.com
- www.inm.es
- www.juntadeandalucia.es
- www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca
- www.juntadeandalucia.es/iea
- www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa
- www.juntaex.es
- www.lifesinergia.org
- www.mapa.es
- www.portalbesana.es

