



Universidad
Zaragoza

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Mención en Explotaciones Agropecuarias

Proyecto de una plantación de 25,4 ha de cerezo (*Prunus avium*) con sistema de riego por goteo en el término municipal de Castejón de Alarba (Zaragoza)

Project of a 25.4 ha cherry tree (*Prunus avium*) plantation with a drip irrigation system in the municipality of Castejón de Alarba (Zaragoza)

Autora:

Alba García Sáez

Directores:

Clara Martí Dalmau

Pablo Martín Ramos

AGRADECIMIENTOS

*Agradecer a mi familia, en especial a mis padres y a mi hermano,
a mi tío Alberto, el promotor de la transformación del proyecto, por ayudarme a buscar
información para su realización y redacción,
a mis tutores: Clara y Pablo, por hacer de guía en este Trabajo de Fin de Grado durante estos
meses,
y a la Escuela Politécnica Superior de Huesca, a todos sus profesores y a los amigos que me ha
dado durante estos cuatro años.
A todos ellos, gracias por formar parte de esta etapa universitaria de una manera tan bonita.*

ÍNDICE GENERAL DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

DOCUMENTO N° 1 – MEMORIA Y ANEJOS

1. MOTIVACIÓN, UBICACIÓN, ACTUALIDAD DEL SECTOR Y OBJETIVOS
2. ESTUDIO CLIMÁTICO
3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO
4. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO
5. ELECCIÓN DEL CULTIVO
6. PREPARACIÓN DEL SUELO Y PLANTACIÓN
7. PLAN DE FERTILIZACIÓN
8. MANTENIMIENTO DEL SUELO
9. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES
10. MANEJO DE PODA
11. RECOLECCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
12. DISEÑO AGRONÓMICO
13. SITUACIÓN DE PARTIDA PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO HIDRÁULICO
14. DISEÑO HIDRÁULICO
15. ANÁLISIS ECONÓMICO

DOCUMENTO N° 2 – PLANOS

PLANO 1: UBICACIÓN DE LAS PARCELAS

PLANO 2: LÍNEAS DE PLANTACIÓN, UBICACIÓN DE POZOS, Balsa Y CASETA DE RIEGO

PLANO 3: SECTORIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

PLANO 4: LONGITUD DE LAS LÍNEAS DE PLANTACIÓN DE CADA SECTOR

PLANO 5: DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

PLANO 6: DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

PLANO 7: DISEÑO DE LA VÁLVULA HIDRÁULICA DEL SECTOR 1

PLANO 8: DISEÑO DE LAS VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE LOS SECTORES 8, 9 Y 10

DOCUMENTO N° 3 – PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N° 4 – ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N° 5 – PRESUPUESTO



Universidad
Zaragoza

1542

MEMORIA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL

MENCIÓN: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN DE 25,4 HA DE CEREZO
(*Prunus avium*) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN DE ALARBA
(ZARAGOZA)**

***PROJECT OF A 25,4 HA CHERRY TREE (*Prunus avium*)
PLANTATION WITH A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF CASTEJÓN DE ALARBA (ZARAGOZA)***

Autora:

ALBA GARCÍA SÁEZ

Directores:

CLARA MARTÍ DALMAU
PABLO MARTÍN RAMOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020/2021

ÍNDICE DE LA MEMORIA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

- 1. CONTEXTO DEL PROYECTO**
 - 1.1 MOTIVACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN
 - 1.2 UBICACIÓN DE LA PLANTACIÓN
 - 1.3 ACTUALIDAD DEL SECTOR
 - 1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO Y ALINEACIÓN CON LOS ODS
- 2. ESTUDIO CLIMÁTICO**
 - 2.1 INTRODUCCIÓN
 - 2.2 TEMPERATURAS Y NÚMERO DE HORAS - FRÍO
 - 2.3 RIESGO DE HELADAS
 - 2.4 OTROS FACTORES CLIMÁTICOS
 - 2.5 CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS
 - 2.6 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL O DE REFERENCIA
- 3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO**
 - 3.1 INTRODUCCIÓN
 - 3.2 PERFILES MUESTREADOS
- 4. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**
 - 4.1 SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES
 - 4.2 ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO
- 5. ELECCIÓN DEL CULTIVO**
 - 5.1 ESPECIE
 - 5.2 VARIEDADES
 - 5.3 PATRÓN
- 6. PREPARACIÓN DEL SUELO Y PLANTACIÓN**
- 7. PLAN DE FERTILIZACIÓN**
 - 7.1 BALANCE DEL NITRÓGENO
 - 7.2 BALANCE DEL FÓSFORO
 - 7.3 BALANCE DEL POTASIO
- 8. MANTENIMIENTO DEL SUELO**
- 9. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**
- 10. MANEJO DE PODA**
 - 10.1 PODA DE INVIERNO
 - 10.2 PODA DE VERANO
- 11. RECOLECCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN**
- 12. DISEÑO AGRONÓMICO**
- 13. SITUACIÓN DE PARTIDA PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO HIDRÁULICO**

14. DISEÑO HIDRÁULICO

14.1 PROGRAMACIÓN DE RIEGO

14.2 CABEZAL DE RIEGO

14.3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

15. ANÁLISIS ECONÓMICO

ÍNDICE DE FIGURAS DE LA MEMORIA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

1. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS SOBRE LA IMAGEN DEL VISOR SIGPAC
2. PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS DE CEREZA EN ESPAÑA
3. CLIMOGRAMA REPRESENTATIVO DE CASTEJÓN DE ALARBA
4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS, MEDIAS Y MÍNIMAS
5. DIAGRAMA TEXTURAL
6. PARCELAS DESTINADAS A RIEGO SOBRE LA IMAGEN DEL PNOA

ÍNDICE DE TABLAS DE LA MEMORIA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

1. GUÍA DE CÓDIGOS SOBRE EL VISOR SIGPAC
2. VALORES MEDIOS DE VARIABLES CLIMÁTICAS GENERALES
3. MEDIAS MENSUALES DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN EL PERIODO 2011- 2020
4. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO
5. SITUACIÓN DE LOS POZOS DE LA PLANTACIÓN
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO
7. VALORACIONES DE LAS CLASIFICACIONES UTILIZADAS
8. RESUMEN DE LAS OPERACIONES PREPARATORIAS A LA PLANTACIÓN DE CEREZO
9. PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN
10. BALANCE DEL NITRÓGENO
11. BALANCE DEL FÓSFORO
12. BALANCE DEL POTASIO
13. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CEREZO
14. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO
15. DATOS DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA CALCULADOS POR SOFTWARE CROPWAT
16. CÁLCULO DE LAS CANTIDADES MENSUALES DE RIEGO, EN MM
17. CÁLCULO DEL APORTE Y TIEMPO DE DURACIÓN DEL RIEGO
18. DISEÑO DE LAS TUBERÍAS DE LLENADO DE LA Balsa DESDE LOS POZOS
19. SECTORIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN
20. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

21. DIMENSIONADO DE LATERALES, TUBERÍAS TERCIARIAS Y DE DISTRIBUCIÓN PARA CADA SECTOR
22. ANÁLISIS DE FINANCIACIÓN Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO

1. CONTEXTO DEL PROYECTO

1.1. MOTIVACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN

El arraigo por la tierra aragonesa, así como la agricultura de vanguardia han sido los pilares fundamentales para realizar la plantación, a lo que se suman los bajos rendimientos de los cultivos de secano en la zona, la reciente puesta en regadío y la expansión frutal del territorio, aspectos que son posiblemente las principales razones de dicha transformación.

La transformación de 25,4 ha de secano actualmente empleadas para el cultivo de cereal, almendro y viñedo, en una plantación de cerezo en sistema intensivo con un marco de plantación de 5 x 2,5 m, se ve motivada por las características agroclimáticas de la zona, en un entorno situado a unos 800 – 1.300 m sobre el nivel del mar, que previsiblemente permitiría la producción de una cereza de alta calidad, acorde con las exigencias cada vez mayores de los consumidores, apta para su comercialización, tanto a nivel nacional como en el extranjero.

1.2. UBICACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Geográficamente las parcelas se encuentran en el extremo sureste de la depresión situada entre la Sierra de Pardos y la Sierra de Ateca, y drenan, de forma natural, por una serie de barrancos (La Nevera, Sacejo y Parruchas) que desaguan en el Arroyo de La Cañada, y este a su vez en el Barranco de Las Pedrizas, Arroyo de Valdesemon y finalmente la Rambla de Valcedo que desemboca en el río Jiloca aguas debajo de Fuentes de Jiloca. (Fig.1).

La zona se caracteriza por un clima mediterráneo continentalizado, de tendencia semiárida más acusada hacia el Ebro, clima en el que predominan los veranos secos y calurosos e inviernos largos, muy fríos, ventosos y parcialmente nublados.

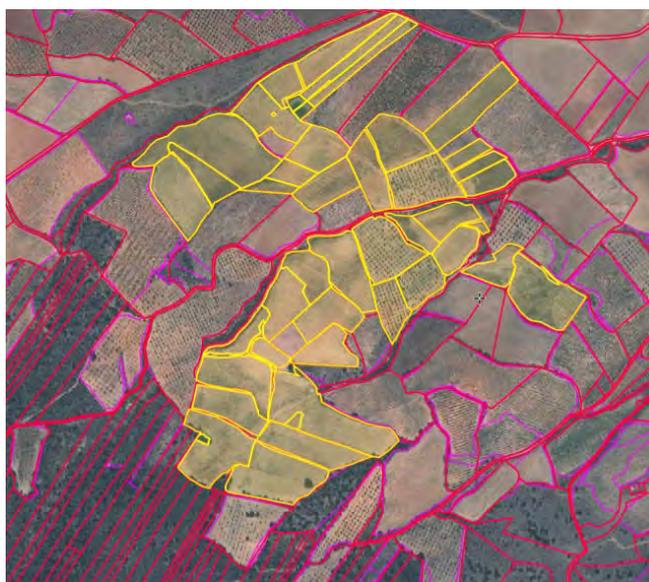


Figura 1. Ubicación de las parcelas sobre la imagen del Visor SigPac.

Provincia	Municipio	Agregado	Zona	Polígono	Parcela	Sup (m ²)
50	75	0	0	10	1	11892
50	75	0	0	10	2	6859
50	75	0	0	10	4	5035
50	75	0	0	10	5	10647
50	75	0	0	10	6	8316
50	75	0	0	10	7	8834
50	75	0	0	10	9	9017
50	75	0	0	10	10	4368
50	75	0	0	10	11	4942
50	75	0	0	10	13	2962
50	75	0	0	10	14	4850
50	75	0	0	10	15	4578
50	75	0	0	10	42	10781
50	75	0	0	10	43	4307
50	75	0	0	10	52	17319
50	75	0	0	10	53	7255
50	75	0	0	10	55	12369
50	75	0	0	10	69	11052
50	75	0	0	11	75	8830
50	75	0	0	11	76	4353
50	75	0	0	11	77	16037
50	75	0	0	11	78	1837
50	75	0	0	11	79	6590
50	75	0	0	11	80	3512
50	75	0	0	11	81	5774
50	75	0	0	11	83	4655
50	75	0	0	11	85	3910
50	75	0	0	11	87	5552
50	75	0	0	11	89	4046
50	75	0	0	11	91	5680
50	75	0	0	11	93	5972
50	75	0	0	11	96	7348
50	75	0	0	11	97	8030
50	75	0	0	11	98	8390
50	75	0	0	11	100	2001
50	75	0	0	11	101	2290
50	75	0	0	11	102	3885
TOTAL						254.077

Tabla 1. Guía de códigos sobre el Visor SigPac.

La finca (Fig. 1), según el registro catastral consta de 37 parcelas (Tabla 1) que antiguamente pertenecían a diferentes agricultores de la zona, dedicadas al almendro, el viñedo y en menor proporción el cereal.

Ahora, para realizar la transformación planteada se procederá a unir dichas parcelas eliminando lindes y ribazos.

Las coordenadas de la finca son las siguientes:

Latitud: 41°10'59.65" N

Longitud: 1°38'9.7" W

Altitud: 1000 m

UTM: 4559995 614395 30T

1.3. ACTUALIDAD DEL SECTOR

1.3.1. EL CULTIVO DE LA CEREZA EN ESPAÑA

En el año 2017, según las cifras del MAPAMA (proporcionadas por las comunidades autónomas), España produjo 114.433 toneladas de cereza.

Extremadura fue la comunidad más productiva con 40.503 t, Aragón se situó como segunda productora nacional con una producción de 36.353 t y ambas se configuran como las dos grandes comunidades autónomas productoras de cerezas (Fig. 2).



Figura 1. Principales zonas productoras de cereza en España.

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Pesca, 2017)

El resto de la producción de cereza española corresponde seguidamente a Cataluña (10.447 t), Andalucía (6.127 t) y otras comunidades autónomas que suman 21.003 t hasta completar la producción nacional del año 2017.

Siguiendo las últimas estadísticas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019), publicadas en julio, la producción media anual española de cerezas es de 101.070 t.

1.3.2. EL CULTIVO DE LA CEREZA EN ARAGÓN

La cereza es una fruta de gran importancia en Aragón, en la que destaca muy por encima la provincia de Zaragoza.

En Aragón, las principales zonas de cultivo se concentran en Calatayud y Valdejalón, aunque estos años atrás se está viendo un aumento considerable de este cultivo en las zonas del Bajo Cinca y Bajo Aragón - Caspe. (Consejería de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2017)

Aunque la mayor parte de la producción se destina todavía al mercado nacional, la cereza tiene gran importancia en muchos países europeos, tanto en fresco como para la industria conservera. Cada día la demanda en los mercados es mayor, siendo estos muy exigentes en términos de calidad.

Sin embargo, el cerezo es un árbol muy exigente y, al igual que otros muchos frutales, se ve afectado por diferentes factores medioambientales que ejercen una gran influencia en la productividad y calidad, así como en la estabilidad del rendimiento de una campaña a otra, lo que supone pérdidas económicas y el desprestigio del producto.

En cuanto a la comunidad autónoma de Aragón la producción de cereza se sitúa como la primera productora nacional por hectáreas dedicadas al cultivo: 8.346 ha y una producción de 36.353 t. (Consejería de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2017)

1.3.3. LAS OPORTUNIDADES DE LA CEREZA ESPAÑOLA EN EL MERCADO ASIÁTICO

España es un país muy bien situado en el ranking de exportación de cereza, en el cual nuestro país pone en valor la alta calidad de la cereza española, siendo la Unión Europea el principal mercado internacional, donde las cerezas son transportadas por tierra o aire en un breve periodo de tiempo. Actualmente, para conseguir la mayor rentabilidad del cultivo, el objetivo es llegar a los mercados asiáticos, como China, dónde está creciendo de manera considerable el interés por este producto. Además, es un mercado en proceso de apertura a proveedores internacionales de cereza.

1.3.4. COMERCIALIZACIÓN DE LA CEREZA ARAGONESA

En cuanto a su comercialización, la cereza aragonesa tiene una distribución eminentemente nacional, aunque el volumen final de la cereza aragonesa que acaba saliendo al exterior es notable, ya que es apreciable el volumen que se comercializa a través de operadores españoles de otras comunidades autónomas cuyo destino final es la exportación. Según la Mesa Sectorial de la cereza y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, el año pasado, España exportó más de cinco millones de cereza a Reino Unido y más de tres millones a Portugal, Alemania, Francia e Italia. Por detrás se sitúan las exportaciones a Países Bajos y Bélgica.

1.3.5. LA CEREZA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

A nivel internacional, se refleja el liderazgo de Turquía como primer productor de cereza a nivel mundial de manera destacada en contraste con el resto de los países productores. (MAPAMA, 2019).

Realizando un análisis sobre el ranking de países exportadores de cereza, aparece el liderazgo de Chile como primer país exportador del mundo, seguido por Estados Unidos y Turquía en el año 2018, ocupando España la quinta posición.

Rusia era el principal importador de cereza, pero tras el veto de Rusia a productos agroalimentarios a países occidentales, en el 2016, China encabeza de manera destacada el ranking de países importadores, siendo el siguiente destino, el mercado de Hong Kong.

En cuanto a la previsión de la producción para 2025, se prevé que continuará aumentando en los cuatro países líderes productores de cereza y España. (MAPAMA, 2019).

Estos son los crecimientos estimados de la producción en 2025 en comparación con la producción media en los años 2014-2016:

- 1) Turquía - 44% de crecimiento
- 2) Estados Unidos - 49% de crecimiento
- 3) China - 200% de crecimiento
- 4) Chile - 133% de crecimiento
- 5) España - 37% de crecimiento, siendo la previsión de producción de cereza española para el 2025 de 140.000 toneladas. (MAPAMA, 2019).

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y ALINEACIÓN CON LOS ODS

Así pues, el objetivo del proyecto es definir todos los parámetros necesarios para realizar la transformación, tanto el diseño de la plantación como en consecuencia los cálculos relativos a la conversión del riego, teniendo en cuenta la integración de las técnicas agrícolas más eficientes y la adaptación del cultivo a las exigencias actuales.

Los anteriores objetivos están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2 (Hambre cero, en concreto con la meta 2.4) y 6 (Agua limpia y saneamiento, haciendo especial mención a la meta 6.4) de la Agenda 2030, contribuyendo en cierta medida a su consecución.

2. ESTUDIO CLIMÁTICO

2.1. INTRODUCCIÓN

Calatayud presenta un clima continental, con extremos calurosos y secos en verano e inviernos muy fríos con posibles heladas a lo largo del año, siendo la temperatura media anual de unos 13°C y la precipitación anual de 350 mm aproximadamente, situadas estas parcelas a 800 – 1.300 m sobre el nivel del mar.

El estudio climático se detalla ampliamente en el Anejo 2. A continuación se resumen los datos más importantes tomando como referencia la información facilitada por el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) centrándose la búsqueda en la estación meteorológica situada en la Comarca de Calatayud, así como del atlas climático de Aragón, del Instituto Aragonés de Estadística de la estación Calatayud Aguas, de la plataforma AEMET y de los diferentes datos climatológicos que aporta el Gobierno de Aragón.

Los principales datos climatológicos para la zona de Calatayud se recogen de esta manera en la Tabla 2.

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MEDIO
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	350 mm
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	12 a 13 °C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS FRÍO	4,31 °C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS CÁLIDO	23,85 °C
HUMEDAD RELATIVA	66,033%
VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO ANUAL	1,3 m/s
RADIACIÓN MEDIA ANUAL	15,94 MJ/m ²
ET ₀ MEDIA ANUAL	1.080,61 mm/año

Tabla 2. Valores medios de variables climáticas generales.

Fuente: (SIAR, 2020)

En la Figura 3 se puede ver representado el climograma de la localidad en la que se va llevar a cabo esta transformación, haciendo uso para su elaboración de los datos de temperaturas medias en °C y precipitaciones medias en mm.

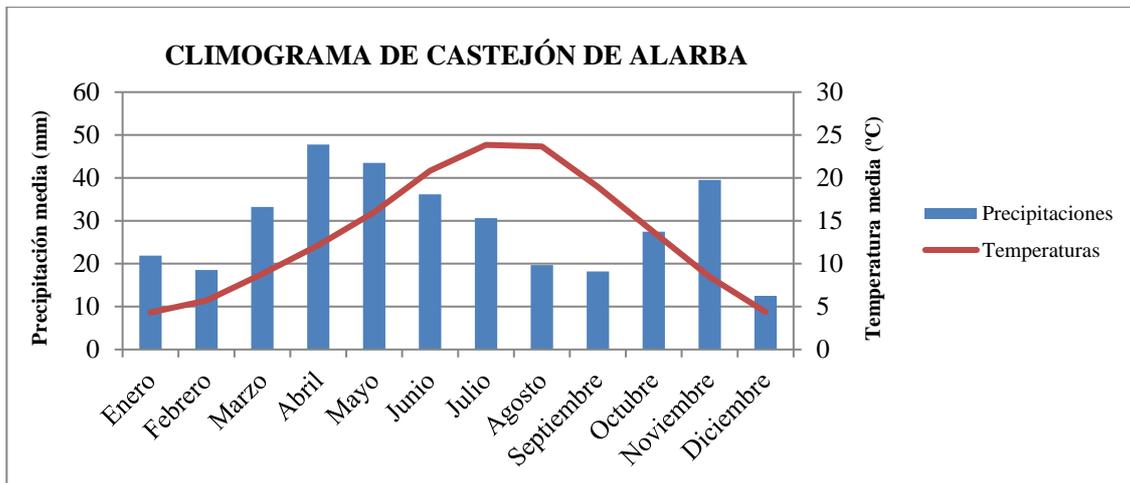


Figura 3. Climograma representativo de Castejón de Alarba.

A partir del estudio climatológico se pretende valorar la aptitud del clima de la Comarca de Calatayud para el buen rendimiento del cerezo.

2.2. TEMPERATURAS Y NÚMERO DE HORAS - FRÍO

La temperatura es uno de los parámetros climáticos más importantes a la hora de tener en cuenta para la plantación de cerezo, ya que se trata de un frutal muy exigente a nivel climático.

El momento más importante en el que hay que mantener la temperatura estable para asegurar que el fruto no se agriete o se produzcan daños en los botones florales es cuando se produce el cuajado del fruto, momento crucial para la rentabilidad del agricultor, ya que de este depende el número de cerezas en producción.

En el Anejo 2 se muestran las tablas que hacen referencia a las temperaturas medias, temperaturas máximas medias, temperaturas mínimas medias, precipitaciones medias y humedades relativas medias. La Figura 4 representa gráficamente los datos de esta serie de temperaturas:

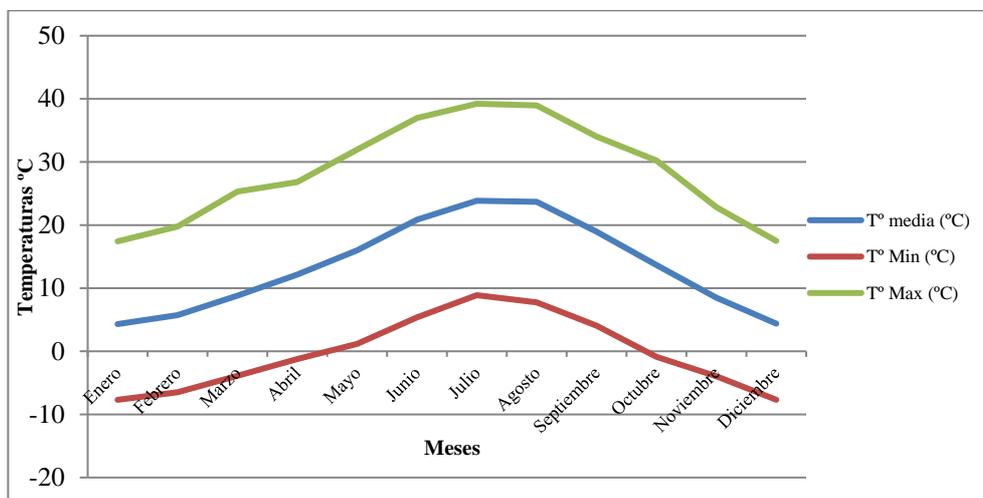


Figura 4. Representación gráfica de las temperaturas máximas, medias y mínimas.

La medida de las horas frío durante el reposo invernal, es un parámetro muy importante relacionado con la entrada en el periodo vegetativo pasado el letargo invernal y en el caso del cerezo tiene un valor comprendido entre 500 y 1.700 horas para florecer en condiciones óptimas. Para el cálculo de horas frío se muestran a continuación los dos métodos usados detallados también en el Anejo 2 de este proyecto.

Correlación de Weimberger

La estimación del número de horas frío mediante este método parte de la media de temperaturas medias de diciembre y enero, llegando a un total de 1.580 horas de frío.

Correlación de Mota

El número mensual de horas frío se determina con la fórmula explicada en el Anejo 2, obteniendo un resultado de 1.288 horas de frío.

Conocido el parámetro de horas frío se puede determinar si el cultivo de cerezo planteado tendrá las condiciones térmicas necesarias para salir del reposo invernal, así como si es posible introducir nuevas variedades cuyos requerimientos de frío son los que proporciona la región.

2.3. RIESGO DE HELADAS

En este segundo Anejo, como se ha mencionado en párrafos anteriores, también se encuentra la tabla de temperaturas medias máximas y de temperaturas medias mínimas (Tabla 3 y Tabla 4 respectivamente) ya que son importantes para relacionar y comentar el riesgo de heladas que presenta el cerezo según su sensibilidad y su estado de desarrollo.

El mayor periodo de heladas se ve comprendido desde el mes de octubre hasta el mes de abril, por lo que es un factor importante que determinar debido a su notable presencia a lo largo de todo el año.

Según la sensibilidad del cerezo a las bajas temperaturas, existe riesgo de helada a partir de la temperatura mínima inferior a -4°C , apareciendo estas mínimas en los meses enero, febrero, noviembre y diciembre.

2.4. OTROS FACTORES CLIMÁTICOS

De los datos pluviométricos obtenidos se puede deducir que es en primavera cuando mayor es la precipitación, siendo el mes de abril el mes más lluvioso.

Los vientos predominantes son el viento del norte y el cierzo del Moncayo, un viento seco, frío y muy fuerte.

La nieve es otro factor que se tiene en cuenta a la hora de realizar el estudio climático, considerándose un factor beneficioso, debido a que aporta humedad al suelo y mitiga los fríos intensos, evitando las heladas de los horizontes superficiales del suelo.

En cambio, el granizo es un fenómeno meteorológico que en los últimos años está muy presente en la Comarca de Calatayud en los meses de primavera y verano, causando daños irreparables en la plantación y grandes pérdidas económicas al agricultor, por lo que cada vez es más común la instalación de mallas antigranizo en plantaciones de estas características.

2.5. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

Según las clasificaciones bioclimáticas: UNESCO - FAO, define la zona de Castejón de Alarba con un clima *templado frío con inviernos muy fríos*, y Köppen, clasifica la zona de estudio con clima *seco*, porque el valor de la precipitación anual es inferior al de la evapotranspiración potencial anual, y, además, según las características de humedad y temperatura, queda definido el *carácter estepario frío (Bsk)*.

Del mismo modo, los criterios de la clasificación agroclimática de Papadakis clasifican la zona de estudio con un clima *continental semicálido* con un régimen de humedad *Isohigro semiárido (CoSi)*.

2.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL O DE REFERENCIA

Es importante conocer el valor de la evapotranspiración de referencia para conocer el balance hídrico o por lo menos ser capaces de estimarlo, es decir, teniendo en cuenta la climatología, se estudiarán las necesidades hídricas del cultivo.

MES	MEDIA ETo (mm/mes)	MES	MEDIA ETo (mm/mes)
ENERO	27,23	JULIO	181,27
FEBRERO	40,58	AGOSTO	161,04
MARZO	71,31	SEPTIEMBRE	106,03
ABRIL	92,64	OCTUBRE	61,67
MAYO	130,16	NOVIEMBRE	29,24
JUNIO	158,91	DICIEMBRE	29,24

Tabla 3. Medias mensuales de la evapotranspiración potencial en el periodo 2011 - 2020.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia del presente proyecto se hace uso de los valores de ETo que aporta el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR, 2020). Esta plataforma usa el método de Penman - Monteith.

2.6.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, el siguiente método propone la utilización de los coeficientes de consumo para una plantación adulta de cerezo, siendo la fórmula:

$$ET_C = K_C * ET_O$$

ET_C: evapotranspiración del cultivo

K_C: coeficiente de cultivo

ET_O: evapotranspiración potencial o de referencia

MESES	ETo	Kc	ETc
MARZO	71,31	0,40	28,52
ABRIL	92,64	0,50	46,32
MAYO	130,16	0,70	91,11
JUNIO	158,91	0,90	143,02
JULIO	181,27	0,95	172,21
AGOSTO	161,04	0,90	144,94
SEPTIEMBRE	106,03	0,75	79,52
OCTUBRE	61,67	0,60	37

Tabla 4. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.

En el Anejo 12 – Diseño agronómico, se detalla el balance hídrico que determina aquellos periodos en los que es imprescindible aportar agua en forma de riego.

3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

3.1. INTRODUCCIÓN

El uso del suelo como recurso productivo requiere a menudo adaptar las condiciones de fertilidad natural a las que demanda el cultivo, y el éxito de esa adaptación depende del conocimiento de la situación de partida, por lo que es muy importante realizar este estudio.

A corto plazo, en una explotación el desconocimiento del suelo puede suponer pérdidas económicas por la aplicación de técnicas o productos de forma inadecuada.

3.2. PERFILES MUESTREADOS

Para el análisis de suelo se tomaron tres muestras compuestas de las parcelas en estudio a una profundidad de 60/70 cm, y se llevaron al laboratorio de la empresa Fertiberia que interpreta los resultados obtenidos por el sistema Sidra, ofreciendo un diagnóstico y la recomendación de abonado.

Los documentos que acreditan dichos resultados se encuentran en el Anejo 3 de este proyecto, así como el resto de los valores que servirán para el análisis de este estudio.

El siguiente estudio edafológico indicará si son necesarias enmiendas y de qué tipo, así como el abonado que es necesario.

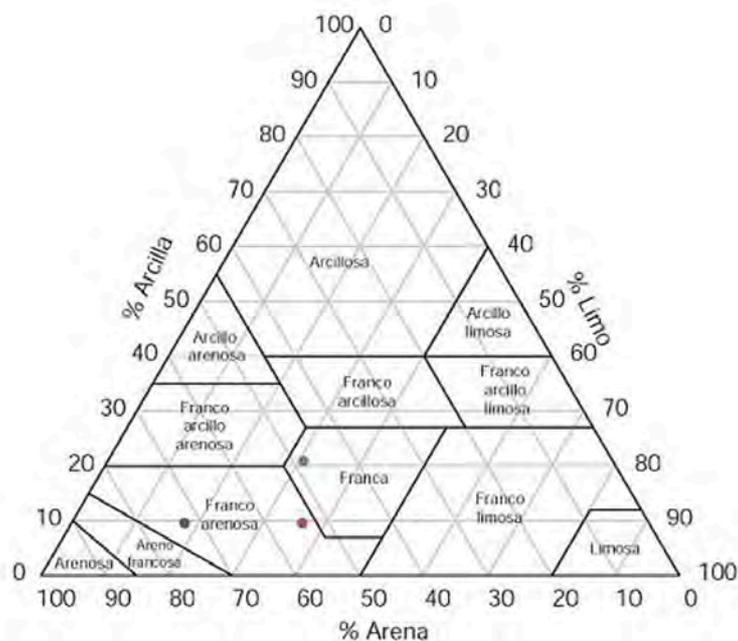


Figura 5. Diagrama textural.

Fuente: (USDA, 1977)

De esta manera, con este estudio se ofrece el análisis textural y, por tanto, los resultados mostrados en el Anejo 3 clasifican la textura del suelo como franco-arenosa (muestra 1 en azul y muestra 2 en rojo) y textura franca (muestra 3 en verde). (Fig. 5).

Desde el punto de vista químico, los suelos de las parcelas de la zona de estudio son aptos para el cultivo del cerezo. Son suelos en los que no existen problemas de salinidad (CE entre 0,09 y 0,1 dS/m) ni tampoco toxicidad por sodio cuyo contenido oscila entre (0,1 y 0,2 $\text{cmol}_{(+)}/\text{kg}$).

A pesar de ser suelos básicos, no habrá riesgo de clorosis férrica ya que el contenido de caliza activa es nulo.

4. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

4.1. SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES

Para llevar a cabo la transformación de esta plantación de 25,4 ha de cerezo en regadío con un riego localizado por goteo, se solicita a la Confederación Hidrográfica del Ebro una concesión de agua subterránea.

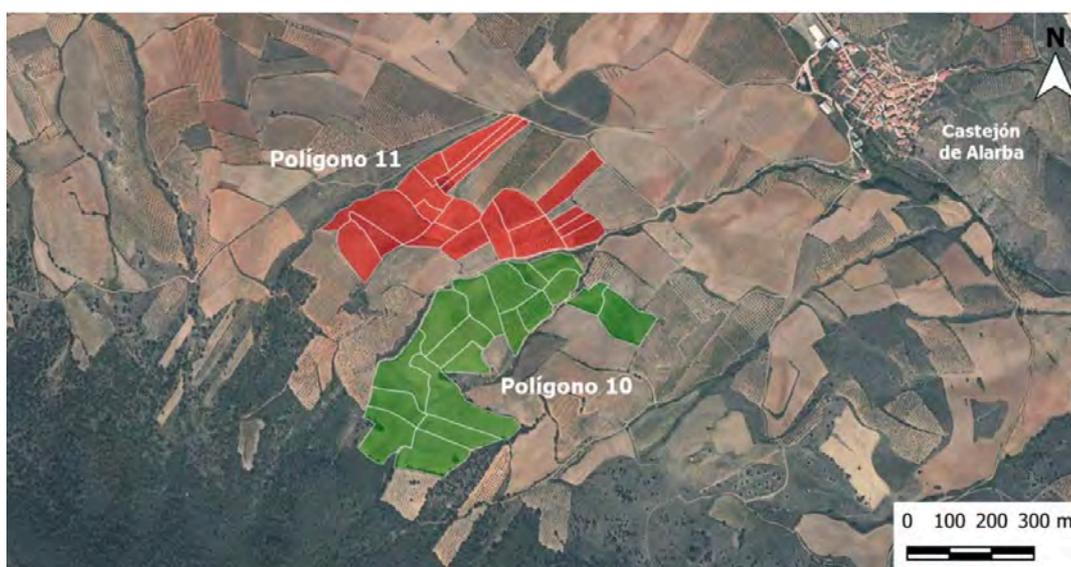


Figura 6. Parcelas destinadas a riego sobre la imagen del PNOA.

Como ya se ha mencionado, la actuación comprende 37 parcelas de los polígonos 10 y 11 en el término municipal de Castejón de Alarba, distribuidas tal y como se muestra en la Figura 6.

La captación de agua subterránea para el riego se realizará desde los cuatro pozos existentes en el paraje de La Nevera, todos ellos ubicados en Castejón de Alarba entre unos 800 – 1.300 m al oeste del casco urbano (Tabla 5).

POZO	X	Y	Z	POLÍGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL
Pozo 1	613452	4559571	976	10	7	50075A01000007
Pozo 2	613654	4559521	963	10	43	50075A01000043
Pozo 3	613076	4559699	991	11	77	50075A01100077
Pozo 4	613513	4559962	950	11	81	50075A01100081

Tabla 5. Situación de los pozos de la plantación.

Los pozos captarán el agua de cuarcitas, pizarras, areniscas paleozoicas del Cámbrico superior y con permeabilidad secundaria por fracturación. El agua de lluvia se infiltra y circula preferentemente a través de zonas más fracturadas y libres de partículas finas.

4.2. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

Se ha realizado el análisis de una muestra de agua del pozo 1 (Tabla 6).

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
pH	unidades pH	8,3
Conductividad a 25°C	μScm^{-1}	728
TDS	mg/L	466
Dureza total	°HF	32
Carbonatos (CO_3^{2-})	mg/L	23
Bicarbonatos (HCO_3^-)	mg/L	422
Cloruros (Cl^-)	mg/L	31,9
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	< 0,5
Sulfatos (SO_4^{2-})	mg/L	37,5
Sulfitos (SO_3^{2-})	mg/L	6
Calcio	mg/L	25,8
Magnesio	mg/L	63
Sodio	mg/L	50,8
Potasio	mg/L	6,76
Plomo	$\mu\text{g/L}$	< 20
Cadmio	$\mu\text{g/L}$	< 5
Índice de Scott	adimensional	27,06
Índice de SAR	adimensional	1,22
Índice de SAR ajustado	adimensional	8,18
Clasificación Riverside	adimensional	C2 – S1
Recuento colonias 22°C	UFC/mL	460
Recuentos coliformes totales	UFC/100mL	18
Recuento <i>E.coli</i>	UFC/100mL	0
Recuento Enterococos	UFC/100mL	4
Recuento <i>C. perfringens</i>	UFC/100mL	0
<i>Salmonella</i> spp.	P/A en 1000 mL	Ausencia

Tabla 6. Resultados del análisis del agua de riego.
Fuente: ENAC ensayos

El agua de riego analizada presenta un pH moderadamente básico por lo que sería aconsejable que el agricultor añadiese algún ácido al agua para evitar problemas de obturación de goteros y de precipitación de carbonatos en el sistema de riego.

Se puede afirmar que no hay ninguna restricción en el uso del agua en cuanto a la conductividad eléctrica ya que presenta un valor medio y en cuanto al contenido de sales, que presenta un valor bajo - medio.

En cuanto a la dureza del agua se sitúa como medianamente dura o dura. El contenido de carbonatos es algo superior al óptimo, pero en principio no conllevaría ningún problema; el contenido de bicarbonatos está dentro de los valores normales para el agua de riego y el contenido del resto de los aniones es muy inferior al límite en el cual podrían aparecer problemas como la fitotoxicidad. En función del contenido de cloruros, sulfatos y sodio, se clasifica el agua de riego analizada como buena, siendo aceptable para el riego de la plantación.

En cuanto a la cantidad de cationes presente en el agua analizada, los contenidos de potasio y magnesio son correctos. En cambio, el contenido de calcio es ligeramente elevado, por lo que hay cierto riesgo de precipitación de este catión provocando obstrucciones en el sistema de riego.

En la Tabla 6 también aparece el estudio microbiológico del agua debido a que la muestra ha sido extraída de un pozo y es necesario conocer la concentración de bacterias y microorganismos que posteriormente con el riego pueden proliferar en el cultivo y, por ende, en la alimentación humana. El resumen de las valoraciones según las clasificaciones que se han usado se muestra a continuación en la Tabla 7:

CLASIFICACIÓN	RIVERSIDE	EATON	H. GREENE	WILCOX
VALORACIÓN	APTA PARA EL RIEGO	BUENA CALIDAD	BUENA CALIDAD	EXCELENTE O BUENA CALIDAD

Tabla 7. Valoraciones de las clasificaciones utilizadas.

5. ELECCIÓN DEL CULTIVO

Para la elección del cultivo hay que tener en cuenta una serie de condicionantes presentes en la zona de estudio entre los que destacan la climatología, la edafología y el agua de riego. Además, como en todo proyecto e inversión, se va a tener en cuenta el condicionante económico, ya que el principal objetivo del promotor es obtener el máximo beneficio en su explotación, respetando unas normas medioambientales y de calidad y seguridad alimentaria.

5.1. ESPECIE

El agricultor aprovecha la altitud que caracteriza la Comarca de Calatayud para diseñar una plantación de cerezo denominado “de montaña”. La cereza es una fruta muy sensible a los cambios de temperatura y al calor, por lo que esta zona de producción posee unas características agroclimáticas óptimas para sacar el máximo rendimiento a este cultivo. Al tratarse de una zona de elevada altitud, las condiciones climáticas tendrán una gran influencia en el ciclo del cultivo. Es más corto ya que empieza a hacer calor a finales de mayo y en agosto ya refresca, motivo por el cual es indispensable elegir variedades de maduración tardía. De este modo también se puede conseguir menos competencia en el mercado y sacar un buen rendimiento económico de venta de las cerezas.

5.2. VARIEDADES

En la plantación se van a establecer dos variedades distintas para facilitar el calendario de labores y ampliar la variabilidad de la oferta al mercado, lo que reducirá riesgos, otorgando una mayor estabilidad económica a la explotación.

Las dos variedades seleccionadas son *Lapins* y *Sonata*, muy conocidas por su antigüedad. Su elección también está motivada por la alta puntuación obtenida en el análisis multicriterio realizado, debido a que son cerezas de floración y maduración tardía, resistentes al rajado y al cracking de la cereza, y el color y el calibre de sus frutos es muy llamativo de cara a los consumidores.

5.3. PATRÓN

A partir del análisis multicriterio, se llega a la conclusión de que el patrón más adecuado para esta plantación es el ciruelo *Adara* porque es el que presenta una mayor resistencia a los encharcamientos, muy propios en la zona debido a la gran humedad presente. Aunque se trata de un patrón vigoroso, su altura se reconducirá con la poda de formación para llevar a cabo después la recolección de manera manual evitando los excesivos costes en esta labor. Además, es muy productivo, compatible con la mayoría de las variedades existentes y compatible con plantaciones en intensivo.

6. PREPARACIÓN DEL SUELO Y PLANTACIÓN

Una vez tomada la decisión de que especie, patrón y variedades cultivar y diseñada la plantación, la ejecución práctica de ello constituye un amplio proceso en el que el primer paso que debe dar el agricultor es la preparación del terreno para la correcta instalación de la planta.

La preparación de la parcela para plantar incluye todas las operaciones agrícolas destinadas a mantener el suelo idóneo para el cultivo elegido, siendo en el caso de estudio la preparación mecánica integral la técnica de preparación más ventajosa para el enraizamiento del cerezo.

En las actuales plantaciones de cerezo de Aragón, esta fase comprende una serie de labores desde el mes de septiembre donde se lleva a cabo el subsolado hasta finales de diciembre – principios de enero donde finalmente el suelo está en condiciones para darse la plantación.

La apertura de hoyos manual, así como el replanteo con la cuerda de cáñamo, la cinta métrica o la caña, son útiles típicos de marqueo usados hace años, todos hoy en día sustituidos por un tractor y una plantadora con GPS autoguiado en el caso de plantaciones de estas características.

A continuación, se muestra un resumen de las operaciones que se realizan desde las primeras labores de preparación hasta la plantación final (Tabla 8), detalladas en el Anejo 6.

ORDEN	ÉPOCA	TAREA
1	SEPTIEMBRE	SOLSOLADO
2	PRINCIPIOS DE OCTUBRE	ENMIENDA ORGÁNICA – ESTIÉRCOL DE OVEJA
3	MEDIADOS DE OCTUBRE	DESFONDE
4	FINALES DE OCTUBRE	DRENAJE
5	DICIEMBRE	PASE DE CULTIVADOR Y PASE DE RULO
6	DICIEMBRE - ENERO	PLANTACIÓN DE LOS CEREZOS
7	ENERO	APORTE DEL PRIMER RIEGO
8	FINALES DE ENERO	COLOCACIÓN DE TUTORES Y PROTECTORES
9	MESES DESPUÉS	REPOSICIÓN DE MARRAS

Tabla 8. Resumen de las operaciones preparatorias a la plantación de cerezo.

7. PLAN DE FERTILIZACIÓN

El plan de fertilización diseñado para esta plantación consiste principalmente en una fertilización de carácter mineral mediante fertirrigación, debido a que este proceso permite una mejor absorción de los nutrientes, facilita el manejo de la explotación y un ahorro en los costes de esta, consiguiendo un aporte lo más preciso y completo posible y garantizando así el cumplimiento de las necesidades del cerezo para obtener la producción esperada. En la Tabla 9 se expone la dosis aportada de cada uno de los macronutrientes 1º, según el año de plantación y su fraccionamiento en función de la fenología del cultivo.

Año	Nutriente	kg/ha anual	De brotación a cuajado	De cuajado a maduración	De maduración a fin de cosecha	De recolección a caída de hojas
Año 1	N	-	-	-	-	-
Año 2	N	-	-	-	-	-
Año 3	N	133,1	39,93	59,89	13,31	19,96
	P ₂ O ₅	64,86	29,19	0	0	35,6
	K ₂ O	87,02	28	33,1	13,0	13,0
Año 4	N	255,4	76,62	114,96	25,54	38,31
	P ₂ O ₅	156	70,2	0	0	85,8
	K ₂ O	219,47	68	83,4	33	33
Año 5 y siguientes	N	319,9 (320,0)	96,0	144,0	32,0	48,0
	P ₂ O ₅	192	86,4	0	0	105,6
	K ₂ O	279,47	86,6	106,2	42	42

Tabla 9. Programa de fertirrigación.

7.1. BALANCE DEL NITRÓGENO

Como se puede observar en la Tabla 10, en el caso del nitrógeno será necesario realizar un aporte de este nutriente a partir del tercer año, ya que desde este momento las extracciones son superiores a las aportaciones provenientes de la materia orgánica y el riego.

Años	Extracciones (kg de N/ha)				Aportaciones (kg de N/ha)		Nn de N (kg de N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Desarrollo de la cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
Año 1	20	0	25	0	50,8	1	-6,8
Año 2	35	0	0	0	35,56	1,32	-1,88
Año 3	50	100	0	0	15,24	1,65	133,11
Año 4	18	240	0	0	0	2,64	255,36
Año 5 y siguientes	22,5	300	0	0	0	2,64	319,86

Tabla 10. Balance del nitrógeno.

7.2. BALANCE DEL FÓSFORO

En cuanto a las necesidades de fósforo (Tabla 11), a partir del tercer año se seguirá un programa de fertirrigación, incrementando la dosis aportada según el requerimiento para la producción del fruto. A partir del 5º año se mantendrá un programa de fertilización constante.

Años	Extracciones (kg de P ₂ O ₅ /ha)				Aportaciones (kg de P ₂ O ₅ /ha)		Nn de P ₂ O ₅ (kg de N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Desarrollo de la cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
Año 1	12	0	4,6	0	23,8	0	-7,2
Año 2	12	0	0	0	16,66	0	-4,66
Año 3	12	60	0	0	7,14	0	64,86
Año 4	12	144	0	0	0	0	156
Año 5 y siguientes	12	180	0	0	0	0	192

Tabla 11. Balance del fósforo.

7.3. BALANCE DEL POTASIO

Las necesidades nutritivas de potasio están cubiertas durante los dos primeros años por los aportes realizados con la MO y con el agua de riego, pero a partir del tercer año de plantación es necesario incluir este nutriente en el programa de fertirrigación (Tabla 12).

Años	Extracciones (kg de K ₂ O s/ha)				Aportaciones (kg de K ₂ O /ha)		Nn de P ₂ O ₅ (kg de N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Desarrollo de la cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
Año 1	45	0	31,6	0	56,6	24,57	-4,57
Año 2	45	0	0	0	39,62	32,77	-27,39
Año 3	45	100	0	0	16,98	41	87,02
Año 4	45	240	0	0	0	65,53	219,47
Año 5 y siguientes	45	300	0	0	0	65,53	279,47

Tabla 12. Balance del potasio.

8. MANTENIMIENTO DEL SUELO

El mantenimiento del suelo se realizará mediante una técnica mixta en cuanto al tiempo y al espacio se refiere, ya que dichos sistemas de mantenimiento dependen de la edad del cerezo y de si este se realiza en las calles o en las líneas de plantación.

La mejor alternativa para esta plantación es la combinación de una cubierta vegetal y siega mecánica en las calles y el uso de productos herbicidas en las líneas de cerezos.

Se implantará una cubierta vegetal de *Festuca* sp. para mantener el suelo cubierto y mejorar sus características estructurales, facilitar una buena absorción de nutrientes y reducir los riesgos de erosión.

En cambio, en las líneas se realizará un tratamiento químico con el uso de herbicidas mediante pulverización para eliminar la vegetación espontánea.

9. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El cerezo es una especie muy sensible, en el que tienen gran relevancia las plagas y enfermedades citadas en la Tabla 13. En el Anejo 9 se describen según el orden de aparición en función del estado fenológico de este cultivo junto con su método de intervención y control.

El control fitosanitario debe ser lo más respetuoso posible con el medio ambiente, por lo que es muy importante determinar el momento crítico en el que la plaga o enfermedad afecta al cultivo para tratarlo con el producto más efectivo y menos dañino. El método de intervención tiene como objetivo seguir mejorando en la producción de cereza y conseguir un proceso lo más sostenible posible acorde con la demanda del consumidor.

Según la Norma Técnica de Producción Integrada de Cerezo, el criterio fundamental en la protección vegetal será la adopción de sistemas adecuados de muestreo y diagnóstico para el control de parásitos. Cuando los umbrales de parásitos aconsejen su control, tendrán prioridad los métodos biológicos, físicos o de técnicas culturales frente a los químicos.

PRINCIPALES PLAGAS	
<i>Pulgón negro del cerezo</i>	<i>Mosca Suzuki</i>
<i>Piojo de San José</i>	<i>Trips californiano</i>
<i>Mosca de la cereza</i>	<i>Gusano cabezudo</i>
PRINCIPALES ENFERMEDADES	
<i>Gnomonia</i>	<i>Cribado</i>
<i>Antracnosis</i>	<i>Monilia</i>
<i>Gomosis</i>	<i>Plateado del cerezo</i>

Tabla 13. Principales plagas y enfermedades que afectan al cerezo.

10. MANEJO DE PODA

El cerezo es una especie frutal que, debido a su baja capacidad de cicatrización, no suele admitir podas severas y en ocasiones, ni incluso moderadas. Como ya se ha comentado a lo largo del proyecto, es un árbol que exige máximo cuidado durante toda su vida, sobre todo en labores como la poda y la recolección, que en definitiva suponen ser dos labores que marcan el valor de la cereza en el comercio y el beneficio que esto supone para el agricultor.

10.1. PODA DE INVIERNO

La poda de invierno o también denominada poda en seco se compone de una poda de limpieza y una poda de formación durante el mes de febrero. La poda de limpieza es necesaria para todo tipo de árboles independientemente del tamaño, la edad y la especie. En cambio, la poda de formación está más arraigada al tipo de árbol y su objetivo es conseguir que el cerezo tenga una forma determinada que facilite las labores de mantenimiento y recolección.

A parte de la poda en “vaso español”, combinada con acciones manuales y mecánicas, se realizan operaciones complementarias a la formación como los pinzamientos el primer año y las incisiones al segundo año, y también se está empezando a introducir en la zona el sistema de conducción conocido como Sistema Ebro, que busca una entrada en producción más rápida con la ayuda de reguladores como Promalin o *green tip*.

10.2. PODA DE VERANO

En el mes de agosto se realiza una poda en verde de fructificación. Esta poda debe ser cuidadosa y evitar los grandes cortes, llevándose a cabo en periodos sin excesos de humedad ni grandes

lluvias. Primero se pasan los discos utilizando el método “topping” como pre-poda y seguidamente de forma manual con las tijeras se realizan los cortes para la transformación y mantenimiento de las formas fructíferas.

11. RECOLECCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Debido a su comercialización en fresco, la recolección de la cereza es totalmente manual, realizándose de manera cómoda sin el uso de escaleras ya que la poda limita la altura del árbol a 2,5 m para hacer esta tarea más fácil.

Debido a la climatología y a la altitud de la Comarca de Calatayud, las plantaciones de cerezos están compuestas por variedades tardías, ciñendo la recolección a los meses de junio y julio.

Los temporeros cogen las cerezas, las depositan en cajas de campo y cuando estas están llenas, cargan las cajas grandes de transporte, que seguidamente son trasladadas en camiones a la central frutícola donde se distribuyen en pallets de ocho alturas y se introducen en el *hidrocooling*, un sistema de enfriamiento por agua. Pasados los seis minutos en este sistema, pasan por el mismo circuito de agua a la máquina seleccionadora, que va clasificando el fruto en función de los parámetros elegidos por el agricultor por medio de una cámara *multiscan* que lleva incorporada, y una vez seleccionadas en diferentes categorías en cuanto a calibre, color y firmeza, se paletizan y se almacenan en la cámara frigorífica a 1 °C y 95% de humedad hasta la hora de venta a los diferentes clientes de la empresa.

12. DISEÑO AGRONÓMICO

Para poder determinar las necesidades hídricas y dimensionar de manera correcta el sistema de riego por goteo, lo primero que se debe conocer es la evapotranspiración máxima del cultivo (Tabla 14) y la precipitación efectiva (Tabla 15), que es la proporción de lluvia que sirve para satisfacer las necesidades de consumo de agua del cultivo.

MESES	ET _o	K _c	ET _c
MARZO	71,31	0,40	28,52
ABRIL	92,64	0,50	46,32
MAYO	130,16	0,70	91,11
JUNIO	158,91	0,90	143,02
JULIO	181,27	0,95	172,21
AGOSTO	161,04	0,90	144,94
SEPTIEMBRE	106,03	0,75	79,52
OCTUBRE	61,67	0,60	37

Tabla 14. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.

Estación		Método Prec. Ef	
CALATAYUD		Método USDA S.C.	
	Precipit.	Prec. efec	
	mm	mm	
Enero	21.9	21.1	
Febrero	18.5	18.0	
Marzo	33.2	31.4	
Abril	47.8	44.1	
Mayo	43.5	40.5	
Junio	36.2	34.1	
Julio	30.6	29.1	
Agosto	19.7	19.1	
Septiembre	18.2	17.7	
Octubre	27.5	26.3	
Noviembre	39.5	37.0	
Diciembre	12.5	12.3	
Total	349.1	330.6	

Tabla 15. Datos de precipitación efectiva calculados por software CROPWAT.

Se efectúa un balance hídrico para conocer las necesidades hídricas del cerezo y determinar si es necesario aportar agua en forma de riego.

Datos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P efec	21,1	18	31,4	44,1	40,5	34,1	29,1	19,1	17,7	26,3	37	12,3
ETc	0	0	28,52	46,32	91,11	143,02	172,21	144,94	79,52	37	0	0
ETR	0	0	28,52	46,32	91,11	62,27	29,1	19,1	17,7	26,3	0	0
Reserva	70,4	85	85	82,78	32,17	0	0	0	0	0	37	49,3
Déficit	0	0	0	0	0	- 77,75	- 143,11	- 125,84	- 61,82	- 10,7	0	0
Exceso	0	3,4	2,88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Riego	0	0	0	0	0	77,75	143,11	125,84	61,82	10,7	0	0

Tabla 16. Cálculo de las cantidades mensuales de riego, en mm.

Tal y como se muestra en la Tabla 16, en el mes de junio el balance comienza a ser negativo hasta el mes de octubre. Por lo tanto, en el período junio – octubre habrá que realizar aportaciones de agua al cultivo, ya que la precipitación efectiva no es suficiente para abastecer las necesidades totales del cultivo. Además, se observa que las máximas necesidades hídricas corresponden al mes de julio.

En cuanto al número de emisores por planta, se expone que son 4 goteros/planta autocompensantes de 4 l/h con una separación entre emisores de 0,75 m.

A continuación, se detalla la Tabla 17 donde se calculan las necesidades netas, el caudal de riego y el tiempo de riego entre otros aspectos:

Cálculos	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Necesidades netas Nn (mm)	42,49	78,22	68,78	33,79	5,85
Aportes reales Nt (mm)	49,99	92,02	80,92	39,75	6,88
Aporte real (l/cerezo y mes)	624,85	1150,25	1011,47	496,91	86,03
Aporte real (l/cerezo y día)	20,82	37	32,63	16,56	2,77
Aporte (m ³ /ha y mes)	499,88	920,2	809,18	397,53	68,82
Aporte (m ³ /ha y día)	16,67	29,68	26,10	13,25	2,22
Caudal de riego (mm/h)	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056
Tiempo de riego (h/mes)	90	114,7	99,2	49,8	8,37
Tiempo de riego (h/día)	3	3,7	3,2	1,66	0,27

Tabla 17. Cálculo del aporte y tiempo de duración del riego.

En el caso de esta plantación, se recomienda sectorizar en 10 unidades de riego, ya que esto permite tener más opciones a la hora de regar, en función del desnivel existente y del tipo de suelo presente.

Las necesidades hídricas irán en función de la producción y tamaño del árbol, por lo que el primer año serán del 37,5% de las necesidades totales, el segundo del 50%, el tercero del 62,5% y a partir del cuarto año serán del 100%.

13. SITUACIÓN DE PARTIDA PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO HIDRÁULICO

Existen una serie de condicionantes que se tienen que tener en cuenta a la hora de realizar el diseño hidráulico de la instalación.

La plantación de estudio se abastece gracias a los cuatro pozos construidos, que llevan incorporado una tubería de impulsión en la que se localiza un contador volumétrico capaz de medir el caudal a derivar. Además, el aprovechamiento, cuenta con una balsa de regulación con una capacidad de almacenar 4.000 m³, llenada mediante dichos pozos y una caseta de riego. Dentro de esta caseta se alojará la bomba, el ciclón para la eliminación de finos del agua de riego, el cuadro eléctrico, el grupo electrógeno y el depósito de combustible, calculados a continuación en el Anejo 14.

La Tabla 18 detalla el cálculo para el diseño de las tuberías de llenado de la balsa de aprovechamiento desde los cuatro pozos. Dichas tuberías serán de PVC con DN:110; PN:6 atm.

TUBERÍAS DE LLENADO DE BALSA DESDE LOS POZOS

TRAMO	m Pe	Q L/H	Q acum	Mater.	K	Q (l/s)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm	Ø interior	V (m/s)	N° Reynolds	KD	f	F	Pc m/m	P. Tramo
pozo 1			18000	pvc	0,007	5,00	309	110	6	103,52	0,583	4965,9938	0,00007	0,02106	0,02119	0,00367	1,135
pozo 2			18000	pvc	0,007	5,00	428,48	110	6	103,52	0,583	4965,9938	0,00007	0,02106	0,02119	0,00367	1,574
pozo 3			18000	pvc	0,007	5,00	401,7	110	6	103,52	0,583	4965,9938	0,00007	0,02106	0,02119	0,00367	1,475
pozo 4			18000	pvc	0,007	5,00	226,6	110	6	103,52	0,583	4965,9938	0,00007	0,02106	0,02119	0,00367	0,802

Tabla 18. Diseño de las tuberías de llenado de la balsa desde los pozos.

La orografía de la finca, con cierto desnivel, hace que se requiera de la utilización de diversos tamaños de tuberías terciarias.

Para el cálculo se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- La finca se compone de 10 sectores de riego, con diferentes tramos cada uno. Además, cuenta con una electroválvula independiente para cada zona, con lo que en total se dispondrá de 10 electroválvulas.
- El marco de plantación es de 5 x 2,5 m.
- El número de cerezos por hectárea es 800.
- Se instalará un lateral de riego por cada fila de árboles, con una separación entre emisores de 0,75 m, lo que equivale a 4 emisores/árbol.
- El tiempo de riego disponible para cada sector es de 3,7 h, considerando la situación más desfavorable (es decir, para los máximos requerimientos hídricos, calculados en el Anejo de Diseño Agronómico).
- Las tuberías se calcularán teniendo en cuenta la velocidad del agua, no debiendo ser este parámetro superior a 1,5 m/s en ningún caso.

14. DISEÑO HIDRÁULICO

Es una finca con bastante desnivel, lo que influye notablemente en el cálculo de los diámetros de las tuberías y en el dimensionamiento de la bomba, debido a que esta se dimensiona en función de la suma de la presión de trabajo, el desnivel existente y la pérdida de carga dentro de las tuberías. El dimensionamiento de los laterales y las tuberías terciarias de cada sector se realizará siempre para la situación más desfavorable.

Nº SECTOR	M. LIN. PE DN20 0,75cm*4L/h	HECTÁREAS	CAUDAL (m ³ /h)	COTAS SNM	TOTAL m ³ / día (4 L/m ² y día)	HORAS DE RIEGO
1	2730	1,3	14,6	950-970	52	3,56
2	4786	2,4	25,6	970-980	96	3,75
3	4344	2,16	23,2	975-1000	86,4	3,72
4	6402	3,14	34,2	950-975	125,6	3,67
5	4769	2,35	25,5	955-975	94	3,69
6	5008	2,5	26,8	970-990	100	3,73
7	4450	2,18	23,8	990-1010	87,2	3,66
8	3830	1,92	20,5	1010-1025	76,8	3,75
9	3994	2	21,4	1000-1025	80	3,74
10	3911	1,96	20,9	1025-1045	78,4	3,75

Tabla 19. Sectorización de la plantación.

La Tabla 19 muestra el número de sectores en los que se ha dividido la plantación, los metros de manguera que se utilizan en cada sector, las hectáreas ocupadas por cada uno de ellos, el caudal, la cota snm y las horas de riego.

14.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

La programación de riego se basa en cinco turnos de riego, agrupados en sectores, tal y como se explica en la Tabla 20. Están agrupados de manera que se facilite la realización del diseño hidráulico y el manejo de la plantación, regándose en cada turno de riego aproximadamente el mismo número de hectáreas, de manera que haya una uniformidad a la hora de la fertirrigación y no se complique la configuración de bombeo y la dosificación de abono.

	AGRUPACIÓN DE SECTORES	HECTÁREAS	CAUDAL (m ³ /h)	PRESION BOMBEO (m.c.a.)	TOTAL m ³ /día (4 L/m ² y día)	HORAS DE RIEGO
5 TURNOS DE RIEGO	S1+S4	4,44	48,8	33	177,6	3,64
	S2+S3	4,56	48,8	58	182,4	3,74
	S5+S10	4,31	46,4	103	172,4	3,72
	S6+S8	4,42	47,3	83	176,8	3,74
	S7+S9	4,18	45,2	83	167,2	3,70
		21,91	236,5			

Tabla 20. Programación de riego.

14.2. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego está constituido por el sistema de filtrado, el equipo de fertirrigación, los equipos de impulsión, llaves de paso, manómetros y contador para el control del uso del agua. Se deben calcular las características del cabezal, con el caudal y la presión de agua necesaria que necesita el agua para llegar de manera correcta.

- El mayor caudal necesario para regar es 50 m³/h.
- Para determinar la presión que debe llevar el agua para compensar las pérdidas de carga que ocurren a lo largo de toda la instalación, se tomará el sector 10, que es el más alejado del cabezal de riego.

Por tanto, se necesita un bombeo capaz de impulsar 50 m³/h a 12 bar de presión, con variador de velocidad y pilotos reguladores de presión en cada hidrante de válvulas.

14.3. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

En cuanto al dimensionado de tuberías, la Tabla 21 muestra los laterales, tuberías terciarias y tuberías de distribución elegidas para cada uno de los sectores en los que ha quedado dividida la plantación de estudio.

SECTOR	LATERAL	TERCIARIA	DISTRIBUCIÓN
1	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 2730 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 205 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 30 m
2	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4786 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 300 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 40 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 260 m
3	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4344 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 305 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 30 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 260 m
4	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 6402 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 425 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 20 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 420 m
5	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4769 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 125 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 55 m PVC DN: 90 mm PN: 6 atm 80 m PVC DN: 110 mm PN: 6 atm 95 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 450 m
6	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 5008 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 290 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 35 m PVC DN: 90 mm PN: 6 atm 20 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 550 m
7	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4450 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 355 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 680 m
8	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 3830 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 100 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 45 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 310 m
9	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 3994 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 175 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 35 m PVC DN: 90 mm PN: 6 atm 45 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 170 m
10	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 3911 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 305 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 400 m

Tabla 21. Dimensionado de laterales, tuberías terciarias y de distribución para cada sector.

15. ANÁLISIS ECONÓMICO

Este proyecto va a contar con una vida útil de 20 años y la cuantía de la inversión necesaria para su puesta en marcha es de 799.058,36 € con IVA.

La financiación del proyecto va a ser mixta, ya que se solicitará un préstamo que cubra aproximadamente la mitad del capital invertido y el resto será aportado por el promotor. Tras consultar varias entidades financieras, el préstamo concedido es de 400.000 €, con un tipo de interés del 5 %, un plazo de pago de 15 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes.

La Tabla 22 muestra la evolución del préstamo a lo largo de todo el periodo de devolución, reflejando tanto el pago de los intereses realizados cada año como la parte de la cuota destinada a devolver la cuantía obtenida, así como la cantidad restante. Además, se detalla el estudio de viabilidad del proyecto, analizando los flujos de caja anuales, representándose tanto los cobros como los pagos estimados para el periodo de la inversión, junto con los flujos de caja y sus valores acumulados.

ANO	COBRO ORD	COBRO EXTR	COBRO FINAN	SUBVENC	PAGO ORD	PAGO EXTR	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0			400.000						799.058	-399.058
1	0				121.411		37.958	9.840	0	-169.209
2	0				121.712		37.958	9.840	0	-169.510
3	232.200				200.412		37.958	9.840		-16.010
4	557.280				200.577		37.958	9.840		308.905
5	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
6	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
7	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
8	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
9	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
10	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
11	696.600				200.680	172.660	37.958	9.840		275.462
12	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
13	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
14	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
15	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
16	696.600				200.680		37.958	9.840		486.080
17	696.600				200.680		37.958	9.840		486.080
18	696.600				200.680		37.958	9.840		486.080
19	696.600				200.680		37.958	9.840		486.080
20	696.600				200.680		37.958	9.840		486.080
21	0				0		0	0		0
22	0				0		0	0		0
23	0				0		0	0		0
24	0				0		0	0		0
25	0				0		0	0		0

RESULTADOS	
Tasa Actualización (%)	5,00%
VAN	3.500.019,01 €
TIR	29,35%

PRÉSTAMOS CUOTA CONSTANTE	
Importe	400.000,00 €
Interés	5,00%
Amortización	15 años
Cuota Mensual	3.163,17 €
Cuota Anual	37.958,09 €
Total Pagado	569.371,41 €

CÁLCULO INTERÉS PRÉSTAMO	
Importe	180.000,00 €
Amortización	10 años
Cuota mensual	2.378,71 €
Interés	10,0%

Tabla 22. Análisis de financiación y rentabilidad del proyecto.

Para realizar la evaluación financiera de la inversión se emplean una serie de indicadores, que son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR,) y el tiempo de recuperación (*Payback*).

Considerando parte de la financiación ajena y una tasa de actualización del 5 %:

- El VAN es 3.500.019,01 € > 0
- El TIR es del 29,35%
- El tiempo de recuperación es de 6 años.

Una vez analizados los anteriores factores económicos, se puede determinar que el proyecto expuesto de una plantación de 25,4 ha de cerezo en sistema intensivo en el término municipal de Castejón de Alarba (Zaragoza), es viable económicamente.



**Universidad
Zaragoza**

ANEJOS DE LA MEMORIA

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL**

MENCIÓN: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN DE 25,4 HA DE CEREZO
(*Prunus avium*) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN DE ALARBA
(ZARAGOZA)**

***PROJECT OF A 25,4 HA CHERRY TREE (*Prunus avium*)
PLANTATION WITH A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF CASTEJÓN DE ALARBA (ZARAGOZA)***

Autora:

ALBA GARCÍA SÁEZ

Directores:

CLARA MARTÍ DALMAU
PABLO MARTÍN RAMOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020/2021

ANEJO 1:

*MOTIVACIÓN, UBICACIÓN, ACTUALIDAD DEL
SECTOR Y OBJETIVOS*

ÍNDICE DEL ANEJO 1

1. CONTEXTO DEL PROYECTO
 - 1.1 MOTIVACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN
 - 1.2 UBICACIÓN DE LA PLANTACIÓN
 - 1.3 ACTUALIDAD DEL SECTOR
 - 1.3.1 EL CULTIVO DE LA CEREZA EN ESPAÑA
 - 1.3.2 EL CULTIVO DE LA CEREZA EN ARAGÓN
 - 1.3.3 LAS OPORTUNIDADES DE LA CEREZA ESPAÑOLA EN EL MERCADO ASIÁTICO
 - 1.3.4 COMERCIALIZACIÓN DE LA CEREZA ARAGONESA
 - 1.3.5 LA CEREZA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL
 - 1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO Y ALINEACIÓN CON LOS ODS
2. CONCLUSIONES
3. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 1

1. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS SOBRE LA IMAGEN DEL VISOR SIGPAC
2. PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS DE CEREZA EN ESPAÑA

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 1

1. PRODUCCIONES ESPAÑOLAS DE CEREZA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

1. CONTEXTO DEL PROYECTO

1.1. MOTIVACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN

El desarrollo de este proyecto es consecuencia de la decisión de transformar 25,4 ha de una explotación situada en el término municipal de Castejón de Alarba (Zaragoza), actualmente empleadas en los cultivos de cereal, viñedo y almendro en una plantación de cerezo en regadío en sistema intensivo.

Han sido varias las razones por las que el propietario se ha planteado llevar a cabo dicha transformación, entre las que se podrían mencionar:

- La finca ya dispone de cuatro pozos y una balsa de aprovechamiento para el adecuado suministro de agua, por lo que la puesta en regadío se ve facilitada.
- El cultivo frutal está experimentando un crecimiento considerable en la zona.
- Los rendimientos medios - bajos de los cultivos anuales y en consecuencia sus bajos precios.
- La adecuada climatología de la zona para poder obtener rendimientos óptimos de la plantación de cerezo.

En cuanto al método de riego que se prefiere instalar, el propietario de la explotación opta por riego localizado por goteo debido a las diferentes características que presenta el suelo de Castejón de Alarba y a la calidad del agua.

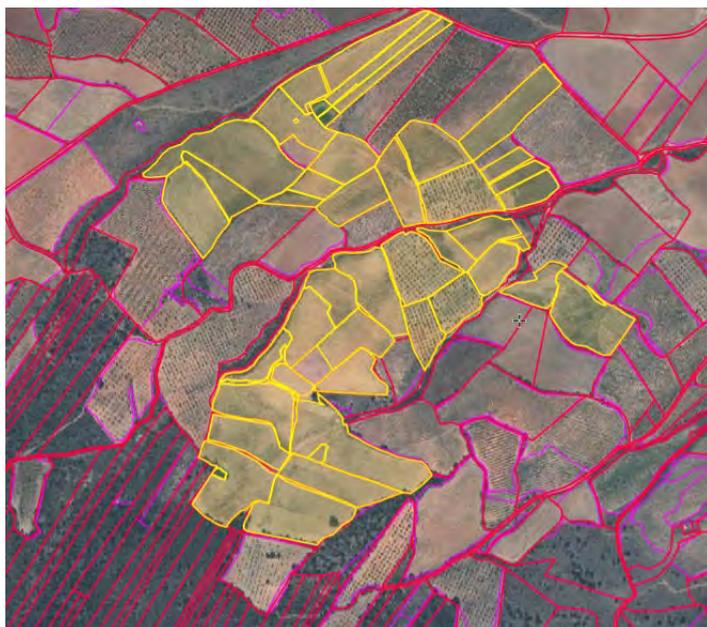
A pesar de que el riego por goteo necesita un mayor control del funcionamiento de los goteros y de la regularidad de su caudal, así como la necesidad de controlar la superficie humectada, este método de riego permite una circulación fácil y continua del agua y en la mayoría de los casos se reduce el número de tratamientos fitosanitarios ya que el cultivo apenas se moja, por lo que no se desarrollan tantos problemas en cuanto plagas y enfermedades.

1.2. UBICACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Castejón de Alarba trata de un pequeño municipio agrícola de 17,4 km² que no llega a los 100 habitantes y está situado a 108 km de Zaragoza. Este pueblo tiene unas características especiales para el cultivo del cerezo debido a la altitud a la que se encuentra, en concreto, las parcelas de estudio, situadas a una altitud entre 800 y 1.300 msnm (al oeste del casco urbano), que cubren una superficie de 254.077 m².

Están emplazadas entre la Sierra de Pardos y la Sierra de Ateca y ambas presentan un paisaje de fronteras ocupado por la agricultura y la naturaleza silvestre.

La finca, según el registro catastral está formada por 37 parcelas que antiguamente pertenecían a diferentes agricultores de la zona. Para realizar dicha transformación se procederá a unir estas parcelas eliminando lindes y ribazos.



Coordenadas de la finca

Latitud: 41°10'59.65" N

Longitud: 1°38'9.7" W

Altitud: 1000 m

UTM: 4559995 614395 30T

Figura 1. Ubicación de las parcelas sobre la imagen del Visor Sigpac.

Según consta en el SigPac, el 78,7% de la superficie objeto de proyecto está declarada como tierra arable, el 11,4% está dedicado al cultivo de fruto seco de secano y el 9% son pastos arbustivos. El frutal y viñedo de secano alcanzan el 0,2 y el 0,1% respectivamente.

1.3. ACTUALIDAD DEL SECTOR

1.3.1. EL CULTIVO DE LA CEREZA EN ESPAÑA

Según las cifras del MAPAMA (2017) proporcionadas por las comunidades autónomas, en este año, España produjo 114.433 toneladas de cereza. Extremadura fue la comunidad más productiva con 40.503 t, Aragón se situó como segunda productora nacional con una producción de 36.353 t y ambas se configuran como las dos grandes comunidades autónomas productoras de cerezas, según puede verse en la Figura 2.



Figura 2. Principales zonas productoras de cereza en España.

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Pesca, 2017)

El resto de la producción de cereza española corresponde a Cataluña (10.447 t), Andalucía (6.127 t) y otras comunidades autónomas que suman 21.003 t hasta completar la producción nacional. Durante estos últimos años se ha producido una estabilización general de las superficies productivas a nivel nacional (Tabla 1), pero a nivel autonómico se observa como las grandes productoras tienen una ligera tendencia al alza que contrasta con la tendencia a la baja del resto de comunidades, en lo que se puede interpretar como una tendencia a la especialización.

Comunidad Autónoma	2014 (Tm)	2015 (Tm)	2016(Tm)	2017(Tm)	2018(Tm)	2019(Tm)
Andalucía	7.201	7.129	6.243	6.127	7.058	6.928
Aragón	26.319	25.583	38.717	36.353	32.879	37.228
Castilla y León	6.653	5.287	3.314	1.494	3.247	2.556
Cataluña	7.900	10.334	8.042	8.892	6.871	6.572
Comunidad Valenciana	6.722	5.583	5.975	7.821	7.833	5.472
Extremadura	45.014	28.098	25.900	40.503	36.233	30.200
Galicia	5.250	5.239	5.223	5.181	5.185	4.920
La Rioja	2.811	2.744	2.843	2.304	2.191	2.600
Murcia	1.584	1.982	2.211	2.211	3.042	2.272
Navarra	1.453	913	919	1.490	1.000	1.250
Otras Comunidades Autónomas	914	1.251	1.119	1.343	1.481	1.702
Total España	111.821	94.143	100.503	114.433	107.000	101.070

Tabla 1. Producciones españolas de cereza por comunidades autónomas.
Fuente: (MAPAMA, 2019)

1.3.2. EL CULTIVO DE LA CEREZA EN ARAGÓN

En cuanto a la comunidad autónoma de Aragón, se sitúa como la primera productora nacional de cereza por hectáreas dedicadas: 8.346 ha según los datos de la Consejería de Desarrollo Rural y Sostenibilidad en 2017 y una producción de 36.353 t en el mismo año.

El cultivo se encuentra distribuido en veinte comarcas aragonesas de las tres provincias, aunque el peso fundamental se encuentra en la provincia de Zaragoza con el 89,36% de las hectáreas dedicadas, frente al 9,21% en Huesca y el 1,43% en Teruel.

Con más detalle, la especialización de la que se hablaba anteriormente ha llevado a que entre las comarcas de Calatayud y Valdejalón se concentren el 70,1% del total de las hectáreas dedicadas a este cultivo. Caspe y el Cinca Medio suman otro 24,27%, por lo que entre las cuatro comarcas concentran el 95% de la producción total de cereza en Aragón. Esta diversidad geográfica y altitudinal ofrece una importante seguridad con una baja variabilidad productiva.

Por otro lado, una de las consecuencias más importantes de esta dispersión comarcal es la amplia ventana de recolección existente. La primera zona en entrar en recolección es la comprendida por las áreas de Caspe y el Cinca Medio. Después, con una diferencia aproximada de 10-15 días,

comienza la recolección en la zona de Valdejalón, siendo la última, la Comarca de Calatayud, debido fundamentalmente a su diferencia de altitud. Es decir, que en un año con una climatología “normal”, la cereza en Aragón se recoge desde los últimos días de abril, hasta los últimos días de julio, casi dos meses de producción.

A nivel varietal, existe una gran diversidad cultivándose sesenta variedades identificadas (según Estadística Agraria del Gobierno de Aragón a partir de la información extraída de las declaraciones PAC), siendo la variedad Lapins, la más cultivada con más de 1.200 ha plantadas, Burlat con 1.191 y a considerable distancia, Napoleón con 532 ha. A ellas les seguirían siete variedades con más de 150 ha plantadas cada una: Sumitare, Sunbust, Summit, Santina, Star Hardy Giant, Skeena y Bing.

En 2019 las ventanas de recolección se situaron en la perspectiva de un año normal, aunque se aceleró en su parte final del ciclo por lo que la recolección ocupó total o parcialmente los meses de mayo, junio y julio. En el mes de abril, el personal ocupado en agricultura en la provincia de Zaragoza según datos de la Tesorería General de la Seguridad Social fue de 5.876 trabajadores, mientras que en los meses de recolección de la cereza se sitúa en 11.145, 14.051 y 10.428 trabajadores respectivamente, descendiendo en agosto a 9.580 trabajadores.

Según estas estimaciones, la cereza es responsable directa del 60% de los 35.624 afiliados que sólo la provincia de Zaragoza registró en el régimen agrario en 2017 en los meses de mayo, junio y julio.

1.3.3. LAS OPORTUNIDADES DE LA CEREZA ESPAÑOLA EN EL MERCADO ASIÁTICO

A lo largo de los últimos años se está gestionando la oportunidad de incluir la cereza en el mercado chino. Como requisito para la exportación de fruta a este país, es necesario aprobar el protocolo técnico fitosanitario, ratificado en 2016-2017 para el melocotón y la ciruela y en 2018 para la uva española de mesa.

A lo largo de los dos últimos años, desde la Mesa Sectorial de la Cereza se está consiguiendo resaltar la importancia económica del cultivo y la alta competitividad que las producciones de cereza española tienen en Asia.

El planteamiento es que la cereza figure como próximo objetivo en la apertura de negociaciones con China tras el positivo cierre de la negociación en el 2018, con la uva de mesa y la obtención del protocolo correspondiente.

Siendo el sector de la cereza española un sector ya internacionalizado, y teniendo a la Unión Europea como mercado natural consolidado, China se configura como mercado de “diversificación y aprendizaje” prioritario para la cereza de nuestro país.

1.3.4. COMERCIALIZACIÓN DE LA CEREZA ARAGONESA

En cuanto a su comercialización, la cereza aragonesa tiene una distribución eminentemente nacional, aunque el volumen final de la cereza aragonesa que acaba saliendo al exterior es notable, ya que es apreciable el volumen que se comercializa a través de operadores españoles de otras comunidades autónomas cuyo destino final es la exportación.

En lo que se refiere a la exportación directa, el destino de la cereza aragonesa es predominantemente Europa, recibiendo más del 96% del volumen exportado.

No obstante, Aragón ha conseguido posicionarse de forma sólida en mercados interesantes como Reino Unido y Finlandia, y en otros más exóticos como Hong Kong y Singapur. Teniendo presencia también en mercados como Sudáfrica, Emiratos Árabes o Arabia Saudí.

Es interesante el posicionamiento que la cereza aragonesa ha conseguido en Hong Kong. Cabe destacar que Hong Kong es un puerto franco que tiene un tratamiento comercial especial, sin dejar de ser territorio chino. Esto lleva a que Hong Kong no necesite el protocolo fitosanitario imprescindible para China continental, y facilite la re-exportación con ese destino. Teniendo eso en cuenta, se comprueba que Hong Kong re-exporta el 60% de la fruta fresca que importa, y de esas re-exportaciones, el 95% se destinan al mercado de la República Popular China (Sweet Cherry Review, 2017). Por ello, el aprovechamiento de Hong Kong como aprendizaje del mercado chino es un elemento crucial en estos momentos y la apertura de la entrada directa a China, una prioridad.

La cereza aragonesa, a través de un proceso de gestión y aprendizaje y desde su característica de sector ya internacionalizado, se encuentra preparada para entrar en el mercado chino y desarrollar un negocio estable y rentable en dicho destino.

1.3.5. LA CEREZA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

De acuerdo con la FAO – UN (2019), en la próxima década, aun manteniéndose la superficie plantada constante, se espera un incremento acentuado de la producción de una manera sostenida debido al crecimiento de la productividad a través de la mejora continua de técnicas de cultivo.

El destino de la comercialización se divide entre el territorio nacional y el internacional, ambos exigentes de una cereza limpia, roja, dura, que no esté marcada y que el pedúnculo esté completamente verde, reflejando así su frescura. El enfoque de mercado se centra en aumentar la cantidad de cereza exportada, ya que hasta ahora el principal destino es Portugal, pero la intención es llegar en este nivel en China.

La exportación cumple un papel esencial en la producción de cereza, aunque es cierto que menor que en otras especies. En los últimos años ha fluctuado entre el 24 y el 28% de la producción con una orientación eminentemente europea, aunque llegó a suponer más del 40% en 2014, año en el que se cerraron las exportaciones a Rusia.

Según Aduanas (2019), los principales receptores de las exportaciones de cereza son Portugal, Reino Unido, Países Bajos (con un papel fundamental como reexportador), Alemania, Francia e Italia, con un segundo grupo integrado por Polonia y Bélgica. No obstante, hay movimientos significativos como es el incremento paulatino de exportaciones a los países escandinavos y la presencia ya en el Top - 20 de destinos como Hong Kong y Singapur, que empiezan a tener una identidad a tener en cuenta.

En definitiva, existe una preeminencia eminentemente europea con una tendencia al alza de la presencia en Asia, donde en los últimos años el incremento de volúmenes es lo suficientemente significativo como para observar una tendencia a largo plazo.

1.4. OBJETIVO DEL PROYECTO Y ALINEACIÓN CON LOS ODS

De este modo, el objetivo general de este proyecto es el diseño de una plantación de cerezo como alternativa al cereal, dentro de un marco de desarrollo rural sostenible. Esto se traduce en un uso racional de los recursos hídricos, edáficos y naturales, así como un adecuado modelo de fertilización y gestión de plagas, de forma que la plantación sea lo más respetuosa posible con el medio ambiente.

Como objetivos específicos, se seleccionarán las variedades de cerezo más adecuadas a la zona, se diseñará la plantación y se establecerán las pautas para un correcto manejo de esta. En base al estudio agronómico, se realizará el diseño hidráulico de una instalación de riego localizado de alta frecuencia. Se elaborarán los planos necesarios para dar soporte y claridad a los cálculos y las elecciones realizadas, y se llevará a cabo el oportuno análisis económico para comprobar la viabilidad del proyecto.

Los anteriores objetivos están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2 (Hambre cero) y 6 (Agua limpia y saneamiento) de la Agenda 2030, contribuyendo en cierta medida a su consecución. Las metas concretas por alcanzar son:

- *Meta 2.4:* Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra
- *Meta 6.4:* De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.

2. CONCLUSIONES

Tras estudiar la situación sectorial de la cereza, se confirma la necesidad de diversificar los mercados de destino de la cereza española, por razones como la “desaparición del mercado ruso”, la llegada de nuevos proveedores de cereza (principalmente Turquía), y las consecuencias negativas a medio plazo del Brexit sobre el mercado inglés.

En lo que al mercado chino se refiere, se impulsa la necesidad de la negociación de un protocolo de exportaciones que facilite la entrada de la cereza española en dicho mercado.

Por otro lado, en este proyecto se estudiará con detalle el vigor y fertilidad, el estado sanitario, la rusticidad, la resistencia a plagas y enfermedades, así como la adaptabilidad de patrones y variedades del cerezo para determinar si la plantación en esta zona es viable o, por el contrario, se debe buscar otra alternativa. A su vez, se hará un análisis de los factores climáticos, edafológicos, agronómicos e hidráulicos, además de evaluar el potencial productivo del cultivo para de esta manera, comprobar la rentabilidad de la plantación a la que se aspira.

3. BIBLIOGRAFÍA

- “2018 Year in Review: China's Cherry Market”. Produce Report 2019, <https://www.producereport.com/article/2018-year-review-chinas-cherry-market> (acceso 24 junio 2019)
- “Alimentación en España 2017”, Mercasa en colaboración con Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA)
- “Aragón pierde el primer puesto en producción de cereza en España”, noticia del Heraldo de Aragón de 30 de Mayo de 2017 <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2017/05/30/aragon-pierde-primer-puestoproduccion-cereza-espana-1178695-300.hTml> (acceso 5 de Febrero 2018)
- Área de memorandos de entendimiento y otros acuerdos entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y China <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organizacionorganismos/ministerio-exterior/asia/china/memorando/> (acceso 1 marzo 2018)
- Área sobre China del Portal Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España, <http://www.mapama.gob.es/en/ministerio/funciones-estructura/organizacionorganismos/ministerio-exterior/asia/china/informe/> (acceso 1 marzo 2018)

- Banco Mundial Estadísticas sobre Estimaciones Macroeconómicas <http://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects#data> (acceso 5 marzo 2018)
- Cerezas: frutas en expansión”, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (OEPA), del Ministerio de Agricultura de Chile, 2015: <http://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2015/08/Cerezas2015.pdf> (acceso 12 marzo 2018)
- Departamento de Aduanas del Gobierno de Hong Kong: http://www.customs.gov.hk/en/trade_facilitation/prohibited_articles/imports/animals_plants/index.hTml
- Estadísticas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/> (acceso julio 2019)
- Mesa Sectorial de la cereza (2017). <http://www.mesadelacereza.com/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2018). Mapa.gob.es. <https://www.mapa.gob.es/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/home/es/>
- Portal de la Consejería de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España en la RP. de China, adscrita al Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España, <http://magramaenchina.com/#>
- “Stravalue International Key Drivers” <http://www.stravalue.com/es/SI-key-drivers> (acceso 23 de marzo 2018)
- Visor SigPac. (2021). Mapama.gob.es. <https://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>

ANEJO 2:
ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE DEL ANEJO 2

1. INTRODUCCIÓN
2. LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN
3. CONDICIONES AMBIENTALES
4. TEMPERATURAS
 - 4.1 TEMPERATURAS ESTIVALES
 - 4.1.1 ALTAS TEMPERATURAS ESTIVALES
 - 4.1.2 BAJAS TEMPERATURAS ESTIVALES
 - 4.2 CÁLCULO DE HORAS - FRÍO
 - 4.3 CÁLCULO DEL RÉGIMEN DE HELADAS
 - 4.3.1 ESTRÉS POR BAJAS TEMPERATURAS Y CONTROL DE HELADAS
 - 4.3.2 TIPOS DE HELADAS
 - 4.3.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE HELADAS
5. PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD
6. RADIACIÓN SOLAR E INSOLACIÓN
 - 6.1 ESTRÉS POR ALTAS TEMPERATURAS
7. VIENTO
8. NIEVE
9. GRANIZO, NIEBLA Y TORMENTAS
10. ÍNDICES CLIMÁTICOS
 - 10.1 ÍNDICE DE LANG
 - 10.2 ÍNDICE DE MARTONNE
 - 10.3 ÍNDICE DE DANTIN-CEREDA Y REVENGA
 - 10.4 ÍNDICE DE EMBERGER
11. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS
 - 11.1 CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO
 - 11.2 CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE KÖPPEN
 - 11.3 CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PAPADAKIS
12. EVAPOTRANSPIRACIÓN
 - 12.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO
13. CONCLUSIONES
14. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 2

1. HOGUERAS PARA LA PROTECCIÓN DE HELADAS EN LA ÉPOCA DE FLORACIÓN EN MUNÉBREGA (ZARAGOZA)
2. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN LA SERIE 1981-2010
3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO
4. INSOLACIÓN MEDIA ANUAL EN LA SERIE 1981-2010
5. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE NIEVE EN LA SERIE 1981-2010
6. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE GRANIZO EN LA SERIE 1981-2010
7. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE TORMENTA EN LA SERIE 1981-2010
8. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE NIEBLA EN LA SERIE 1981-2010
9. INSTALACIÓN DE MALLA ANTIGRANIZO
10. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA SEGÚN KÖPPEN
11. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA MEDIA ANUAL

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 2

1. TEMPERATURAS CRÍTICAS PARA EL CEREZO
2. TEMPERATURAS MEDIAS EN EL PERIODO 2011-2020
3. TEMPERATURAS MÁXIMAS EN EL PERIODO 2011-2020
4. TEMPERATURAS MÍNIMAS EN EL PERIODO 2011-2020
5. TEMPERATURAS PROMEDIO EN EL PERIODO 2011-2020
6. ALTAS TEMPERATURAS ESTIVALES EN EL PERIODO 2011-2020
7. BAJAS TEMPERATURAS ESTIVALES EN EL PERIODO 2011-2020
8. TEMPERATURAS MEDIAS Y MÍNIMAS
9. DATOS PARA LA CORRELACIÓN DE WEIMBERGER PARA LA ZONA DE CALATAYUD
10. RÉGIMEN DE HELADAS EN LA COMARCA DE CALATAYUD
11. PROMEDIO DE PRECIPITACIONES EN EL PERIODO 2011-2020
12. PROMEDIO DE HUMEDADES RELATIVAS EN EL PERIODO 2011-2020
13. HR MÁXIMA Y HR MÍNIMA EN EL PERIODO 2011-2020
14. HORAS DE SOL Y RADIACIÓN PARA LATITUD 40° N
15. VELOCIDADES EN M/S Y KM/H DEL CIERZO EN CASTEJÓN DE ALARBA
16. VALORES DEL ÍNDICE DE LANG
17. VALORES DEL ÍNDICE DE MARTONNE
18. VALORES DEL ÍNDICE DE DANTIN-CERECEDA Y REVENGA
19. VALORES DEL ÍNDICE DE EMBERGER
20. PARÁMETROS ESTUDIADOS SEGÚN LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO
21. TIPOS DE CLIMA SEGÚN LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE KÖPPEN
22. VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA DURANTE EL AÑO 2020
23. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

1. INTRODUCCIÓN

La implantación de un nuevo cultivo implica un estudio exhaustivo de la climatología de la zona, que influirá tanto en la elección de la variedad y del patrón como en la disposición y orientación de las líneas de árboles, a la hora de realizar la plantación.

Los sucesos climatológicos como las heladas o el granizo, así como las condiciones para la aparición de plagas y enfermedades, son motivos por los que la climatología supone ser un factor determinante a la hora de diseñar una plantación.

Los diferentes factores climáticos estudiados en este Anejo se pueden clasificar en condicionantes (cuando su acción o presencia produce la disminución de la producción, pero no afectan a la viabilidad económica de la plantación) y limitantes (que son aquellos que, en el peor de los casos, pueden causar la muerte de la planta, influyendo, por tanto, en la viabilidad económica de la explotación).

La serie de datos climáticos utilizados corresponde a un periodo de más de diez años, y han sido facilitados por el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR), por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y por el Atlas climático de Aragón, entre otros.

Con los datos recogidos en este estudio, se procederá a evaluar si el cerezo es un cultivo idóneo para implantar en la parcela de estudio, o, si por el contrario, habría que buscar otras alternativas para esta zona debido a las necesidades térmicas y/o hídricas del cultivo.

2. LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN

La estación meteorológica más completa y cercana a las parcelas del presente proyecto es la de Calatayud, cuya situación geográfica es la siguiente:

08156 CALATAYUD: Indicativo sinóptico

Coordenadas

UTM X: 613230

UTM Y: 4576447

Altitud: 523 m

3. CONDICIONES AMBIENTALES

De todas las especies frutales de hueso, el cerezo es el que puede cultivarse a mayores alturas, es uno de los frutos más resistentes a las bajas temperaturas invernales ya que se adapta de buena manera a inviernos largos y fríos. También es una especie tolerante a los veranos cortos y calurosos, pero de noches frescas y a las primaveras templadas. Sin embargo, es una especie

sensible a los cambios térmicos bruscos que a partir de la floración pueden afectar en gran medida al rendimiento de la cosecha, ya que una subida de estas durante la floración puede provocar pistilos dobles que darán lugar a frutos defectuosos de difícil comercialización.

Una característica llamativa de esta especie es que, a pesar de tener una floración tardía, el desarrollo del fruto es muy rápido, lo que le permite ser uno de los primeros frutos frescos en acceder al mercado de primavera.

Este cultivo está considerado como poco tolerante a la sequía, (por lo que la mayoría de los agricultores están realizando obras hidráulicas para modernizar el regadío), aunque puede cultivarse en tierras de secano y de regadío, adaptándose tanto en tierras de reacción ácida como alcalinas. Sin embargo, las lluvias abundantes durante la maduración del fruto pueden producir el rajado de las cerezas.

4. TEMPERATURAS

Los parámetros más habituales que se tienen en cuenta en el contexto diario son la temperatura media, útil para calcular diferentes índices climáticos y las temperaturas máximas y mínimas, de gran importancia, tanto por la resistencia al frío invernal que presenta el cerezo como por los daños que se pueden originar por heladas.

A escala local los principales factores que influyen en los parámetros climáticos son el relieve y la topografía.

En cuanto a la temperatura del suelo, también varía a lo largo del día y los principales factores que la afectan son el tiempo, la profundidad, la humedad y la textura.

El suelo se calienta al recibir la radiación del sol, durante el día se produce un gradiente en el que la parte más externa es la más caliente y la más profunda la más fría. Durante la noche este gradiente se invierte, siendo la parte interna la más caliente y la parte externa la más fría.

La temperatura del suelo, como se ha mencionado, también está influenciada por la textura, siendo los suelos arenosos los que más se calientan y los arcillosos los que menos.

Las temperaturas críticas en cada una de las fases de crecimiento del cerezo se muestran a continuación en la Tabla 1.

Especie	Yemas inicio de la floración	Floración	Pequeños frutos
Cerezo	-2,4	-2,1	-1

Tabla 1. Temperaturas críticas para el cerezo.

Fuente: Apuntes Asignatura Fitotecnia EPS Huesca

Los valores de temperatura son los datos de mayor interés a la hora de estudiar la viabilidad de la plantación, ya que en función de ellos se elegirán las variedades de cerezo.

Para comenzar este análisis se muestra una tabla (Tabla 2) con las temperaturas medias mensuales en un periodo de diez años, datos que serán importantes para posteriormente hallar los diferentes índices climáticos.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	4,02	5,72	8,16	14,24	17,33	20,22	22,08	25,26	20	13,33	6,27	4,74
2012	2,83	2,61	8,78	10,83	17,59	22,81	23,05	24,91	18,48	13,68	9,19	5,3
2013	5,36	5,42	9,04	10,9	11,87	17,95	24,27	22,74	18,93	14,48	8,36	2,19
2014	6,76	6,51	8,67	14,23	15,18	20,14	21,42	22,67	20,31	15,01	7,47	3,93
2015	2,41	4,69	8,9	12,4	17,14	21,5	25,65	22,67	17,14	13,21	9,51	4,19
2016	7,09	6,77	7,16	10,6	14,61	20,9	23,9	23,55	19,71	13,52	8,65	3,69
2017	2,67	7,12	10,56	12,45	18,46	23,51	24,53	23,89	17,5	14,26	7,07	3,79
2018	5,74	4,39	8,24	11,7	15,28	19,69	24,39	23,56	20,32	12,63	6,43	5,31
2019	2,34	5,94	9,19	11,01	14,85	22,14	25,05	24,02	18,74	14,63	8,46	6,67
2020	3,92	8,02	9,35	13,01	17,71	19,55	24,18	23,44	18,43	11,96	9,42	9,89
MEDIA	4,31	5,72	8,81	12,14	16,00	20,84	23,85	23,67	18,96	13,67	8,47	4,38

Tabla 2. Temperaturas medias en el periodo 2011-2020.

Fuente: SIAR

A continuación, también se muestran dos tablas (Tabla 3 y 4) con las temperaturas medias máximas y mínimas en la misma secuencia de años, útiles para el cálculo de algunos índices climáticos y para la clasificación climática.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	17,4	20,67	23,23	32,05	33,86	38,49	36,31	38,8	36,42	32,43	22,85	18,87
2012	16,47	20,65	25,94	24,7	34,44	39,48	38,73	41,17	35,07	31,11	19,78	16,53
2013	18,93	15,95	19,36	30,54	27,42	34,39	37,69	39,62	32,5	30,65	23,7	17,22
2014	17	19,2	26,61	28,68	29,74	33,79	38,09	37,29	34,47	29,32	22,36	15,29
2015	15,73	17,39	24,9	26,61	37,5	38,29	40,93	36,95	30,32	26,14	24,29	16,27
2016	18,19	18,62	24,44	22,99	30,68	36,36	40,57	36,93	37,87	30,5	23,81	18,32
2017	18,97	19,91	29,01	29,21	34,3	38,94	39,67	40,4	32,7	31,25	23,21	16,11
2018	18,6	17,13	23,83	24,83	27,49	33,39	39,03	38,49	33,9	30,12	20,85	17,26
2019	16,13	24,43	27,48	25,7	31,07	41,8	39,6	39,07	32,38	32,36	22,45	19,18
2020	16,75	23,63	28,28	22,79	33,05	34,59	41,56	40,83	34,7	28,39	25,03	19,74
MEDIA	17,42	19,76	25,31	26,81	31,96	36,95	39,22	38,96	34,03	30,23	22,83	17,48

Tabla 3. Temperaturas máximas en el periodo 2011-2020.

Fuente: SIAR

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	-11,27	-5,99	-4,2	1,4	2,94	4,99	8,25	8,38	4,19	-2,07	-8,47	-10,13
2012	-7,73	-10,59	-4,26	-1,93	2,99	7,39	5,66	7,64	4,65	-1,87	-2,47	-6,53
2013	-5,99	-4,8	-2,86	-2,19	1,13	3,73	11,24	9,24	5,19	-2,27	-3,2	-6,19
2014	-3,12	-5,52	-4	1,87	-0,66	5,6	6,72	7,79	4,98	0,26	-8,53	-8,73
2015	-8,12	-8,93	-6,33	-0,8	1,26	7,79	11,96	7,59	4,32	-1,33	-2,27	-8,26
2016	-5,66	-7,32	-5,2	-2,72	-2,26	3,6	6,51	6,38	4,18	-0,34	-4,93	-6,93
2017	-10,2	-3,53	-0,93	-2,2	2,2	5,45	8,39	6,72	2,53	-0,4	-3,67	-8,07
2018	-7,4	-6,86	-4,13	-1,4	-0,06	7,12	11,58	9,91	4,59	-1,93	-7,8	-10,27
2019	-9,13	-6,53	-4,46	-2,66	-1,16	2,94	9,51	8,98	4,95	3,52	-3,06	-6,26
2020	-8,26	-4,8	-2,46	-1,6	4,66	5,06	9,06	4,89	1	-2,33	-4,78	-5,33
MEDIA	-7,69	-6,49	-3,88	-1,22	1,17	5,37	8,89	7,75	4,06	-0,88	-3,97	-7,67

Tabla 4. Temperaturas mínimas en el periodo 2011-2020.

Fuente: SIAR

	T° MEDIA (°C)	T° MAX (°C)	T° MIN (°C)
ENERO	4,31	17,42	-7,69
FEBRERO	5,72	19,7	-6,49
MARZO	8,81	25,3	-3,88
ABRIL	12,1	26,8	-1,22
MAYO	16,0	31,9	1,17
JUNIO	20,8	36,95	5,37
JULIO	23,8	39,22	8,89
AGOSTO	23,6	38,96	7,75
SEPTIEMBRE	18,9	34,03	4,06
OCTUBRE	13,6	30,23	-0,88
NOVIEMBRE	8,47	22,83	-3,97
DICIEMBRE	4,3	17,48	-7,67

Tabla 5. Temperaturas promedio en el periodo 2011-2020.

Fuente: SIAR

Como efectos positivos de las bajas temperaturas se puede hablar del termoperiodismo, que consiste en el movimiento de glúcidos en la planta; de la interrupción de letargos en yemas de la inducción floral.

Las altas temperaturas durante los meses de diciembre y enero son las que más afectan al cerezo, debido a que durante este período ocurren los procesos de diferenciación e inducción floral.

Por otra parte, el estrés hídrico durante el período de postcosecha incrementa la temperatura de la lámina foliar y, en consecuencia, de las yemas que se están diferenciando, aumentando también el número de pistilos dobles que desencadenan en frutos defectuosos.

4.1. TEMPERATURAS ESTIVALES

La temporada calurosa es lo que se conoce como época estival y en este caso, siendo la máxima promedio diaria de más de 26°C, tiene una duración de unos 3 meses, aproximadamente desde mediados de junio hasta principios de septiembre.

4.1.1. ALTAS TEMPERATURAS ESTIVALES

Las temperaturas altas estivales hacen referencia a aquellos datos que superan el rango de los 30 - 35°C en ambientes secos y con alta insolación, momento en el que el cerezo puede resultar afectado en su actividad, en su vegetación o en sus frutos.

Algunos de los efectos negativos de estas altas temperaturas son la disminución de la actividad fotosintética, la denominada parada vegetativa de verano y el asurado de hojas y brotes.

En la zona de Calatayud, como se puede observar, estas máximas se dan en los meses de verano, sobrepasando los 40°C en julio y agosto.

MES	T° MÁXIMA (°C)
JUNIO	39,48
JULIO	41,56
AGOSTO	41,17
SEPTIEMBRE	37,87

Tabla 6. Altas temperaturas estivales en el periodo 2011-2020.

Fuente: SIAR

4.1.2. BAJAS TEMPERATURAS ESTIVALES

Es poco frecuente y prácticamente imposible que se den bajas temperaturas durante la época estival (Tabla 7), pero su aparición podría causar riesgos para el rendimiento de la producción. La consecuencia mas grave suele ser la pérdida de tamaño de los frutos, a lo que puede sumarse el retraso en las fechas de maduración y un menor desarrollo vegetativo. Los datos de los meses de agosto y septiembre afectarían poco desde el punto de vista de la explotación ya que la recolección de la cereza ya se habría efectuado.

MES	T° MÍNIMA (°C)
JUNIO	2,94
JULIO	5,66
AGOSTO	6,38
SEPTIEMBRE	1

Tabla 7. Bajas temperaturas estivales en el periodo 2011-2020.

Fuente: SIAR

4.2. CÁLCULO DE HORAS-FRÍO

En la siguiente tabla (Tabla 8) se recogen las temperaturas medias y mínimas de la estación meteorológica de Calatayud:

MES	T° MEDIA (°C)	T° MÍNIMA(°C)
ENERO	4,31	-7,69
FEBRERO	5,72	-6,49
MARZO	8,81	-3,88
ABRIL	12,1	-1,22
MAYO	16,0	1,17
JUNIO	20,8	5,37
JULIO	23,8	8,89
AGOSTO	23,6	7,75
SEPTIEMBRE	18,9	4,06
OCTUBRE	13,6	-0,88
NOVIEMBRE	8,47	-3,97
DICIEMBRE	4,3	-7,67

Tabla 8. Temperaturas medias y mínimas.

Fuente: SIAR

La zona de estudio presenta las temperaturas inferiores en los meses de diciembre, enero y febrero.

La medida de las horas frío durante el reposo invernal, es un parámetro muy importante y tiene un valor comprendido entre 500 y 1.700 horas en el caso del cerezo. El cálculo se puede realizar

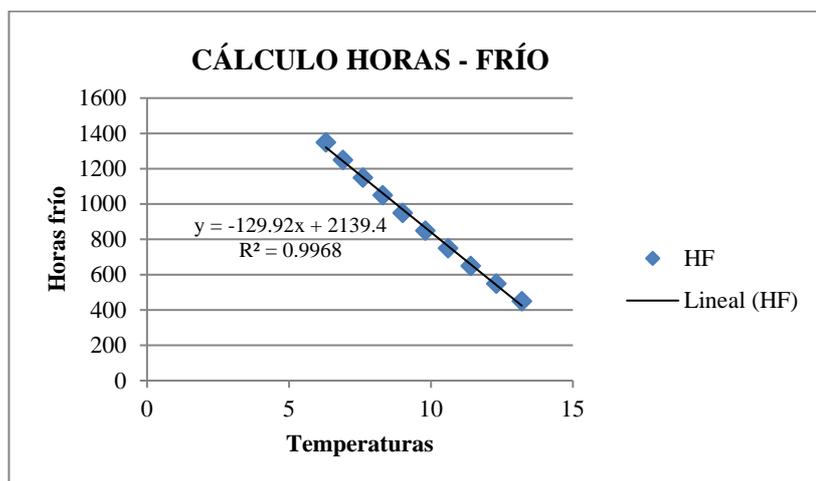
mediante diferentes métodos de cálculo, ya sean directos o indirectos. El método directo se basa en los registros del termógrafo, pero poco se usa en nuestro país debido a la falta de este instrumento en las estaciones meteorológicas. Debido al inconveniente que presenta el método directo, se utiliza la correlación de Weimberger y la correlación de Mota.

La DGA recomienda utilizar la correlación de Weimberger para hallar el número de horas frío, haciendo solo uso de las temperaturas medias de los meses de diciembre y enero.

Conocido el número de horas frío se puede determinar si el cultivo presente está ubicado de manera correcta en función de sus requerimientos de frío, así como si es posible introducir nuevas variedades cuyos requerimientos de frío son los que proporciona la región.

4.2.1. Correlación de Weimberger

La estimación del número de horas frío mediante este método parte de la media de temperaturas medias de diciembre y enero.



T°	HF
13,2	450
12,3	550
11,4	650
10,6	750
9,8	850
9	950
8,3	1050
7,6	1150
6,9	1250
6,3	1350

Tabla 9. Datos para la correlación de Weimberger para la zona de Calatayud.

La media de las temperaturas medias de los meses de enero y diciembre según los datos recogidos en el SIAR en el periodo 2011-2020 es de 4,305°C por lo que llegamos a un resultado de 1.580 horas frío.

4.2.2. Correlación de Mota

El número mensual de horas frío se determina con la siguiente fórmula:

$$y = 485,1 - 28,52x \text{ siendo:}$$

y = número mensual de horas bajo 7° C.

x = temperatura media mensual de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Por tanto, si se usa este método para dicho cálculo se llega a un número total de 1.288 horas frío.

En ambos casos no se observa ninguna restricción para el cultivo del cerezo.

4.3. CÁLCULO DEL RÉGIMEN DE HELADAS

PERIODO	PRIMERA HELADA	ÚLTIMA HELADA
2011-2012	21/01/2011	27/12/2011
2012-2013	10/01/2012	12/12/2012
2013-2014	08/01/2013	21/12/2013
2014-2015	23/12/2014	31/12/2014
2015-2016	01/01/2015	09/02/2015
2016-2017	28/12/2016	31/12/2016
2017-2018	01/01/2017	20/12/2017
2018-2019	08/01/2018	31/12/2018
2019-2020	02/02/2019	31/12/2019

Tabla 10. Régimen de heladas en la Comarca de Calatayud.

Fuente: SIAR

En cuanto al régimen de heladas (Tabla 8), se puede observar, que el mayor riesgo de heladas se produce desde octubre a abril. El atlas climático de Aragón determina que en la Comarca de Calatayud el número medio de días con heladas es aproximadamente 56,5 días.

Según los requerimientos térmicos del cerezo existe riesgo de helada a partir de la temperatura mínima inferior a -4°C , siendo el fruto el órgano más afectado por este fenómeno, $3,2^{\circ}\text{C}$ y $3,7^{\circ}\text{C}$. Es un cultivo que requiere determinados límites ya que las flores no soportan las bajas temperaturas debidas a las heladas tardías.

Según los datos obtenidos del SIAR se observa como, las primeras y últimas heladas se dan en los meses de diciembre y enero, ocasionalmente en febrero.

El conocimiento de estas fechas tiene una gran importancia para evitar daños en la producción, ya que es conveniente que las últimas heladas primaverales ocurran con anterioridad a la floración.

Se debe tener especial cuidado con las heladas primaverales ya que las yemas de flor son las más frecuentemente afectadas por estas bajas temperaturas, perjudicando también al ovario, los óvulos y la base del estilo en las flores que pueden llegar a congelarse y morir. Por otro lado, es muy difícil que las heladas primaverales lleguen a afectar a la madera; si llega a darse el caso, las flores, frutos y brotes estarían muertos.

Con los datos que se disponen, se puede afirmar que el cerezo es una especie que se puede cultivar en un clima como el de la zona de Calatayud, por su mayor resistencia a las heladas primaverales que otros cultivos mediterráneos.

Las heladas suponen un factor de riesgo durante los primeros años de la plantación, ya que las plantas jóvenes carecen de sistema leñoso bien formado que las proteja y, no tienen la misma cantidad de reservas que en su estado adulto.

4.3.1. ESTRÉS POR BAJAS TEMPERATURAS Y CONTROL DE HELADAS

De la misma manera que es importante saber el número de horas de frío que necesita una planta, también lo es saber el número total de horas de temperatura que recibe. A este concepto se le llama integral térmica y se puede calcular por un método directo, residual o exponencial. El método más habitual que se utiliza es el directo, en el que se suman las temperaturas recibidas por la planta, sabiendo el número de días del periodo que se quiere estudiar y la temperatura crítica del frutal en dicho periodo.

Las temperaturas bajas en exceso pueden ocasionar el debilitamiento de la actividad funcional, el desplazamiento de los equilibrios biológicos y la muerte celular. Esta muerte celular produce necrosis y el mayor problema aparece cuando se da en los frutos o en las flores.

Es de vital importancia el control de las bajas temperaturas ya que un golpe de frío en la planta puede provocar daños irreparables.

Existen diferentes métodos para calcular el riesgo de heladas. Conociendo esta característica es posible diseñar estrategias o prácticas agronómicas para minimizar sus efectos.

Estación libre de heladas (Papadakis)

- Media (temperaturas medias de las mínimas superiores a 0°C): 5,5 meses
- Disponible (temperaturas medias de las mínimas superiores a 2°C): 4,5 meses
- Mínima (temperaturas medias de las mínimas superiores a 7°C): 2 meses

Estación libre de heladas (Emberger)

- Periodo seguro de heladas (temperaturas medias de las mínimas inferiores a 0°C)
- Periodo frecuente de heladas (temperaturas medias de las mínimas comprendidas entre 0 y 3°C)
- Periodo poco frecuente de heladas (temperaturas medias de las mínimas comprendidas entre 3 y 7°C)
- Periodo con heladas muy poco frecuentes (temperaturas medias de las mínimas superior a 7°C)

Según los datos aportados en la Tabla 8, la zona de estudio presentará un periodo de riesgo de heladas elevado en los meses de enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre; un periodo frecuente de heladas el mes de mayo; un periodo poco frecuente de heladas los meses de junio y septiembre; y un periodo con heladas muy poco frecuentes los meses julio y agosto.

4.3.2. TIPOS DE HELADAS

Las heladas pueden ser de radiación (habituales en primavera), cuando se producen por una pérdida neta de energía a través de la radiación desde la superficie terrestre hasta el cielo, favorecidas por la ausencia de nubosidad y viento y por la baja humedad relativa.

Estas heladas de radiación, según el daño que provocan se clasifican en heladas blancas o negras. En las denominadas heladas blancas, el vapor de agua se deposita sobre la superficie y forma la conocida escarcha. En cambio, en las heladas negras, la humedad atmosférica es lo suficientemente baja para que la temperatura pueda alcanzar la formación del hielo.

El otro tipo de heladas son las heladas de advección, producidas por el viento que fluye con aire por debajo de cero para reemplazar el aire más caliente. Se trata de heladas de elevada intensidad y de muy difícil protección.

4.3.3. MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE HELADAS

Los métodos pasivos son los que actúan en términos de prevención, normalmente para un periodo largo de tiempo y cuyas acciones son beneficiosas cuando se produce una helada. Estos métodos se relacionan con técnicas biológicas (mejoras genéticas y tratamientos agroquímicos) y ecológicas (emplazamiento, modificación del paisaje), e incluyen prácticas llevadas a cabo antes de las noches de helada para reducir el potencial del daño.

Los métodos activos son temporales y se basan en métodos físicos e intensivos desde el punto de vista energético. Requieren esfuerzo el día previo o durante la noche de la helada. La protección activa incluye estufas, aspersores y máquinas de viento, que se usan durante la noche de helada para reemplazar las pérdidas de energía natural.

En el caso de esta explotación, el agricultor opta por proteger la plantación de cerezo con unos ventiladores cuya misión es homogenizar el perfil térmico del aire, reduciendo la inversión. De esta manera, cada uno de estos ventiladores es capaz de proteger unas 4,5 hectáreas de una helada de -6°C . Además, en el peor de los casos, cuando aparecen temperaturas de hasta -5°C en la época de floración, a finales de marzo – principios de abril, se hacen hogueras durante varias noches en medio de la plantación de cerezo (Fig. 1) para de esta manera poder contrarrestar el efecto del frío y llegar a solventar un poco las pérdidas económicas.



Figura 1. Hogueras para la protección de heladas en la época de floración en Munébrega (Zaragoza).

5. PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD

La precipitación no es tan determinante como la temperatura ya que se puede controlar con la puesta en regadío.

La importancia de este factor es que condiciona el balance hídrico de la plantación y por lo tanto determina la necesidad de implantar un sistema de riego.

Analizando la serie de 2011-2020 de la precipitación (Tabla 11), se puede observar una notable variabilidad si se compara la media de los diferentes años aisladamente con la precipitación media anual en conjunto de la serie 2011-2020 (349,1 mm).

El mes con mayor precipitación corresponde a abril con 47,77 mm, seguido del mes de mayo con 43,50 mm y el mes con menor precipitación es diciembre.

Por estaciones la más lluviosa es primavera, seguida del otoño.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	16,6	9,1	56,8	28	64,6	36,5	1,7	31	14,5	6,5	22,6	5,9
2012	9,1	4,2	10,2	55,5	26,2	18,3	17,1	6,56	34,44	94,12	58,5	0,5
2013	17,68	40,3	49,59	9,6	52,22	28,28	26,46	13,73	14,25	18,88	25,15	14,04
2014	24,14	21,21	11,72	27,78	40,51	39,89	85,05	1,31	31,72	12,22	71,11	20,8
2015	6,06	13,64	39,29	23,23	2,02	65,34	54,45	30,4	6,06	26,47	48,88	1,72
2016	41,31	34,94	39,19	53,32	38,58	7,77	37,25	3,69	1,55	27,16	36,96	4,66
2017	6,69	22	16,4	10	24,2	62,6	1,9	50,3	2,7	0,9	60,04	8
2018	16,9	29,6	41,2	90,5	69,6	28,6	34,2	36,9	34,7	37,8	0,7	14,5
2019	11,2	10,3	11,5	75,2	40,3	14,7	32,8	19,2	22,13	29,01	36,8	31,44
2020	69,16	0,1	56,46	105,53	76,73	59,75	15,52	3,69	19,9	21,56	41,81	23,4
MEDIA	21,88	18,54	33,24	47,77	43,50	36,17	30,64	19,68	18,20	27,46	39,52	12,5

Tabla 11. Promedio de precipitaciones en el periodo 2011-2020.
Fuente: SIAR

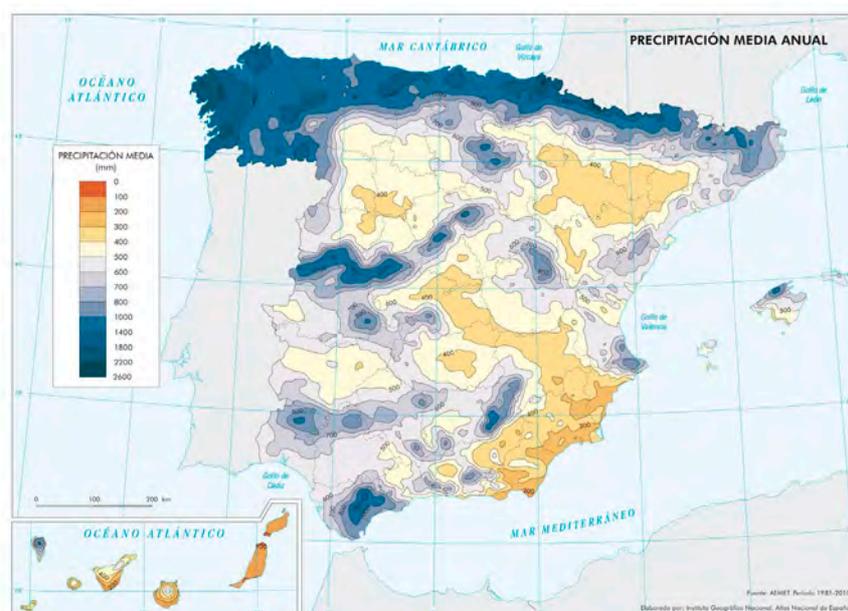


Figura 2. Precipitación media anual en la serie 1981-2010.
Fuente: IGN

Según la Figura 2, obtenida de los mapas generales de clima y agua del Instituto Geográfico Nacional, la zona de estudio presenta una precipitación media anual entre los 300-500 mm.

Se debe tener en cuenta los daños que puede causar la precipitación en momentos como la floración, dado que la polinización se ve seriamente comprometida y, en consecuencia, también la fecundación.

Efectos como el arrastre del polen al suelo por el agua, el lavado de granos de polen de los estigmas antes de que germinen y la destrucción de las flores por la acción de la lluvia, son los causantes de los daños mencionados en el párrafo anterior.

El agrietado de la cereza es otro problema típico originado por la lluvia, llegando en el peor de los casos a producir la caída de este fruto.

Para caracterizar el clima de la zona, se realiza el diagrama ombrotérmico de Gausson, en el que se representan las temperaturas (°C) y precipitaciones (mm) mensuales. La escala de la temperatura será el doble que la de las precipitaciones.

A la vista del diagrama ombrotérmico, sólo se observa una zona donde $P < 2T$, por lo tanto, el clima es monoxerico. Esta zona del diagrama representa la época de sequía y se extiende desde mediados de junio hasta mediados de octubre.

Con la ayuda del diagrama ombrotérmico se puede calcular el déficit de agua que va a tener el cultivo durante estos meses de sequía y por tanto, plantear un sistema de riego eficiente para el buen desarrollo de la plantación.

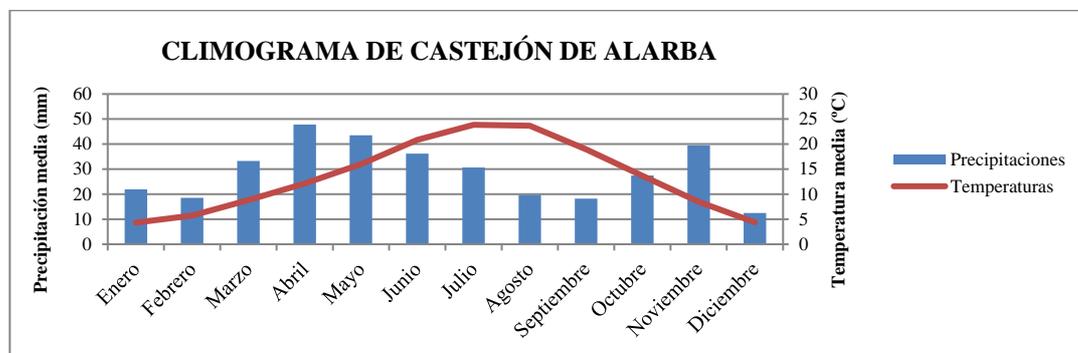


Figura 3. Diagrama ombrotérmico.
Fuente: SIAR

Respecto a la humedad relativa (Tabla 12), los meses de noviembre y diciembre son los que presentan un mayor valor porcentual.

Se puede observar que, durante el verano, los registros de humedad relativa presentan valores inferiores al resto del año, alcanzando el máximo en diciembre con un 81,66% y el mínimo en julio con un 50,36% (Tabla 13). El cerezo es un frutal que prefiere desarrollarse antes humedades de valores no muy altos.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	78,58	70,51	72,96	65,04	63,41	55,97	48,02	52,63	57,88	65,15	77,02	76,28
2012	81,62	58,7	57,87	66,31	59,33	48,26	47,62	42,98	56,12	73,78	897,12	80,23
2013	72,76	69,88	69,92	64,65	68,86	61,24	52,24	52,57	59,45	69,81	79,92	75,55
2014	74,66	69,48	62,78	61,38	54,86	55,25	54,48	51,64	60,58	72,21	70,63	77,73
2015	77,8	71	66,47	64,15	55,45	55,72	49,35	55,77	60,33	72,71	81,07	83,09
2016	80,05	71,16	70,55	68,86	65,42	52,66	50,46	48,72	56,87	74,42	81,05	85,56
2017	77,16	77,04	66,75	55,57	56,26	55,31	51,03	50,58	61,42	65,3	84,86	94,21
2018	78,28	72,02	66,48	70,82	68,31	66,29	51,18	54,07	64,3	73,13	66,42	75,57
2019	78,2	70,2	56,38	70	57,73	44,53	47,95	50,88	61,26	70,5	85,01	87,87
2020	81,12	73,06	71,93	79,62	67,76	65,03	51,27	50,14	59,2	71,21	77,13	80,52
MEDIA	78,02	70,31	66,21	66,64	61,72	56,03	50,36	51,00	59,74	70,82	79,89	81,66

Tabla 12. Promedio de humedades relativas en el periodo 2011-2020.
Fuente: SIAR

MES	HR MÁXIMA (%)	HR MÍNIMA (%)
ENERO	99,08	27,21
FEBRERO	98,41	20,74
MARZO	98,90	17,65
ABRIL	98,62	18,09
MAYO	98,32	16,64
JUNIO	98,32	13,78
JULIO	96,55	10,48
AGOSTO	96,83	10,70
SEPTIEMBRE	98,11	13,87
OCTUBRE	98,94	17,02
NOVIEMBRE	99,32	32,49
DICIEMBRE	99,26	28,26
MEDIA	98,39	18,91

Tabla 13. HR máxima y HR mínima en una secuencia 2011-2020.

Fuente: SIAR

6. RADIACIÓN SOLAR E INSOLACIÓN

La radiación extraterrestre que se recibe del sol varía a lo largo del año, siendo los principales motivos la latitud (en el caso de la zona de estudio, 40° N) y la declinación.

Los datos presentados en la Tabla 14 son los correspondientes a dicha latitud.

Es un factor que condiciona la coloración, el sabor, el tamaño y la calidad del fruto, por lo que es importante de cara a la producción y comercialización de la cereza.

MES	HORAS DE SOL	RADIACIÓN (MJ/m ²)
ENERO	137	7,4
FEBRERO	175	10,7
MARZO	218	15,2
ABRIL	214	18,9
MAYO	251	22,6
JUNIO	293	25,2
JULIO	340	26,8
AGOSTO	318	23,6
SEPTIEMBRE	233	18,2
OCTUBRE	178	12,7
NOVIEMBRE	142	8,2
DICIEMBRE	125	6,9
ANUAL	2624	16,37

Tabla 14. Horas de sol y radiación para latitud 40° N.

Fuente: SIAR

La plantación, según los datos que recoge la Tabla 14 acumulará un total de 2.624 horas de sol a lo largo del año, siendo fotosintéticamente activa la radiación solar de longitud de onda comprendida entre 400 y 700 nm.

La radiación solar total recibida por una planta depende de la superficie foliar expuesta, pero el uso de esta radiación depende de la eficiencia fotosintética de la planta para utilizarla, así como del índice de cobertura del suelo (función de la densidad de la plantación y de la conformación y disposición espacial en frutales) y de la relación entre la superficie y el volumen de frutales.

Finalmente, la radiación que percibe el cerezo también está determinada por factores físicos que crea el propio cultivo, produciéndose un gradiente de disponibilidad energética entre las

diferentes áreas de la planta. Esto provoca que la radiación interceptada por la zona exterior e interior del árbol sea diferente, llegando una menor cantidad de radiación al interior de la plantación o del árbol. La radiación fotosintéticamente activa es el 45% de la radiación solar por lo que es necesario realizar una poda adecuada para favorecer la entrada de luz entre los cerezos. Por último, la insolación se define como la cantidad de energía que llega al frutal en forma de radiación solar en un determinado periodo de tiempo. Una práctica tradicional es el encalado del tronco para evitar los problemas de insolación excesiva, que además de proteger del sol absorbiendo gran parte de la radiación, sirve de medida contra plagas y enfermedades.

A continuación, en la Figura 3 se muestra el número medio de horas de insolación para cada área del país, correspondiéndole a esta zona de estudio una aproximación de 2.500 horas.

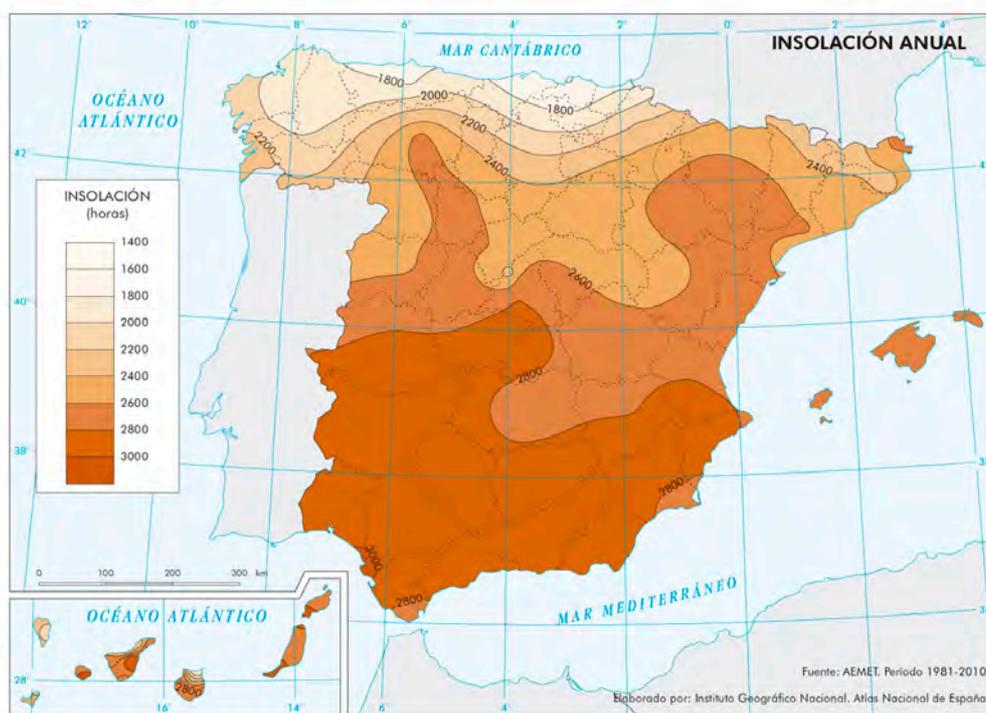


Figura 4. Insolación media anual en la serie 1981-2010.

Fuente: IGN

6.1. ESTRÉS POR ALTAS TEMPERATURAS

Las temperaturas superiores al punto de compensación lumínico, provocan que la planta utilice sus reservas, así como una marchitez temporal si se incrementa la transpiración y hay escasez de agua disponible.

Existen algunos mecanismos de adaptación para controlar el estrés por temperaturas extremas:

- En las zonas húmedas: aumento de la superficie foliar, alta tasa de transpiración, alta densidad y actividad de los estomas, elevada velocidad de la circulación de la sabia bruta.

- En las zonas secas: crecimiento radicular en profundidad, almacenamiento de agua en órganos, reducción de la superficie foliar y de la permeabilidad de las capas epidérmicas, por lo tanto, de la actividad respiratoria y de la transpiración.

7. VIENTO

La acción del viento en los cultivos se mide con el anemómetro y se representa con la rosa de los vientos. Es un factor climático analizado principalmente por el efecto negativo que puede causar en la plantación, ya sea por alcanzar velocidades elevadas durante fechas clave como la floración (las flores son perjudicadas por los vientos demasiado cálidos) y la recolección o por causar problemas como el desgarre y la rotura de ramas, el asurado de hojas, la desecación del terreno y la deformación de la plantación debido a vientos superiores a > 90km/h capaces de arrancar árboles.

En el caso de esta plantación de Castejón de Alarba, las direcciones de los vientos dominantes provienen del norte, destacando muy por encima el cierzo del Moncayo, ya que el encajonamiento entre montañas hace que no lleguen los vientos atlánticos o mediterráneos a esta zona.

MES	VEL VIENTO (m/s)	VEL VIENTO (km/h)	VEL VIENTO MAX (m/s)	VEL VIENTO MAX (km/h)
ENERO	1,23	4,43	12,64	45,5
FEBRERO	1,49	5,36	12,63	45,47
MARZO	1,59	5,72	12,62	45,43
ABRIL	1,44	5,18	10,69	38,48
MAYO	1,35	4,86	10,84	39,02
JUNIO	1,37	4,93	10,43	37,55
JULIO	1,50	5,4	12,59	45,32
AGOSTO	1,37	4,93	12,55	45,18
SEPTIEMBRE	1,19	4,28	10,22	36,8
OCTUBRE	0,95	3,42	9,43	33,95
NOVIEMBRE	1,07	3,85	10,06	36,22
DICIEMBRE	1	3,6	11,19	40,28

Tabla 15. Velocidades en m/s y km/h del cierzo en Castejón de Alarba.
Fuente: SIAR

8. NIEVE

La nieve es otro factor que se tiene en cuenta a la hora de realizar el estudio climático, ya que resulta ser un excelente aporte de agua para el árbol porque permanece en el suelo varios días, quedando disponible de manera gradual cuando suben las temperaturas.

En Castejón de Alarba, debido a la gran altitud a la que se encuentra el municipio, son comunes las nevadas invernales y en ocasiones las nevadas primaverales, siendo un factor que varía mucho dependiendo del año (Fig. 5).

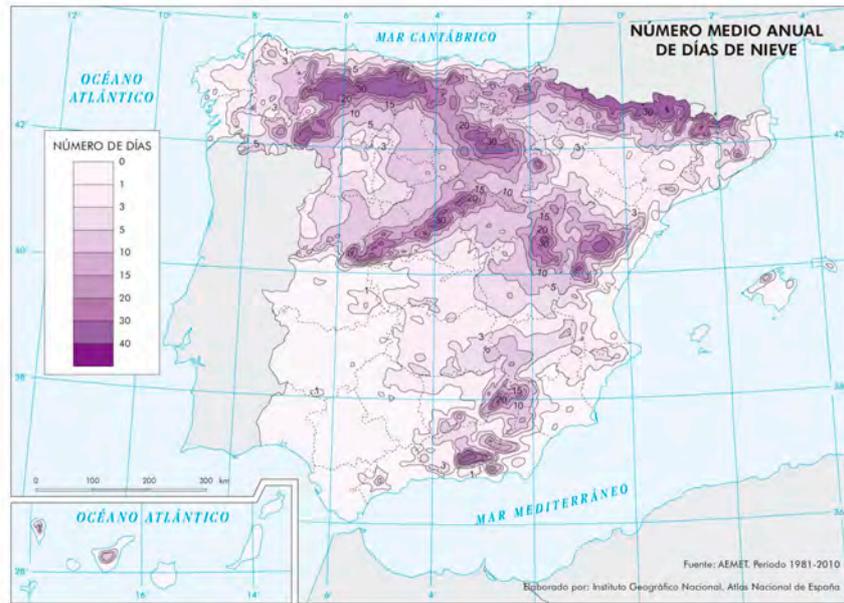


Figura 5. Número medio anual de días de nieve en la serie 1981-2010.
Fuente: IGN

9. GRANIZO, NIEBLA Y TORMENTAS

Otros factores meteorológicos de importancia son los días de granizo, de niebla y de tormenta, ya que pueden mermar la producción y la calidad de la cereza.

El granizo es el factor climático más peligroso para el cerezo causando daños irreparables que conllevan grandes pérdidas económicas para el agricultor.

Este fenómeno meteorológico suele desarrollarse en los meses de primavera y verano y, al igual que la nieve, presenta una gran variabilidad intranual.

Durante los últimos años, en la Comarca de Calatayud, este fenómeno ha causado grandes daños, rayando la fruta, de forma que pierde gran parte de su valor y se tiene que destinar a la producción industrial o, en el peor de los casos, destruyendo por completo el fruto. Por este motivo, los agricultores de la zona están optando por instalar mallas antigranizo sobre postes de madera, lo que supone un gran coste económico.

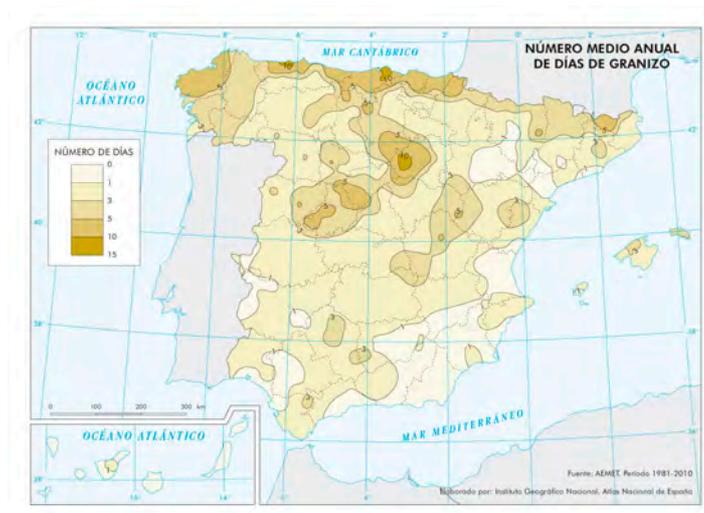


Figura 6. Número medio anual de días de granizo en la serie 1981-2010.
Fuente: IGN

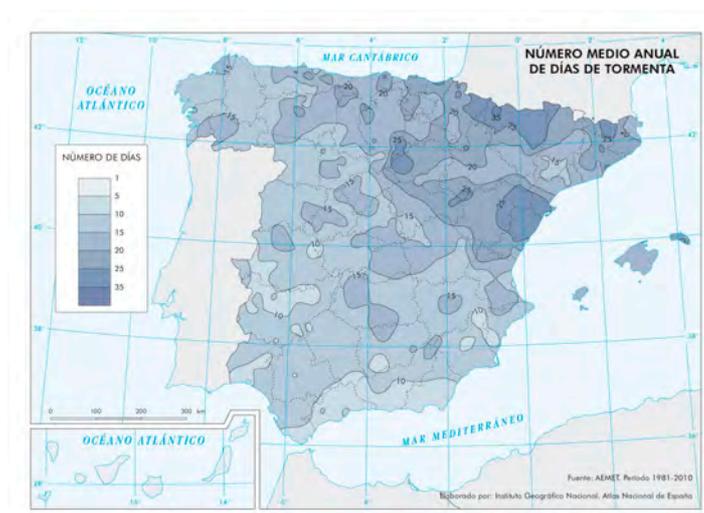


Figura 7. Número medio anual de días de tormenta en la serie 1981-2010.
Fuente: IGN

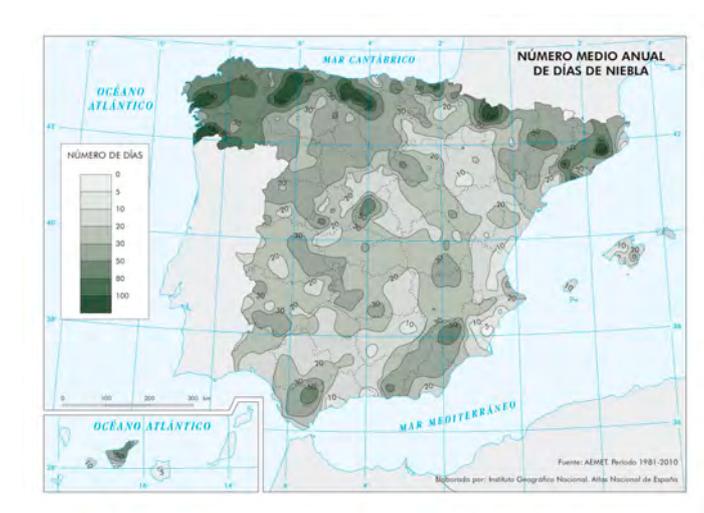


Figura 8. Número medio anual de días de niebla en la serie 1981-2010.
Fuente: IGN



Figura 9. Instalación de malla antigranizo.

Las Figuras 6, 7 y 8 proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional, muestran un promedio de 3-5 días de granizo, 20-30 días de niebla y 15-20 días de tormenta, siendo estos datos muy dispares.

10. ÍNDICES CLIMÁTICOS

Este tipo de índices de este segundo anejo relacionan de manera directa la precipitación y la temperatura, considerando valores mensuales, anuales, diarios o estacionales.

10.1. ÍNDICE DE LANG

$$I_{Lang} = P/T$$

P: Precipitación media anual en mm: 349,1

T: Temperatura media anual en °C: 13,4

El índice de Lang: 26,05

VALORES ÍNDICE DE LANG	CLASIFICACIÓN
$0 < I_{Lang} < 20$	DESIERTOS
$20 < I_{Lang} < 40$	ZONA ÁRIDA
$40 < I_{Lang} < 60$	ZONA HÚMEDA DE ESTEPA O SABANA
$60 < I_{Lang} < 100$	SONA HÚMEDA DE BOSQUES RALOS
$100 < I_{Lang} < 160$	ZONA HÚMEDA DE BOSQUES DENSOS
$I_{Lang} > 160$	ZONA HIPERHÚMEDA DE PRADOS Y TUNDRAS

Tabla 16. Valores del índice de Lang.

Fuente: se utilizan los criterios de Díaz, A. (2019) para la clasificación

Por lo tanto, este valor corresponde a una zona árida (Tabla 16).

10.2. ÍNDICE DE MARTONNE

$$IM: P/(T + 10)$$

P: Precipitación media anual en mm: 349,1

T: Temperatura media anual en °C: 13,4

VALORES ÍNDICE DE MARTONNE	CLASIFICACIÓN
$0 < IM < 5$	DESIERTOS
$5 < IM < 10$	SEMIDESIERTOS
$10 < IM < 20$	ESTEPAS Y PAÍSES SECOS MEDITERRÁNEOS
$20 < IM < 30$	REGIONES DE OLIVO Y CEREALES
$30 < IM < 40$	REGIONES SUBHÚMEDAS DE PRADOS Y BOSQUES
$IM > 40$	ZONAS DE HÚMEDAS A MUY HÚMEDAS

Tabla 17. Valores del índice de Martonne.

Fuente: se utilizan los criterios de Díaz, A. (2019) para la clasificación

El índice de Martonne: 14,92 clasificando esta zona como una región de estepas y países secos mediterráneos (Tabla 17).

10.3. ÍNDICE DE DANTIN-CERECEDA Y REVENGA

$$IDR: 100T/P$$

P: Precipitación media anual en mm: 349,1

T: Temperatura media anual en °C: 13,4

VALORES ÍNDICE DE DANTIN Y REVENGA	CLASIFICACIÓN
0-2	HÚMEDA
2-3	SEMIÁRIDO
3-6	ÁRIDO
>6	SUBDESÉRTICO

Tabla 18. Valores del índice de Dantin-Cereceda y Revenga.

Fuente: se utilizan los criterios de Díaz, A. (2019) para la clasificación

El índice de Dartin y Revenga: 3,83 indica que la zona se sitúa en la España árida (Tabla 18).

10.4. ÍNDICE DE EMBERGER

$$IE: 100P / (M^2 - m^2)$$

P: Precipitación media anual en mm: 349,1

M: Temperatura media de las máximas del mes más cálido: 39,22

m: Temperatura media de las mínimas del mes más frío: 7,69

VALORES ÍNDICE DE EMBERGER	CLASIFICACIÓN
0-30	ÁRIDO
30-50	SEMIÁRIDO
50-90	SUBHÚMEDO
90-200	HÚMEDO
>200	HIPERHÚMEDO

Tabla 19. Valores del índice de Emberger.

Fuente: se utilizan los criterios de Díaz, A. (2019) para la clasificación

El índice de Emberger: 23,6 se corresponde con un clima árido (Tabla 19).

11. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

11.1. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO

Para caracterizar las condiciones térmicas del clima mediante el criterio UNESCO-FAO, se toma la temperatura del mes más frío en °C y se establecen los siguientes grupos climáticos:

- Grupo 1: Si la temperatura media del mes más frío está comprendida entre 10°C y 15°C → clima templado cálido.
- Grupo 2: Si la temperatura media del mes más frío está comprendida entre 5°C y 10°C → clima templado medio.
- Grupo 3: Si la temperatura media del mes más frío está comprendida entre 0°C y 5°C → clima templado frío.

En Castejón de Alarba (Tabla 20) la temperatura media del mes más frío se da en diciembre con 4,3°C, se incluye dentro del grupo 3, por lo que se trata de un clima *templado frío*.

Desde el punto de vista bioclimático resulta muy importante precisar el rigor del invierno. Para caracterizarlo, se utiliza la temperatura media de las mínimas del mes más frío, en este caso es de -7,69°C, temperatura también propia de enero. Dicha temperatura como es superior a -5°C, le corresponde un tipo de invierno determinado, siendo este un clima con *invierno muy frío*.

Si el valor de las precipitaciones totales durante un mes es inferior al doble de la temperatura media, se dice que se trata de un mes seco. Si las precipitaciones superan el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces esta, se trata de un mes subseco.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T° (°C)	4,31	5,72	8,81	12,14	16,00	20,84	23,85	23,67	18,96	13,67	8,47	4,38
P (mm)	21,88	18,54	33,24	47,77	43,50	36,17	30,64	19,68	18,20	27,46	39,52	12,50
Aridez	-	-	-	-	subseco	seco	seco	seco	seco	subseco	-	subseco

Tabla 20. Parámetros estudiados según la clasificación bioclimática UNESCO-FAO.

Fuente: SIAR

En función de los datos de los que se dispone y en función de lo expuesto anteriormente:

Meses secos: junio, julio, agosto y septiembre.

Meses subsecos: mayo, octubre y diciembre.

Por lo tanto, en base a la Figura 1 de este mismo anejo, se concluye que Castejón de Alarba tiene un periodo seco que comienza en verano, desde mediados de junio hasta mediados de octubre, por lo que se determina que el clima es *monoxérico*.

11.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE KÖPPEN

Creada inicialmente por el climatólogo alemán Wladimir Köppen en 1884, es una de las clasificaciones climáticas más usadas hoy en día por su sencillez.

Este sistema se basa en que la vegetación tiene una clara relación con el clima y para su determinación se usan las temperaturas y precipitaciones medias mensuales y anuales.

En el caso de esta plantación:

- Temperatura media del mes más frío: Temperatura media de diciembre: 4,3°C
- Temperatura media del mes más cálido: Temperatura media de julio: 23,8°C
- Temperatura media anual: 13°C
- Precipitación media anual: 350 mm
- ETo media anual: 1.080,61 mm/año

Este autor divide los diferentes climas en cinco grupos:

A - CLIMA TROPICAL
Todos los meses la temperatura media es superior a 18°C No existe estación invernal y las lluvias son abundantes
B - CLIMA SECO
La evaporación es superior a la precipitación No hay excedente hídrico
C - CLIMA TEMPLADO
El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la temperatura media del mes más cálido supera los 10°C
D - CLIMA CONTINENTAL
La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido está por encima de los 10°C
E - CLIMA POLAR
No tienen estación más cálida y el promedio mensual de las temperaturas siempre inferior a 10°C

Tabla 21. Tipos de clima según la clasificación bioclimática de Köppen.

Fuente: se utilizan los criterios de Díaz, A. (2019) para la clasificación

Para determinar si un clima es seco, se halla un umbral de precipitación en mm: para calcularlo se multiplica la temperatura media anual por 20 y se le suma 140 (Ec. 1) si la precipitación en ese periodo está entre el 30% y el 70% del total.

$$\text{Temperatura media anual} * 20 + 140 = 13^{\circ}\text{C} * 20 + 140 = 400 \text{ (Ec.1)}$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta este primer criterio, se puede definir el clima de esta zona como *clima seco*, en el que las precipitaciones anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial anual.

Además, cada grupo anterior se divide en subgrupos más específicos identificados con letras minúsculas, teniendo en cuenta la distribución estacional de las precipitaciones:

La segunda letra indica el grado de aridez y en este caso corresponde a la letra *s* – *estepario*, porque la precipitación total anual es menor que ese umbral, pero superior a la mitad de ese umbral:

$$P \text{ (mm)} = 350 < 400$$

$$P \text{ (mm)} = 350 > 200$$

La tercera letra indica el régimen de temperatura y corresponde a la letra *k* – *frío*, ya que la temperatura media anual es inferior a 18°C.

Por tanto, según la clasificación de Köppen se trata de un clima *seco estepario frío Bsk*, por las características de humedad y temperatura y el valor de la precipitación anual que es inferior al de la evapotranspiración potencial anual.

A continuación (Figura 10), se muestra la clasificación bioclimática de Köppen perteneciente a la serie temporal 1981 – 2010 que registra el Instituto Geográfico Nacional, según la cual, a esta zona de la Comarca de Calatayud le corresponde un clima *Csa*, es decir, un clima templado con verano seco y caluroso. Por tanto, se concluye que, según esta clasificación, el clima de la zona de estudio, dependiendo de la serie de años que se tome para el análisis, se encuentra en la transición de ambos tipos climáticos.



Figura 10. Clasificación bioclimática según Köppen.

Fuente: IGN

11.3. CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PAPADAKIS

Esta clasificación considera la respuesta de los distintos cultivos a las variables climáticas, por tanto, los parámetros a utilizar serán los límites naturales de estos.

La clasificación agroecológica de Papadakis se apoya en las siguientes caracterizaciones:

Rigor del invierno

Para la determinación de este parámetro se toman una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. Para este parámetro, los tipos climáticos que se comparan son los siguientes.

- Ecuatorial (Ec): no existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío es superior a 18 °C.
- Tropical (Tp): no existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío varía entre 8 y 18 °C.
- Citrus (Ci): hay heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío varía entre -2.5 y 7 °C.
- Avena (Av): corresponde a una temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío, variable entre -10 y -2.5 °C.
- Triticum (Ti): la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -10 y -29 °C.
- Primavera (Pr): la temperatura de las mínimas absolutas del mes más frío es inferior a -29 °C.

Los datos climáticos usados para estudiar este parámetro son:

- Temperatura media de las mínimas del mes más frío: -7,69 °C
- Temperatura media de las máximas del mes más frío: 17,42 °C
- Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío: -13,8 °C

El dato de la temperatura media de las mínimas absolutas se ha sacado del Atlas climático de Aragón para la Comarca de Calatayud.

Atendiendo a estos parámetros, la zona de plantación corresponde a una zona de *Triticum* (Ti).

Calor del verano

Al igual que en la determinación del rigor del invierno, en este parámetro también se da una serie de cultivos indicadores.

- Algodón (G): periodo libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido superior a 25 °C.
- Cafeto (C): ausencia total de heladas. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido superior a 21 °C.
- Arroz (O): periodo libre de heladas superior a 4 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido superior a 21-25 °C.
- Maíz (M): periodo libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido superior a 21 °C.
- Triticum (T): periodo libre de heladas superior a 4,5 meses (Triticum cálido) o a 2,5 meses (Triticum menos cálido) y la temperatura media de las máximas del semestre más cálido inferior a 21 °C
- Polar cálido (P): periodo libre de heladas inferior a 2,5 meses y la temperatura media de las máximas de los cuatro meses más calurosos superior a 10 °C.
- Duración de la estación libre de heladas disponible (periodo en que la temperatura media de las mínimas absolutas se encuentra por encima de los 2°C: 4,5 meses
- Duración de la estación libre de heladas mínima (periodo en que la temperatura media de las mínimas absolutas se encuentra por encima de los 7°C: 2 meses
- Duración de la estación libre de heladas media (periodo en que la temperatura media de las mínimas absolutas se encuentra por encima de los 0°C: 5,5 meses
- Media de las máximas del semestre más cálido: 37,29
- Temperatura media de las máximas del mes más cálido: 39,22

Con arreglo a estos parámetros se trata de un verano tipo *Arroz* (O), ya que la temperatura media de las máximas del semestre más cálido supera los 25°C y la duración libre de heladas disponible es superior a 4 meses.

Régimen térmico

Según el tipo de invierno y de verano establecidos, se tiene un régimen térmico continental *semicálido* (*Co*), ya que se parte de una zona de invierno de *Triticum* (*Ti*) y un tipo de verano Arroz (*O*).

Caracterización y regímenes hídricos

Con los datos que se tienen, se ha podido determinar que el clima no es mediterráneo ya que la precipitación de invierno (52,92 mm) es inferior a la precipitación de verano (86,49 mm). Tampoco es húmedo ya que debe cumplir que la precipitación anual (350 mm) sea superior a la evapotranspiración potencial anual (1.080,61 mm/año) y no es el caso. Por último, tampoco es estepario porque la suma de la precipitación de primavera (124, 51 mm) no supera el 50% de la evapotranspiración potencial media anual (1.080,61 mm/año), por lo tanto, es un régimen de humedad *Isohigro semiárido* (*Si*).

12. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL O DE REFERENCIA

El Instituto Geográfico Nacional define la evapotranspiración como el conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en forma de vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo y depende de factores de orden climático y edafológico.

La evapotranspiración de referencia se usa como un indicador de la humedad o aridez climática y su estimación se realiza mediante la expresión de Penman-Monteith (en este caso, datos recogidos del SIAR).



Figura 11. Evapotranspiración potencial media anual.
Fuente: IGN

MES	MEDIA ETo (mm/mes)	MES	MEDIA ETo (mm/mes)
ENERO	27,23	JULIO	181,27
FEBRERO	40,58	AGOSTO	161,04
MARZO	71,31	SEPTIEMBRE	106,03
ABRIL	92,64	OCTUBRE	61,67
MAYO	130,16	NOVIEMBRE	29,24
JUNIO	158,91	DICIEMBRE	29,24

Tabla 22. Valores de evapotranspiración de referencia durante el año 2020.

Fuente: SIAR

Según los datos del IGN, la ETo total anual de Calatayud es de 1.000 mm/año (Figura 11). El cálculo de este parámetro en el año 2020 da un valor de 1.080,61 mm/año (Tabla 22).

12.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, el siguiente método propone la utilización de los coeficientes de consumo de una plantación adulta en los meses en los que el cerezo tiene hoja, siendo la fórmula:

$$ET_C = K_C * ET_o$$

ET_C : evapotranspiración del cultivo

K_C : coeficiente de cultivo

ET_o = evapotranspiración de referencia

MESES	ETo	Kc	ETc
MARZO	71,31	0,40	28,52
ABRIL	92,64	0,50	46,32
MAYO	130,16	0,70	91,11
JUNIO	158,91	0,90	143,02
JULIO	181,27	0,95	172,21
AGOSTO	161,04	0,90	144,94
SEPTIEMBRE	106,03	0,75	79,52
OCTUBRE	61,67	0,60	37

Tabla 23. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.

Fuente: SIAR y Red de Asesoramiento al Regante de la Junta de Extremadura (REDAREXplus)

Se debe saber que la ETo depende de las condiciones climatológicas y el Kc del estado de desarrollo de los árboles, así como de las características del cultivo y la plantación, por lo que ambos términos van variando con el ciclo de cultivo, con valores más bajos en la aparición de los brotes, que se incrementan hasta llegar a los consumos más altos en los meses de junio, julio y agosto, para volver a reducirse hasta la caída de hojas.

Se obtiene un valor máximo mensual el mes de julio con 172,21 mm y un valor total durante el ciclo vegetativo de 742,64 mm.

13. CONCLUSIONES

Para finalizar este anejo se concluye que la climatológica de la zona de Castejón de Alarba, resulta ser favorable para el cultivo de la cereza, ya que se trata de un clima continental de tendencia semiárida más acusada hacia el Ebro, con extremos calurosos y secos en verano e inviernos muy fríos con posibles heladas, siendo la temperatura media anual de 13°C y la precipitación anual de unos 350 mm situada la plantación a 800 – 1.300 m sobre el nivel del mar.

El promotor tendrá que elegir variedades de floración tardía para evitar el riesgo de heladas (comunes desde los meses de octubre a abril) durante la floración y plantear una mecanización del riego para garantizar la máxima producción y calidad así como la instalación de mallas para minimizar los daños ocasionados por el granizo.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Estatal de Meteorología. (2021). AEMET. Gobierno de España. <http://www.aemet.es/es/portada>
- Aragon Gd. Atlas Climático de Aragón. Ambiente DdM, editor. zaragoza2007
- Clasificación climática de Köppen - Meteo Navarra. (2021). Navarra.es. <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>
- Clasificación climática de Papadakis - Meteo Navarra. (2021). Navarra.es. <http://meteo.navarra.es/definiciones/papadakis.cfm>
- Clima / Datos climatológicos. Gobierno de Aragón. (2020). Aragon.Es. <https://www.aragon.es/-/clima/-/datos-climatologicos#anchor2>
- Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. (2020). Aragon.Es. <https://www.aragon.es/organismos/departamento-de-agricultura-ganaderia-y-medio-ambiente>
- García Merayo JL, Gallego Abaroa T, Martínez Núñez L. Horas frío y horas de calor en zonas climáticas de la España Peninsular (2002-2011). 2015.
- Díaz, A. (2019). Índices climáticos y bioclimáticos. Biogeografia.net. <https://biogeografia.net/bioclina03.html>
- Instituto Geográfico Nacional. (2021). Instituto Geográfico Nacional. Geoportal Oficial Del Instituto Geográfico Nacional de España. <https://www.ign.es/web/ign/portal/espana-en-mapas>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2018). Mapa.gob.es. <https://www.mapa.gob.es/es/>
- Observatorios meteorológicos en Calatayud. (2020). Meteocalatayud.Es. <http://www.meteocalatayud.es/observatorio.html>

- Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (2021). Mapa.gob.es.
<http://eportal.mapa.gob.es/websiar/ResultadoConsultaDatos.aspx>
- Tratado de Arboricultura frutal. Vol II: La ecología del árbol. F. Gil-Albert Velarde. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

ANEJO 3:
ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ÍNDICE DEL ANEJO 3

1. INTRODUCCIÓN
2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA
3. PERFILES MUESTREADOS
4. RESULTADOS DEL ESTUDIO EDAFOLÓGICO
 - 4.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
 - 4.2 pH
 - 4.3 RELACIÓN C/N
 - 4.4 CARBONATOS
 - 4.5 MATERIA ORGÁNICA
 - 4.6 NITRÓGENO
 - 4.7 FÓSFORO
 - 4.8 POTASIO
 - 4.9 MAGNESIO
 - 4.10 CALCIO
 - 4.11 SODIO
5. PROPIEDADES QUÍMICAS Y COLOIDALES DEL SUELO
 - 5.1 FERTILIDAD
6. PROPIEDADES FÍSICAS
 - 6.1 TEXTURA
 - 6.2 ESTRUCTURA
 - 6.3 DENSIDAD APARENTE
 - 6.4 POROSIDAD
 - 6.5 COMPORTAMIENTO HÍDRICO
 - 6.5.1 CAPACIDAD DE CAMPO
 - 6.5.2 PUNTO DE MARCHITEZ
 - 6.5.3 AGUA ÚTIL
 - 6.6 CAPACIDAD DE RETENCIÓN HÍDRICA
 - 6.7 CONSISTENCIA DEL SUELO
 - 6.8 EL COLOR DEL SUELO
 - 6.9 PROFUNDIDAD DE SUELO
7. CONCLUSIONES
8. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 3

1. MAPA EDAFOLÓGICO DE ESPAÑA

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 3

1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EDAFOLÓGICO
2. INTERPRETACIÓN DE LA SALINIDAD Y SUS EFECTOS EN FUNCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
3. VALORES DE LA RELACIÓN C/N EN LOS SUELOS
4. FACTOR DE CONVERSIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA (FACTOR DE DUCHAUFOR)
5. CANTIDAD DE NITRÓGENO MINERAL EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA Y EL TIPO DE SUELO
6. INTERPRETACIÓN DE LA RELACIÓN CA/MG
7. CLASIFICACIÓN MUESTRA N° 1
8. CLASIFICACIÓN MUESTRA N° 2
9. CLASIFICACIÓN MUESTRA N° 3
10. VALORES ORIENTATIVOS DE LA POROSIDAD DE UN SUELO
11. INTERPRETACIÓN DE LA SALINIDAD Y SUS EFECTOS EN FUNCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

1. INTRODUCCIÓN

Según la definición del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1998), se considera el suelo como un cuerpo natural formado por una fase sólida (minerales y materia orgánica), una fase líquida y una fase gaseosa que ocupa la superficie de la tierra. Se organiza en horizontes o capas de materiales distintos de la roca madre, como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de la materia y energía. Además, tiene capacidad para servir de soporte a las plantas con raíces en un medio natural.

Conocer el tipo de suelo que se cultiva surge de la necesidad de manejarlo adecuadamente para obtener el máximo rendimiento de manera sostenible evitando el deterioro irreversible de este recurso.

El uso del suelo como recurso productivo requiere a menudo adaptar las condiciones de fertilidad natural a las que demanda el cultivo, y el éxito de esa adaptación depende del conocimiento de la situación de partida.

El siguiente estudio edafológico indicará si son necesarias enmiendas y de qué tipo, así como el abonado que es necesario.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Geográficamente la zona de estudio se encuentra en el extremo sureste de la depresión situada entre la Sierra de Pardos y la Sierra de Ateca.

La Sierra de Ateca constituye el núcleo paleozoico de una gran estructura anticlinal con directrices tectónicas de orientación ibérica (NO-SE), afectadas por pliegues apretados, cabalgamientos y fallas inversas muy verticalizadas. La Comarca de Calatayud pertenece a la región geológica de la Cuenca Cenozoica del Valle del Ebro y presenta dominio calcáreo y arcilloso en cuanto a la litología se refiere.



Figura 1. Mapa edafológico de España.
Fuente: IGN

Analizando la Figura 1 de este Anejo, obtenida del Instituto Geográfico Nacional, se observa que los suelos de la zona de estudio pertenecen a los grupos de referencia de los Calcisoles (CL) y los Leptosoles (LP).

3. PERFILES MUESTREADOS

La toma de muestras es el primer paso que se debe realizar para diagnosticar la calidad de la tierra en base al análisis del suelo.

Esta toma de muestras debe realizarse después de la recolección y siempre antes de efectuar un abonado o enmienda, eliminando de la muestra los restos vegetales de la parte superior del suelo. Se divide la superficie a analizar en parcelas que son aparentemente uniformes por su aspecto (color, vegetación, etc.) y se toma una muestra por parcela, siempre y cuando su superficie sea de un tamaño y naturaleza que pueda ser fertilizada independientemente.

Se analiza una muestra compuesta, confeccionada por la mezcla de varias sub-muestras obtenidas por sondeo (10 o 12 como mínimo) de diferentes partes de la parcela.

En este caso, para el análisis de suelo se tomaron tres muestras de las parcelas en estudio a una profundidad de 60/70cm, dando los siguientes resultados (Tabla 1), interpretados por el sistema Siddra (Fertiberia) para llevar a cabo la interpretación, el diagnóstico y la recomendación de abonado.

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO EDAFOLÓGICO

	CE (dS/m)	pH	C/N	CaCO ₃ (%)	MO (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Mg (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Na (cmol/kg)
MUESTRA 1	0,1	8,07	7,18	0,6	2,1	0,17	94,1	383,1	6	18,4	0,2
MUESTRA 2	0,1	8,07	7,61	0,64	1,57	0,12	27,85	496,5	3,3	9,1	0,1
MUESTRA 3	0,09	8,16	8,37	3,28	1,44	0,1	17,5	301	3,8	30,6	0,2

Tabla 1. Resultados del análisis edafológico.

Fuente: Sistema Siddra de Fertiberia

A modo de curiosidad, he de comentar que el grupo más importante de los minerales del suelo es el de los silicatos, formados por la combinación de silicio y oxígeno, pero especialmente en zonas áridas como la zona de estudio pueden presentarse también minerales no silicatados como carbonatos, óxidos e hidróxidos de hierro, sulfatos y sales solubles.

Los filosilicatos, es decir, las micas y los minerales de arcilla, son los únicos minerales del suelo que aportan una capacidad de intercambio catiónico significativa.

En base a los resultados obtenidos, se procede a hacer una valoración de cada uno de los parámetros:

4.1. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica mide la concentración de sales solubles presente en el suelo, por la capacidad de este para conducir corriente eléctrica según el contenido iónico.

La conductividad eléctrica (extracto 1:5) oscila entre 0,09 y 0,1 dS/m. Son valores muy bajos que indican que los suelos de las parcelas no tienen ningún problema de salinidad. Se concluye que se dispone de un suelo apto para cultivar cerezos.

La salinización natural del suelo es un fenómeno asociado a condiciones climáticas de aridez y a la presencia de materiales ricos en sales. No obstante, existe una salinidad adquirida por el riego prolongado con agua de elevado contenido salino, en suelos de baja permeabilidad y bajo climas secos.

Algunos efectos de la salinidad es el retardo de la nascencia, un crecimiento lento e incompleto, necrosis en las hojas y la disminución del rendimiento del cultivo.

Cuando existe un exceso de sales solubles en el suelo, la fuerza con que estas retienen el agua es importante, disminuyendo el agua útil para las plantas, por lo que será necesario regar a un menor nivel para que la planta no se vea afectada.

Si la salinidad es muy elevada el agua será retenida con tanta fuerza que, aunque el suelo este prácticamente a CC, las plantas no podrán absorberla y morirán.

CONDUCTIVIDAD (dS/m)	SALINIDAD	DESARROLLO DE LOS CULTIVOS
0 - 2	Ninguna	Normal para todos
2 - 4	Escasa	Se ven afectados algunos cultivos muy sensibles
4 - 8	Moderada	Afecta a la mayoría de los cultivos
8 - 16	Alta	Solo pueden desarrollarse las plantas muy tolerantes y con dificultad
> 16	Excesiva	No hay posibilidad de cultivo. Solo se da la vegetación halófila.

Tabla 2. Interpretación de la salinidad y sus efectos en función de la conductividad eléctrica.

4.2. pH

El valor del pH es muy importante ya que es un parámetro que influye tanto a nivel físico como químico.

- Propiedades físicas: los pH neutros son los mejores para las propiedades físicas de los suelos. A pH muy ácidos hay una alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. En pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico.
- Propiedades químicas y fertilidad: la asimilación de nutrientes del suelo está influenciada por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilables para las plantas.

El valor de pH (1:2,5 en agua) de las parcelas es muy homogéneo con un valor medio de $8,1 \pm 0,05$ por lo que los suelos son ligeramente básicos aunque este valor está dentro del rango aceptable para cultivar cerezo.

La basicidad es una propiedad química que se puede analizar utilizando los valores de pH, los de caliza total, es decir, el contenido en carbonatos y los de caliza activa.

En este caso, a pesar de ser suelos moderadamente básicos y no provenir aparentemente esta basicidad del porcentaje de carbonatos, no habría problema de clorosis férrica ya que el contenido de caliza activa es nulo y hay mucha posibilidad de intercambio.

4.3. RELACIÓN C/N

Este parámetro sirve para describir la mineralización y humificación de la materia orgánica del suelo durante el proceso degradativo, ya que la relación C/N disminuye, de modo que el contenido medio final en el humus está entorno al 5% de nitrógeno.

El carbono fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico y suele oscilar entorno a un 50 – 60%, sin embargo, el contenido de nitrógeno es mucho menor y más variable.

Para una buena humificación de la materia orgánica es necesaria una buena aireación del suelo y una buena actividad biológica.

Si en un suelo, la relación C/N en la materia orgánica es elevada, los microorganismos disponen de C pero carecen de N, por lo que, si no hay un buen manejo de las parcelas, se puede producir el “hambre de nitrógeno” y causar pérdidas de producción en el cultivo (Tabla 2).

Los valores de C/N de las parcelas oscilan entre 7,2 y 8,4; son valores ligeramente bajos, pero según la valoración realizada por el sistema Siddra, se indica que son valores de C/N frecuentes en suelos cultivados.

RELACIÓN C/N DEL SUELO	INTERPRETACIÓN
< 5	Excesiva mineralización Contenido de materia orgánica bajo Escasa fertilidad Destrucción de la microflora y la microfauna
5 - 8	Tendencia hacia la mineralización de la materia orgánica Fertilidad baja – media Puede aumentar la tasa orgánica mediante aportaciones de MO elevadas y continuadas
8 -12	Equilibrio entre mineralización y humificación Fertilidad elevada Para conservar este rango es recomendable realizar aportes periódicos de MO
> 12	Tendencia a la humificación Poco frecuente en suelos cultivados

Tabla 3. Valores de la relación C/N en los suelos.

La zona estudiada es una zona de suelos con fertilidad media o incluso elevada, propiedad que se puede mantener o aumentar con aportes de materia orgánica continuados y que presenta un equilibrio entre la mineralización y la humificación.

4.4. CARBONATOS

El nivel de carbonatos de las parcelas analizadas es muy bajo oscilando entre el 0,6 y el 3,4 %. Por este motivo no habrá problemas en el cultivo del cerezo.

4.5. MATERIA ORGÁNICA

El horizonte superficial es el horizonte que normalmente tiene un mayor contenido en materia orgánica, mientras que el contenido va disminuyendo progresivamente con la profundidad. Solamente bajo determinadas condiciones de precipitación y drenaje, puede acumularse materia orgánica en profundidad a causa de la intensa percolación de agua que atraviesa los horizontes superficiales.

En los suelos agrícolas con similares técnicas de cultivo, se ha comprobado que la variación del contenido de la materia orgánica se debe a la influencia de la temperatura y la precipitación.

Es posible establecer la proporción de materia orgánica de un suelo en función del clima y de su uso, representando su contenido del 1 al 3% en suelos agrícolas y más del 15% en suelos forestales.

SUELOS DE CULTIVO	MO (%) = C (%) * 1,72
SUELOS DE PRADERA Y BOSQUES	MO (%) = C (%) * 2

Tabla 4. Factor de conversión de la materia orgánica (factor de Duchaufour).

La presencia de materia orgánica humificada favorece una adecuada porosidad, lo que permite una elevada aireación del suelo y una buena permeabilidad. También actúa como un regulador de la capacidad de retención y la infiltración de agua.

En los suelos agrícolas de Aragón el contenido de materia orgánica no llega al 1% en la mayoría de los casos. Por tanto, la zona de estudio se puede decir que presenta valores normales dentro del rango que existe en Aragón.

4.6. NITRÓGENO

El nitrógeno es un macronutriente primario imprescindible para el correcto desarrollo o y funcionamiento de las plantas. Cuanto más N haya en el medio, más verde será planta, mayor capacidad fotosintética tendrá y, por tanto, mayor crecimiento. Este mayor crecimiento primario que secundario a veces es contraproducente, hace que se desequilibre la proporción de crecimiento radicular al exterior, lo que conlleva una menor capacidad de absorción hídrica y menor fuerza contra plagas. Por tanto, una cantidad excesiva de nitrógeno no se traduce en una mayor producción, si no que si el contenido de este macronutriente sobrepasa el requerimiento del cultivo, éste se pierde por lixiviado y crea problemas medioambientales de contaminación de las aguas subterráneas. El nitrógeno no se retiene en el suelo como otros nutrientes.

El nitrógeno en el suelo está presente en forma de nitrógeno orgánico, NO_3^- y NH_4^+ .

El 99% del valor de nitrógeno que aporta el análisis de Fertiberia corresponde a N orgánico, que tiene un valor fertilizante pero no de absorción inmediata, ya que es necesario que exista un proceso de mineralización.

Para saber la cantidad de N mineral que aporta el contenido orgánico del suelo, se utiliza una tabla (Tabla 4) en la que se obtiene el valor del N disponible equivalente según la clase textural del suelo y su contenido orgánico.

A continuación, se muestra la cantidad de N mineral para cada una de las muestras estudiadas:

CONTENIDO DE MO (%)	TEXTURA DEL SUELO	N ANUAL DISPONIBLE (kg/ha)
2,1 %	Franco – arenosa	45
1,57 %	Franco – arenosa	33,5
1,44 %	Franca	29,5

Tabla 5. Cantidad de nitrógeno mineral en función del contenido de materia orgánica y el tipo de suelo.

4.7. FÓSFORO

El cerezo presenta un alto requerimiento de fósforo, en las primeras y últimas fases, en la formación del fruto y en el crecimiento del sistema radicular.

El contenido de fósforo del suelo de las parcelas analizadas oscila entre 17,5 y 94,1 mg P₂O₅/kg, siendo valores entre normales y elevados para este nutriente.

4.8. POTASIO

Este macronutriente es muy poco móvil en el suelo, se suele aplicar en fondo y no genera problemas ambientales de toxicidad. Algunas de sus funciones son la síntesis proteica, la producción y transporte de azúcares y la regulación del comportamiento hídrico. Es un elemento sinérgico con el nitrógeno.

El contenido de potasio del suelo de las parcelas analizadas oscila entre 301 y 496,5 mg K₂O/kg, siendo valores entre normales y muy ricos para este nutriente.

4.9. MAGNESIO

Es un macronutriente secundario activador de procesos enzimáticos y también interviene en la movilización de los fosfatos. A diferencia de los macronutrientes primarios, su ausencia casi nunca limita la producción del cultivo, pero puede provocar clorosis, necrosis y hojas más sensibles a tratamientos fitosanitarios.

4.10. CALCIO

Es un macronutriente secundario que interviene en la división y en el crecimiento celular, confiere estabilidad a las membranas y regula la transpiración. Su carencia puede provocar dificultad en el crecimiento del sistema radicular y también impide el transporte de sustancias elaboradas en la planta provocando clorosis.

RELACIÓN Ca/Mg	
< 1	Posible carencia de Ca
> 10	Posible carencia de Mg

Tabla 6. Interpretación de la relación Ca/Mg.

Analizando los valores de Mg y Ca que ha facilitado la empresa Fertiberia, se concluye que no habrá riesgo de ninguna carencia de estos dos macronutrientes secundarios, es decir, hay un buen equilibrio entre los dos cationes.

A modo de curiosidad, hay que recordar que cuando hay mucha disponibilidad de calcio, aunque también la haya de magnesio, el calcio se absorberá primero.

4.11. SODIO

No todas las sales se comportan de la misma manera y mientras la mayoría de las plantas no son sensibles al aumento de calcio, todas lo son al incremento de sodio.

La presencia de algunas sales como el sodio ejercen la posible toxicidad sobre las plantas por acción osmótica o de toxicidad iónica específica, y generan una alcalinidad más alta que el calcio. Cuando el Na⁺ es el catión predominante en la solución del suelo y en el complejo de intercambio, la estabilidad estructural del suelo se reduce.

En este caso el sodio no interfiere ya que presenta valores casi nulos y no conlleva ningún problema de salinidad.

5. PROPIEDADES QUÍMICAS Y COLOIDALES DEL SUELO

5.1. FERTILIDAD

Se puede definir la fertilidad del suelo como la capacidad que tiene el medio edáfico de sostener el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Los principales problemas que afectan a la fertilidad pueden ser clasificados como prácticamente irreversibles, así es el caso de la salinidad, o como reversibles, cuando se habla de la alcalinidad o la acidez y de la disponibilidad de nutrientes. Modificar los denominados problemas reversibles es posible con el uso de fertilizantes, enmiendas o correctores.

Un abono o fertilizante es un producto cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas, mientras que una enmienda permite modificar o mejorar las propiedades y características físicas, químicas o biológicas del suelo. Las enmiendas pueden ser orgánicas o inorgánicas.

Gracias a los resultados obtenidos se concluye que las parcelas estudiadas son ricas en fósforo y potasio y que la materia orgánica puede aportar entre 30-50 kg/ha de nitrógeno mineral que sería aprovechable por el cultivo

Se tendrán en cuenta los valores de los nutrientes aportados por el suelo para ajustar el balance de la fertilización, detallado posteriormente en el diseño agronómico.

6. PROPIEDADES FÍSICAS

6.1. TEXTURA

La textura del suelo es una propiedad muy importante por la relación que tiene con la retención de agua y la aireación, y se determina en base a la proporción de tres tamaños de partículas: arena, limo y arcilla.

La textura de cada horizonte del suelo va a determinar su comportamiento frente al laboreo o el agua a través de la influencia que esta propiedad tiene sobre el resto de las características físicas del suelo.

La textura de las muestras 1 y 2 es textura franco-arenosa (Tablas 7 y 8), es decir, es un suelo que presenta un contenido de arena que oscila entre el 52 y el 72%.

MUESTRA 1 TEXTURA FRANCO – ARENOSA PROVINCIA 50 – MUNICIPIO 75 – POLÍGONO 10 – PARCELA 1		
ARENA 72%	LIMO 16%	ARCILLA 12%

Tabla 7. Clasificación muestra n° 1.
Fuente: Sistema Siddra de Fertiberia

MUESTRA 2 TEXTURA FRANCO – ARENOSA PROVINCIA 50 – MUNICIPIO 75 – POLÍGONO 10 – PARCELA 42		
ARENA 52%	LIMO 36%	ARCILLA 12%

Tabla 8. Clasificación muestra n° 2.
Fuente: Sistema Siddra de Fertiberia

En cambio, la muestra n° 3 es de textura franco, presentando la siguiente composición (Tabla 9), existiendo un mayor equilibrio entre las proporciones de las tres fracciones granulométricas.

MUESTRA 3 TEXTURA FRANCO PROVINCIA 50 – MUNICIPIO 75 – POLÍGONO 11 – PARCELA 93		
ARENA 48%	LIMO 28%	ARCILLA 24%

Tabla 9. Clasificación muestra n° 3.
Fuente: Sistema Siddra de Fertiberia

Las arenas granulométricas están constituidas por partículas de tamaño comprendido entre 2 mm y 0,05 mm, tamaño que confiere al suelo menor capacidad de retención de humedad, aunque, por otro lado, aporta una buena permeabilidad al agua y facilita la penetración radicular. Por tanto, un suelo arenoso tiene una buena aireación y menor inercia térmica.

El limo está constituido por partículas con un tamaño comprendido entre 0,05 mm y 0,002 mm.

Una alta presencia de limo en el suelo puede resultar muy desfavorable para el riego y el drenaje. Por último, la arcilla está constituida por partículas minerales de tamaño menor a 0,02 mm y es la fracción mineral del suelo más activa por su capacidad de intercambio catiónico. Estas partículas, de elevada capacidad de retención de humedad, junto con la materia orgánica, son las responsables de la formación de agregados y por tanto, de la estructuración del suelo.

6.2. ESTRUCTURA

La forma en que la arena, el limo y la arcilla junto con la materia orgánica están agrupadas en el suelo formando conjuntos estables o agregados es lo que se conoce como estructura.

Los horizontes superficiales, debido a la mayor presencia de materia orgánica presentan una mejor estructura que va perdiéndose a medida que aumenta la profundidad.

El laboreo en condiciones de alta humedad, la compactación por maquinaria y los problemas de salinidad pueden deteriorar esta propiedad del suelo. En cambio, los aportes de materia orgánica y el cultivo de plantas favorecen la estructuración.

Un suelo bien estructurado permite una buena circulación del agua, aire y nutrientes, posee una conductividad hidráulica elevada, facilita la penetración de las raíces y es más resistente a la erosión.

6.3. DENSIDAD APARENTE

Como en cualquier medio poroso, en el suelo se pueden determinar dos tipos de densidades, la densidad real y la densidad aparente, siendo esta última la útil para el análisis.

Es la relación que existe entre la masa del sólido y el volumen total ocupado por el sólido y el espacio poroso. La masa del sólido se determina pesando la muestra a 105°C, y el volumen se deduce del contenedor utilizado para la toma de muestra.

Los valores de densidad aparente son muy variables y se pueden alterar con facilidad si el suelo se compacta o pierde su estructura. El incremento de materia orgánica en el suelo hace disminuir el valor de esta propiedad, sin embargo, la compactación del suelo origina un incremento importante de la densidad aparente.

El incremento de la densidad aparente es la manifestación de que se altera y disminuye el espacio de poros, que es realmente lo que afecta al crecimiento y a la nutrición de plantas.

Un suelo arcilloso tiene menor densidad que uno arenoso.

6.4. POROSIDAD

El espacio poroso de un suelo es la parte de este que en su estado natural está ocupado por agua y/o aire.

La porosidad depende de las características físicas del suelo como la textura, estructura y contenido de materia orgánica, pero también se ve modificada por su manejo, el tipo e intensidad de cultivos y el laboreo.

La compactación reduce la porosidad y esto lleva asociada la escasa circulación del agua y el aire y la dificultad para el crecimiento radicular.

$$\text{Porosidad} = 1 - (D_a / D_r)$$

POROSIDAD TOTAL (%)	INTERPRETACIÓN
< 30	MUY BAJA
30 - 40	BAJA
40 - 50	MEDIA
50 - 60	ALTA
> 60	MUY ALTA

Tabla 10. Valores orientativos de la porosidad de un suelo.

6.5. COMPORTAMIENTO HÍDRICO

La permeabilidad es la facilidad con la que el agua entra en el suelo. Si un suelo no es permeable, porque está sellado por pérdida de estabilidad de los agregados en superficie, impedirá que el suelo se humecte y por lo tanto cuando se aplique un riego, el agua se perderá por escorrentía o quedará encharcada

La falta de permeabilidad de los suelos constituye la causa más frecuente del fracaso de las plantaciones frutales, debido a la presencia de algún horizonte impermeable en el perfil.

La velocidad de infiltración es la velocidad con que el agua es capaz de penetrar en el suelo saturado de agua. Regando sobre el suelo seco la velocidad de infiltración será muy alta ya que el suelo admite gran cantidad de agua, pero conforme se va saturando de humedad esta velocidad disminuye.

La conductividad hidráulica es una propiedad muy ligada a la textura y la estructura, es la velocidad con que circula el agua en el interior del suelo.

El aumento de la infiltración del agua en el suelo disminuye la escorrentía y con ello la erosión hídrica del suelo, en cambio, como es lógico, aumenta las reservas de agua en el suelo.

Una estructura de tipo laminar y sobre todo en superficie, indica una estructuración muy débil, por lo que conlleva que la escorrentía aumente y se cree una costra o sellado superficial.

Una vez determinada la textura se obtienen las diferentes propiedades que relacionan de forma directa el suelo y el agua.

6.5.1. CAPACIDAD DE CAMPO

La capacidad de campo es el agua que queda en el suelo 24h después de regar hasta saturación, a -33kpa o -0,33atm. El potencial matricial, que se considera equivalente a la fuerza con que queda

retenida el agua uno o dos días después del riego o una lluvia importante, cuando el suelo ha drenado libremente, el contenido de humedad en ese punto se denomina capacidad de campo.

Si se utiliza la curva de humedad para su interpretación, se puede definir la capacidad de campo como el punto de equilibrio entre el potencial gravitacional y el matricial, momento en que el suelo contiene la mayor cantidad de agua que puede retener en contra de la gravedad.

6.5.2. PUNTO DE MARCHITEZ

En general se considera el potencial matricial que es igual a -15 atm, es decir, la máxima fuerza que son capaces de realizar las plantas para absorber el agua. Cuando el potencial del agua en el exterior de la raíz alcanza este nivel las plantas se marchitan de forma permanente y mueren.

6.5.3. AGUA ÚTIL

Es la diferencia entre el contenido de humedad a capacidad de campo y el contenido en el punto de marchitez. Es el agua utilizable por las plantas y constituye el máximo de agua que es capaz de retener el suelo seco sin que se pierda por percolación. Este valor establecerá la dosis de agua que se deberá aplicar (en un riego sería la dosis máxima).

En función del estudio de estos criterios se deduce que las parcelas de estudio presentan problemas de encharcamientos, debido a que el agua drena muy despacio, por lo que va a permanecer en el suelo mucha cantidad y durante un tiempo prolongado.

6.6. CAPACIDAD DE RETENCIÓN HÍDRICA

La proporción de agua presente en el suelo depende de las entradas, es decir, de la lluvia y el aporte de riego, y de las salidas como la evapotranspiración del cultivo.

Después de un riego una parte del agua permanece muy poco tiempo en el suelo, ocupa momentáneamente los poros y desaparece de ellos por percolación profunda en uno o dos días conforme el suelo va drenando. Del agua que queda almacenada una parte puede ser aprovechada por las raíces de las plantas y es la que se llama agua disponible. En cambio, otra parte no puede ser absorbida por las raíces y representa el agua no disponible.

La disponibilidad de agua varía en función de la textura, del contenido de humedad y del contenido de sales en el suelo, siendo mucho más disponible en el caso de las arcillas.

6.7. CONSISTENCIA EN EL SUELO

La consistencia del suelo, relacionada con la textura y la estructura, puede definirse como la resistencia que éste opone a la deformación o ruptura. Se determina considerando tres posibles estados del suelo: seco, húmedo y mojado.

En el caso del cerezo, este cultivo prospera en terrenos pedregosos como la Comarca de Calatayud.

6.8. EL COLOR DEL SUELO

El color del suelo es una propiedad física que permite inferir características como su composición mineralógica, su edad o los procesos edáficos que tienen lugar, como la acumulación de carbonatos y la presencia de materia orgánica humificada.

Esta característica permite diferenciar entre distintos tipos de horizontes o entre perfiles de distintos suelos y su identificación se lleva a cabo mediante el sistema Munsell.

6.9. PROFUNDIDAD DE SUELO

Es muy importante constatar cuál es la profundidad disponible para las plantas, que será aquella que puedan explorar las raíces. Esta propiedad puede estar limitada por la roca consolidada, por capas compactas o también por capas freáticas fluctuantes o permanentes.

7. CONCLUSIONES

Según el análisis realizado por el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendaciones de Abonado, tanto la muestra nº1 como la muestra nº2 son consideradas un suelo ligero con fertilizantes inferiores al de la tercera muestra, por lo que pueden producir pérdidas por lavado, siendo aconsejable el fraccionamiento del abonado nitrogenado. El contenido en carbonatos es bajo, por lo que no es de esperar que se produzcan fijaciones del fósforo que reducen su disponibilidad inmediata.

En cambio, la muestra nº3 se trata de un suelo de textura franca con drenaje interno aceptable, capacidad de retención de agua y fertilizante aceptable, por lo que resulta adecuado para el cultivo si el suelo contiene calcio. El suelo no presenta problemas de salinidad y el contenido en carbonatos es bajo, por lo que no es de esperar que se produzcan fijaciones del fósforo que reducen su disponibilidad inmediata.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de la Asignatura Edafología de la Escuela Politécnica Superior de Huesca-Universidad de Zaragoza
- Apuntes de la Asignatura Fitotecnia de la Escuela Politécnica Superior de Huesca-Universidad de Zaragoza
- Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. (1999). https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf
- Instituto Geográfico Nacional. (2021). Instituto Geográfico Nacional. Geoportal Oficial Del Instituto Geográfico Nacional de España. <https://www.ign.es/web/ign/portal/espana-en-mapas>
- Software Siddra creado por la empresa Fertiberia.

ANÁLISIS EDAFOLÓGICO – FINCA CASTEJÓN DE ALARBA (CALATAYUD)
MUESTRA 1



Referencia Nº: 59941 14/12/2018
Boletín editado el: 01/03/2019

Datos del Consultante

FITOCUAI RAN . .
Avd. Zaragoza, 21
50298 Pinseque (ZARAGOZA)

DATOS DE FINCA, PARCELA Y CULTIVO

Finca: MOUNTAIN CHERRY
Parcela: MUESTRA 1
Catastro: Polígono D Parcela 1
Localidad: CASTEJÓN
C.P.: 50346 (ZARAGOZA)

Cultivo: CEREZO/ADARÁ SONATA
Producción: 15000 Kg/Ha
Tipo: Goteo
Superficie: 0 Ha
Identificación:

Resultado del Análisis de Tierra

Laboratorio Agronómico Avda. Reina Mercedes 4B Edificio CITIUS 1, 41012 SEVILLA	muestra nº T-264005	
---	------------------------	--

Arena	72%	Limo	18%	Arcilla	12%
Textura: Franco-arenosa					
C. Eléctrica	mS/cm	0,1	No salino		
pH		8,07	Alcalino		
Relación C/N		7,18	Bajo		
Carbonatos	%	0,6	6000,0 p.p.m.		
Caliza Activa		-	-		
Materia Orgánica		2,1	21000,0		
Nitrógeno		0,17	1700,00		
	meq/100gr		p.p.m.		
Fósforo Olsen		0,3	94,1		
Potasio		1,0	383,1		
Magnesio		6,0	728,4		
Calcio		18,4	3883,4		
Sodio		0,2	36,8		



(Datos analíticos interpretados por Sistema Siddra)

Interpretación del Análisis

Se trató de un suelo ligero, drenaje interno bueno, capacidad de retención de agua y fertilizantes escasa, por lo que pueden producir pérdidas por lavado, siendo aconsejables el fraccionamiento del abonado nitrogenado. En general son de baja fertilidad. El suelo no presenta problemas de salinidad. El contenido en carbonatos es bajo, por lo que no es de esperar que se produzcan fijaciones del fósforo que reducen su disponibilidad inmediata.

Recomendación de Fertilización

Fertilización de Fondo	Kg/Ha
-------------------------------	--------------

Observaciones

RECOMENDACIÓN DE ABONADO: -Equilibrio 1-0.2-1.6 De brotación a parada de crecimiento en brotes y frutos (48 UFN/ha). -Equilibrio 1-0.3-3.6 De parada en crecimiento a caída de hoja (36 UFN/ha). Seguir plan de abonado en microelementos Grupo Fertiberia.

Fdo. Técnico Agrónomo



Empresa certificada con números de registro: ER-0112/1998, ER-0951/1997, ER-0955/1997, ER-0113/1998, ER-0954/1997.

Los métodos analíticos utilizados para las determinaciones son los oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Página 1 de 11

Abone con Fertiberia.
Le garantizamos la mejor nutrición para sus cultivos.

MUESTRA 2



Referencia Nº: 59860 14/12/2018
Boletín editado el: 25/02/2019

Datos del Consultante

FITOCUAI RAN . .
Avd. Zaragoza, 21
50298 Pinseque (ZARAGOZA)

DATOS DE FINCA, PARCELA Y CULTIVO

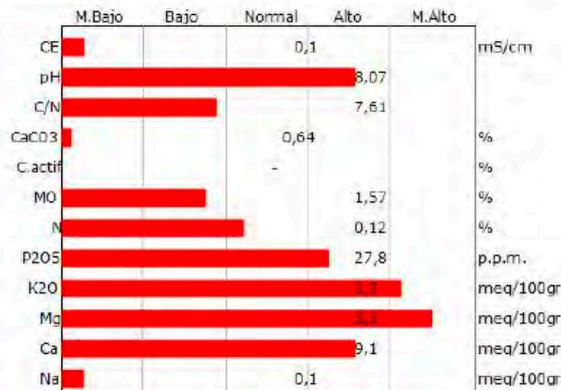
Finca: MOUNTAIN CHERRY
Parcela: MUESTRA 2
Catastro: Polígono 10 Parcela 42
Localidad: CASTEJÓN
C.P.: 50346 (ZARAGOZA)

Cultivo: CEREZO/ADARA/LAPI NS
Producción: 15000 Kg/Ha
Tipo: Goteo
Superficie: 0 Ha
Identificación:

Resultado del Análisis de Tierra

Laboratorio Agronómico Avda. Reina Mercedes 4B Edificio CITIUS 1, 41012 SEVILLA	muestra nº T-264006	
---	------------------------	--

Arena 52%	Limo 36%	Arcilla 12%
Textura: Franco-arenosa		
C. Eléctrica mS/cm	0,1	No calino
pH	8,07	Alcalino
Relación C/N	7,61	Bajo
	%	p.p.m.
Carbonatos	0,64	6400,00
Caliza Activa	-	-
Materia Orgánica	1,57	15700,00
Nitrógeno	0,12	1200,00
	meq/100gr	p.p.m.
Fósforo Olsen	0,09	27,85
Potasio	1,3	406,5
Magnésio	3,3	401,3
Calcio	9,1	1821,6
Sodio	0,1	23,0



(Datos analíticos interpretados por Sistema Siddra)

Interpretación del Análisis

Se trata de un suelo ligero, drenaje interno bueno, capacidad de retención de agua y fertilizantes escasa, por lo que pueden producir pérdidas por lavado, siendo aconsejables el fraccionamiento del abonado nitrogenado. En general son de baja fertilidad. El suelo no presenta problemas de salinidad. El contenido en carbonatos es bajo, por lo que no es de esperar que se produzcan fijaciones del fósforo que reducen su disponibilidad inmediata.

Recomendación de Fertilización

Fertilización de Fondo Kg/Ha

Observaciones

RECOMENDACIÓN DE ABONADO: - Equilibrio 1-0-3-1 (80 UFN/ha) De brotación a parada de crecimiento en brotes y frutos. - Equilibrio 1-0-4-2-3 (40 UFN/ha) De parada en crecimiento a caída de hoja. Seguir plan de abonado en microelementos Grupo Fertiberia.

Fdo. Técnico Agronómico



Empresa certificada con números de registro: ER-0132/1996, ER-0953/1997, ER-0956/1997, ER-0130/1998, ER-0954/1997

Los métodos analíticos utilizados para las determinaciones son los oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Página 1 de 2



Abone con Fertiberia.
Le garantizamos la mejor nutrición para sus cultivos.

MUESTRA 3



Referencia Nº: 59940 14/12/2018
Boletín editado el: 01/03/2019

Datos del Consultante

FITOCUAI RAN . .
Avd. Zaragoza, 21
50298 Pinseque (ZARAGOZA)

DATOS DE FINCA, PARCELA Y CULTIVO

Finca: MOUNTAIN CHERRY
Parcela: MUESTRA 3
Catastro: Polígono 11 Parcela 93
Localidad: CASTEJÓN
C.P.: 50346 (ZARAGOZA)

Cultivo: CEREZO/ADARA/LAPI NB
Producción: 15000 Kg/Ha
Tipo: Goteo
Superficie: 0 Ha
Identificación:

Resultado del Análisis de Tierra

Laboratorio Agronómico Avda. Reina Mercedes 4B Edificio CITIUS 1, 41012 SEVILLA	muestra nº T-264007	
---	------------------------	--

	Arena 48%	Limo 28%	Arcilla 24%
Textura: Franco			
C. Eléctrica mS/cm	0,09	No salino	
pH	8,16	Alcalino	
Relación C/N	8,37	Normal	
	%	p.p.m.	
Carbonatos	3,28	32800,00	
Caliza Activa	-	-	
Materia Orgánica	1,44	14400,00	
Nitrógeno	0,1	1000,0	
	meq/100gr	p.p.m.	
Fósforo Olsen	0,06	17,5	
Potasio	0,8	301,0	
Magnésio	3,8	462,1	
Calcio	30,6	6126,2	
Sodio	0,2	55,2	



(Datos analíticos interpretados por Sistema Siddra)

Interpretación del Análisis

Se trata de un suelo de textura media, drenaje interno aceptable, capacidad de retención de agua y fertilizantes aceptable, por lo que resulta adecuado para el cultivo si el suelo contiene calcio. En general son de moderada. El suelo no presenta problemas de salinidad. El contenido en carbonatos es bajo, por lo que no se de esperar que se produzcan fijaciones del fósforo que reducen su disponibilidad inmediata. El contenido en materia orgánica es bajo, lo que repercute muy negativamente en las características físico-químicas del suelo.

Recomendación de Fertilización

Fertilización de Fondo	Kg/Ha
------------------------	-------

Observaciones

RECOMENDACIÓN DE ABONADO: -Equilibrio 1-0-6-1-3 De brotación a parada de crecimiento en brotes y frutos (60 UFN/ha). -Equilibrio 1-1-2-8 De parada en crecimiento a caída de hoja (41 UFN/ha). Seguir plan de abonado en microelementos Grupo Fertilberia.

Fdo. Técnico Agronómico



Empresa certificada con números de registro: ER-0132/1998, ER-0953/1997, ER-0956/1997, ER-0130/1998, ER-0954/1997

Los métodos analíticos utilizados para las determinaciones son los oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Página 1 de 2

Abone con Fertilberia.
Le garantizamos la mejor nutrición para sus cultivos.

ANEJO 4:

*VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL
AGUA DE RIEGO*

ÍNDICE DEL ANEJO 4

1. INTRODUCCIÓN
2. SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES
3. ANÁLISIS AGUA DE RIEGO
 - 3.1 pH
 - 3.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
 - 3.3 TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS
 - 3.4 DUREZA TOTAL
 - 3.5 CARBONATOS
 - 3.6 BICARBONATOS
 - 3.7 CLORUROS
 - 3.8 NITRATOS
 - 3.9 SULFATOS
 - 3.10 SULFITOS
 - 3.11 CALCIO
 - 3.11.1 ÍNDICE DE LANGELIER
 - 3.12 MAGNESIO
 - 3.13 SODIO
 - 3.14 POTASIO
 - 3.15 PLOMO
 - 3.16 CADMIO
 - 3.17 ÍNDICE DE SCOTT
 - 3.18 ÍNDICE DE SAR
 - 3.19 ÍNDICE DE SAR AJUSTADO
 - 3.20 CLASIFICACIÓN RIVERSIDE
4. OTRAS CLASIFICACIONES DEL AGUA
 - 4.1 ÍNDICE DE EATON
 - 4.2 NORMAS H. GREENE (FAO)
 - 4.3 NORMAS WILCOX
5. CONCLUSIONES
6. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 4

1. SITUACIÓN DE LOS POZOS Y LA Balsa DE APROVECHAMIENTO
2. RESTRICCIONES EN EL USO DEL AGUA SEGÚN EL CONTENIDO EN SALES
3. VALORES DEL ÍNDICE DE LANGELIER
4. DIAGRAMA PARA CLASIFICAR LAS AGUAS DE RIEGO SEGÚN EL U.S. SALINITY LABORATORY STAFF (1954)
5. DIAGRAMA PARA LA INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE UN AGUA DE RIEGO
6. DIAGRAMA PARA LA INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE UN AGUA DE RIEGO SEGÚN EL U.S.D.A

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 4

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS
2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO
3. CALIDAD AGRONÓMICA DE LAS AGUAS DE RIEGO
4. INTERPRETACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA
5. INTERPRETACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES EN EL AGUA
6. CLASIFICACIÓN DEL AGUA EN FUNCIÓN DE LOS GRADOS HIDROMÉTRICOS
7. INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE LANGELIER
8. CLASIFICACIÓN DEL AGUA EN BASE AL CONTENIDO DE CLORUROS, SULFATOS Y SODIO
9. INTERPRETACIÓN DE LA ALCALINIDAD EN BASE A LA RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO
10. RIESGO DE DESCENSO DE LA PERMEABILIDAD EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO
11. VALORES DEL SAR AJUSTADO Y CE EN EL AGUA DE RIEGO
12. CONTENIDO DE CATIONES Y ANIONES
13. RESULTADOS OBTENIDOS EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN ELEGIDA PARA VALORAR EL AGUA DE RIEGO

1. INTRODUCCIÓN

La puesta en regadío implica el análisis del agua con la que se va a regar, el cálculo de las dosis de riego necesarias, parámetro relacionado con las necesidades hídricas del cultivo, la distribución del sistema de riego en la explotación y en consecuencia, el diseño de la red de tuberías y la localización de los goteros.

Es obligatorio un análisis de la calidad de agua de riego previo a la plantación y posteriormente, cada dos años para el diseño de los planes de fertilización y riego.

Según la FAO, de todos los sectores que utilizan el agua, el sector agrícola, al que le corresponde aproximadamente el 70% de la extracción mundial de agua, es el menos eficiente puesto que se considera que el agua es de calidad para el sector agrícola cuando garantiza un rendimiento óptimo para el cultivo y no produce efectos negativos sobre el suelo.

Una mala calidad del agua de riego puede comportar riesgo de degradación de los suelos.

Actualmente se riegan en España unos 3,4 millones de ha, lo que representa el 7% de la superficie nacional y el 13% de su superficie agrícola (SAU).

2. SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES

El agua de riego utilizada en las parcelas de cultivo proviene de cuatro pozos similares. A continuación, se resumen los parámetros principales de la toma y del equipo de bombeo instalado para estos (Tabla 1).

Diámetro de perforación	320 mm
Año de perforación	2018
Profundidad alcanzada	80 m
Entubación	PVC
Nivel estático aproximado	80 m
Equipo de bombeo	Electrobomba sumergida, potencia 30CV, colocada a 100 m capaz de elevar un caudal de 5l/s

Tabla 1. Características de los pozos.

Su situación obtenida sobre la base topográfica a escala original 1:25000 del IGN se representa a continuación, acompañada también de la balsa de regulación con capacidad aproximada de 4.000m³.

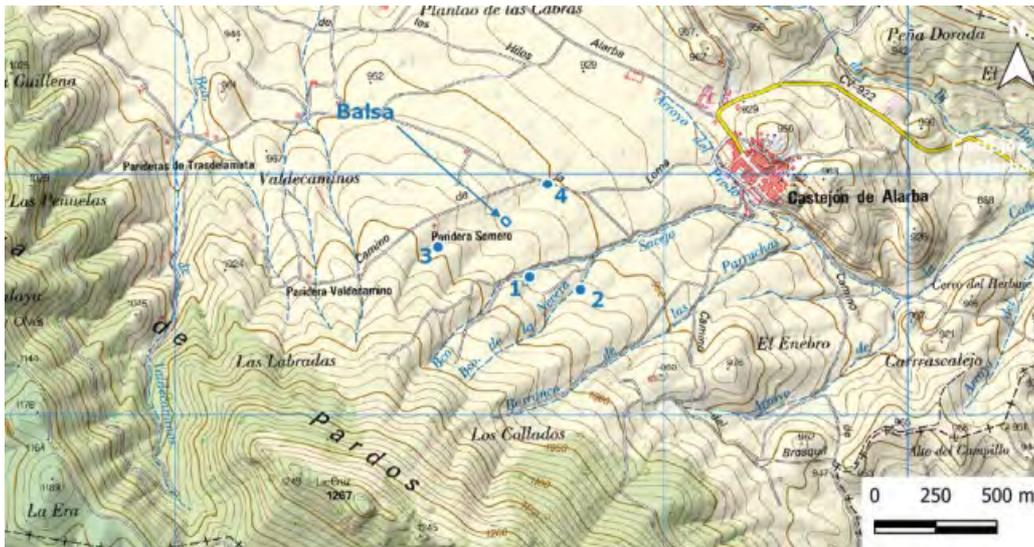


Figura 1. Situación de los pozos y la balsa de aprovechamiento.

El material del que captan el agua subterránea para el riego se inscribe en la masa de agua subterránea de la Sierra de Ateca, masa que comprende parte de la Depresión de Calatayud, desde el río Jiloca hasta dicha Sierra.

La Sierra de Ateca constituye el núcleo paleozoico de una gran estructura anticlinal con directrices tectónicas de orientación ibérica (NO-SE), afectadas por pliegues, cabalgamientos y fallas inversas muy verticalizadas, como ya se mencionó en el estudio del suelo.

Los únicos materiales que actúan como acuíferos son los detríticos del borde de la cuenca, las calizas del Mioceno y los aluviales cuaternarios poco desarrollados de los ríos Jalón, Piedra y Manubles.

A pesar de la baja permeabilidad de la mayor parte de los materiales que la componen, los flujos subterráneos se limitan a la zona de alteración superficial y fracturación, de carácter local y muy condicionados por la topografía local.

El mecanismo principal de recarga es la infiltración de la precipitación sobre las zonas de mayor permeabilidad relativa. La descarga del acuífero se realiza a través de manantiales a la red hidrográfica y de manera subterránea a otros materiales colindantes.

3. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

Se ha realizado el análisis de una muestra de agua del pozo 1 (Tabla 2).

Las determinaciones analíticas permiten conocer las características físicas, químicas y biológicas del agua de riego, para así poder clasificarla en base a la calidad (salinidad, sodicidad y toxicidad) y saber cómo y en que cultivos utilizarla.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
pH	unidades pH	8,3
Conductividad a 25°C	μScm^{-1}	728
TDS	mg/L	466
Dureza total	°HF	32
Carbonatos (CO_3^{2-})	mg/L	23
Bicarbonatos (HCO_3^-)	mg/L	422
Cloruros (Cl)	mg/L	31,9
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	1
Sulfatos (SO_4^{2-})	mg/L	37,5
Sulfitos (SO_3^{2-})	mg/L	6
Calcio	mg/L	25,8
Magnesio	mg/L	63
Sodio	mg/L	50,8
Potasio	mg/L	6,76
Plomo	$\mu\text{g/L}$	< 20
Cadmio	$\mu\text{g/L}$	< 5
Índice de Scott	adimensional	27,06
Índice de SAR	adimensional	1,22
Índice de SAR ajustado	adimensional	8,18
Clasificación Riverside	adimensional	C2 – S1
Recuento colonias 22°C	UFC/mL	460
Recuentos coliformes totales	UFC/100mL	18
Recuento E.coli	UFC/100mL	0
Recuento Enterococos	UFC/100mL	4
Recuento C. perfringens	UFC/100mL	0
Salmonella spp.	P/A en 1000 mL	Ausencia

Tabla 2. Resultados del análisis del agua de riego.

Fuente: ENAC ensayos

En este mismo Anejo se incluye el fichero de ENAC en el que a parte de los datos mostrados en la Tabla 2, también aparece el método analítico utilizado para evaluar cada parámetro.

La calidad del agua de riego depende de los materiales en suspensión, y el porcentaje de materia orgánica, de la salinidad, del tipo de sales en su contenido, de la toxicidad específica, de la concentración de metales pesados y de la presencia de patógenos, así como de la temperatura, el pH y los gases disueltos.

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE RIEGO			
RIESGO SALINIDAD	BUENA	MEDIA	BAJA
CE dS/m	< 1,20	1,2 – 3,5	> 3,5
TDS g/l	< 0,77	0,77 – 2,24	> 2,24
SODICIDAD			
SAR ajustado	< 8	8 - 16	> 16
TOXICIDAD			
SODIO g/l	< 0,25	0,25 – 0,6	> 0,6
CLORURO g/l	< 0,3	0,3 – 0,7	> 0,7

Tabla 3. Calidad agronómica de las aguas de riego.
Fuente: Cánovas, J. Publicaciones de Extensión Agraria.

Interpretando los valores analíticos (Tabla 2) con los valores de referencia (Tabla 3) se observa que el agua es de buena calidad de riego y aceptable para el cerezo.

3.1. pH

Este parámetro indica la acidez o alcalinidad del agua, es decir, el número de iones de hidrógeno presentes en ella. Se considera un rango óptimo para el agua de riego comprendido entre 6,5 y 8,5, por lo que en este caso (pH 8,3) el agricultor debería plantearse la opción de añadir algún ácido al agua de riego para evitar la precipitación de carbonatos en las tuberías, y la obturación de los goteros.

3.2. CONDUCTIVAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica del agua es proporcional al contenido de sales disueltas en ella. El agua extraída del pozo 1, tiene una CE de 728 μScm^{-1} a 25°C, lo que es considerado como valor medio (Tabla 4).

CONDUCTIVADA ELÉCTRICA (μScm^{-1})	REPRESENTACIÓN
0 – 250	BAJA
250 – 750	MEDIA
750 – 2250	ALTA
> 2250	MUY ALTA

Tabla 4. Interpretación de la conductividad eléctrica del agua.
Fuente: Doorenbos, J y Pruitt W. Estudios de la FAO

3.4. DUREZA TOTAL

Esta propiedad del agua se representa mediante los grados hidrométricos franceses y está determinada por la concentración de los iones de calcio y magnesio.

TIPO DE AGUA	GRADOS HIDROMÉTRICOS FRANCESES
MUY DULCE	< 7
DULCE	7 – 14
MEDIANAMENTE DULCE	14 – 22
MEDIANAMENTE DURA	22 – 32
DURA	32 – 54
MUY DURA	> 54

Tabla 6. Clasificación del agua en función de los grados hidrométricos.
Fuente: Ros Orta.S, (2001)

En este caso, el agua de riego presenta una dureza de 32 °HF, por lo que la muestra se sitúa en el límite entre medianamente dura y dura.

3.5. CARBONATOS

El suelo secuestra principalmente carbono (procedente de la biomasa). En este caso se tiene un contenido de carbonatos de 0,77 meq/L, un valor algo superior al que se considera un valor óptimo para el agua de riego.

3.6. BICARBONATOS

Concentraciones elevadas de bicarbonato pueden ocasionar clorosis férrica en frutales. Según la FAO, los valores de bicarbonatos considerados normales para el agua de riego varían de 0 a 10 meq/L; el agua de riego del pozo de la finca tiene un total de 6,92 meq/L por lo que correspondería a un contenido aceptable.

3.7. CLORUROS

El ion cloruro es uno de los iones más comunes que puede causar fitotoxicidad en el medio debido a que es muy móvil tanto en el suelo como en la planta. Este ion produce importantes reducciones del crecimiento, es antagonista a la absorción de nitratos y en cantidades muy elevadas (> 4 meq/L) produce necrosis en las hojas, llegando a disminuir la capacidad fotosintética (FAO, 2018).

El contenido de cloruros del agua utilizada para el riego es de 0,9 meq/L, por lo que no existen problemas de toxicidad por este ión.

3.8. NITRATOS

Si a un suelo se aporta una cantidad excesiva de agua con nitratos, que supere lo que requieren las plantas, se puede originar el llamado “consumo de lujo”, es decir, que este ion se presente por encima de las necesidades del cultivo. Debido a la carga negativa que posee, no hay interacción con las arcillas, motivo por el cual este se puede lavar y ser transferido a otro compartimento ambiental como por ejemplo una capa freática. El contenido en nitratos del agua prevista para el riego es de 1 mg/L, valor equivalente a un aporte de 0,23 mg N-NO₃⁻/L.

3.9. SULFATOS

Concentraciones elevadas de sulfato pueden inhibir la absorción de calcio y favorecer la de sodio. Como el agua analizada para el riego de esta plantación tiene un contenido en sulfatos inferior a 0,35 g/L, se considera de buena calidad en base al contenido de este anión.

3.10. SULFITOS

Este grupo de sustancias se encuentra en cantidades muy bajas en el agua (se oxida fácilmente para formar sulfatos) y debido a esta baja concentración no tiene ningún efecto negativo para el consumo. No tiene gran importancia en la valoración del agua de riego.

3.11. CALCIO

Concentraciones elevadas de calcio pueden inhibir la absorción de potasio. En cambio, un contenido bajo de este catión en el agua reduce la velocidad a la cual el agua de riego se infiltra, pudiendo no proporcionar el agua suficiente al cultivo de manera adecuada.

La relación de calcio muestra la proporción del contenido de calcio respecto a los restantes cationes

$$RCa^{2+} = \frac{Ca}{Mg + Ca + Na} = \frac{1,29}{5,16 + 1,29 + 2,21} = 0,1489 \text{ meq/L} * 100 = 14,89 \%$$

En este caso, según la clasificación de Kelly, esta agua no sería tan buena para el riego porque el porcentaje de la relación de calcio no llega al 35%.

3.11.1. ÍNDICE DE LANGELIER

La precipitación del catión de calcio puede ocasionar una serie de riesgos que son medidos por el índice de Langelier (IL) mediante la siguiente fórmula:

$$IL = pH_r - pH_c$$

siendo:

- pH_r : el pH obtenido del análisis del agua
- pH_c : el logaritmo de la dureza cálcica, hallado a su de esta manera:

$$pH_c = X + Y + Z$$

siendo:

- $X = Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ = 8,66 \text{ meq/L}$
- $Y = Ca^{2+} + Mg^{2+} = 6,45 \text{ meq/L}$
- $Z = CO_3^{2-} + HCO_3^- = 7,69 \text{ meq/L}$

Una vez halladas las concentraciones en meq/L de X, Y, Z se hace uso de la Tabla 7 para determinar los valores definitivos:

$$X = 2,3$$

$$Y = 2,5 \quad \rightarrow \quad pH_c = 2,3 + 2,5 + 2,1 = 6,9$$

$$Z = 2,1$$

Suma de concentraciones meq/l			
$Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+$	X	Y	
$Ca^{2+} + Mg^{2+}$	Y		Z
$CO_3^{2-} + CO_3H^+$	Z		
0,05	2,0	4,6	4,3
0,10	2,0	4,3	4,0
0,15	2,0	4,1	3,8
0,20	2,0	4,0	3,7
0,25	2,0	3,9	3,6
0,30	2,0	3,8	3,5
0,40	2,0	3,7	3,4
0,50	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1,00	2,1	3,3	3,0
1,25	2,1	3,2	2,9
1,5	2,1	3,1	2,8
2,0	2,2	3,0	2,7
2,5	2,2	2,9	2,6
3,0	2,2	2,8	2,5
4,0	2,2	2,7	2,4
5,0	2,2	2,6	2,3
6,0	2,2	2,5	2,2
8,0	2,3	2,4	2,1
10,0	2,3	2,3	2,0
12,5	2,3	2,2	1,9
15,0	2,3	2,1	1,8
20,0	2,4	2,0	1,7
30,0	2,4	1,8	1,5
50,0	2,5	1,6	1,3
80,0	2,5	1,4	1,1

Tabla 7. Valores del índice de Langelier.

Fuente: Estudios de la FAO

Por tanto:

$$IL = pH_r - pH_c = 8,3 - 6,9 = 1,4$$

De este modo, utilizando para esta valoración la Tabla 8, se observa que según el índice de Langelier, el agua de la finca tendría un riesgo muy alto de obstrucciones.

ÍNDICE DE LANGELIER	NIVEL DE RIESGO
< 0	NINGUNO
0	BAJO
0 – 0,5	MEDIO
0,5 – 1	ALTO
> 1	MUY ALTO

Tabla 8. Interpretación del índice de Langelier.

Fuente: Ros Orta.S, (2001)

3.12. MAGNESIO

El magnesio es un macronutriente secundario que las plantas absorben en cantidades moderadas. Sin embargo, no suelen presentarse carencias de este elemento pero, aún con todo, su carencia, es cada vez más importante debido a la pureza de los fertilizantes de síntesis

Concentraciones elevadas de magnesio o sodio pueden inhibir la absorción de calcio o potasio en algunos cultivos. La muestra de agua obtenida del pozo tiene 5,16 meq/L de magnesio, un valor aceptable ya que la dosis máxima recomendada son 12,2 meq/L.

3.13. SODIO

Si el agua de riego contiene cantidades elevadas de sodio, este puede acabar siendo predominante en el complejo de cambio, desplazando principalmente al calcio y al magnesio.

Los efectos más desfavorables del sodio son los derivados de su acción osmótica, así como el incremento del SAR que produce.

Otro parámetro importante para evaluar en cuanto al efecto del sodio es la relación de cationes de sodio, magnesio y calcio; un parámetro que permite estimar el riesgo de alcalinización.

$$RNa^+ = \frac{Na}{Mg + Na + Ca} = \frac{2,21}{5,16 + 2,21 + 1,29} = 0,2552 \text{ meq/L} * 100 = 25,52 \%$$

	CLORUROS	SULFATOS	SODIO
BUENAS TOLERANTES	< 0,175 g/l	< 0,35 g/l	< 0,25 g/l
MEDIOCRES	0,175 – 0,29 g/l	0,35 – 0,6 g/l	0,25 – 0,6 g/l
IMPROPIAS	Sospechosa > 0,29 g/l	0,6 – 0,9 g/l > 0,9 g/l	Peligrosa > 0,6 g/l

Tabla 9. Clasificación del agua en base al contenido de cloruros, sulfatos y sodio.

Fuente: Cánovas, J. Publicaciones de Extensión Agraria.

En función del contenido de cloruros, sulfatos y sodio, se clasifica el agua de riego analizada como buena (Tabla 9), ya que cada uno de estos parámetros se sitúa en el mejor nivel posible.

3.14. POTASIO

Es un elemento fundamental en la regulación osmótica a nivel citoplasmático. El rango óptimo de este nutriente para la buena calidad del agua de riego oscila entre 0 y 2 meq/L, por lo que, en el agua de riego, en función de este parámetro, no presentaría ningún problema porque posee 0,17 meq/L de K⁺.

3.15. PLOMO

El contenido en el agua analizada de este metal pesado se encuentra por debajo de los límites establecidos por la FAO, por lo que no habrá problema para su uso.

3.16. CADMIO

La concentración de Cd está por debajo del límite permisible, por lo que el agua puede ser utilizada para el riego agrícola.

3.17. ÍNDICE DE SCOTT

Este índice valora la calidad agronómica del agua en función de las concentraciones entre el ión cloruro, sulfato y sodio, es decir, evalúa la toxicidad que pueden producir las concentraciones de los cloruros y sulfatos aportados con el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro o sulfato de sodio respectivamente.

Según Urbano Terrón P, (1995) en este caso al tener un valor de 27,06 el agua sería buena y no sería necesario tomar precauciones.

3.18. ÍNDICE DE SAR

El índice SAR, hace referencia a la relación existente entre los iones Na^+ respecto a los iones, calcio y magnesio. Estos dos últimos tienen a contrarrestar el efecto negativo del sodio.

Su fórmula, expresada en meq/L es la siguiente:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} = \frac{2,21}{\sqrt{\frac{1,29 + 5,16}{2}}} = 1,231$$

$$\text{meq/L } (\text{Na}^+) = 50,8 / 23 = 2,21$$

$$\text{meq/L } (\text{Ca}^{2+}) = 25,8 / 20 = 1,29$$

$$\text{meq/L } (\text{Mg}^{2+}) = 63 / 12,2 = 5,16$$

Al ser un valor tan bajo se considera un agua óptima para el riego y con baja alcalinidad (Tabla 10).

SAR	ALCALINIDAD
0 -10	BAJA
10 -18	MEDIA
18 - 26	ALTA

Tabla 10. Interpretación de la alcalinidad en base a la relación de adsorción de sodio.

Fuente: Cánovas, J. Publicaciones de Extensión Agraria.

RIESGO DE DESCENSO DE LA PERMEABILIDAD			
SAR	CE		
	NINGUNO	LIGERO-MODERNADO	ALTO
0 - 3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3 - 6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6 - 12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12 - 20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20 - 40	> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9

Tabla 11. Riesgo de descenso de la permeabilidad en función de la relación de adsorción de sodio.

Fuente: Cánovas, J. Publicaciones de Extensión Agraria.

Se observa (Tabla 11) como se produce un descenso de la permeabilidad del suelo conforme este índice aumenta.

3.19. ÍNDICE DE SAR AJUSTADO

Los valores que se obtienen del SAR suelen ser bajos, por lo que se ha propuesto la utilización del SAR ajustado que introduce un factor de corrección que tiene en cuenta la presencia de CO_3^{2-} y HCO_3^- en el agua de riego.

En función de este índice se establece la siguiente clasificación (Tabla 12).

VALORES DEL SAR AJUSTADO Y CE EN EL AGUA DE RIEGO			
RIESGO DE SODIFICACIÓN	CE < 0,4 dS/m SAR ajustado	CE 0,4 A 1,6 dS/m SAR ajustado	CE > 1,6 dS/m SAR ajustado
SIN RIESGO	< 6	< 8	< 16
RIESGO MODERADO	6 - 9	8 - 9	16 - 24
ALTO RIESGO	> 9	> 9	> 24

Tabla 12. Valores del SAR ajustado y CE en el agua de riego.
Fuente: Rhoades, 1972.

3.20. CLASIFICACIÓN RIVERSIDE

Esta norma clasifica el agua en función del riesgo de salinización, medido con la conductividad eléctrica, y el riesgo de alcalinización, al que se llega haciendo uso de la relación de adsorción de sodio.

Las categorías se presentan con la letra C (CE) y con la letra S (SAR).

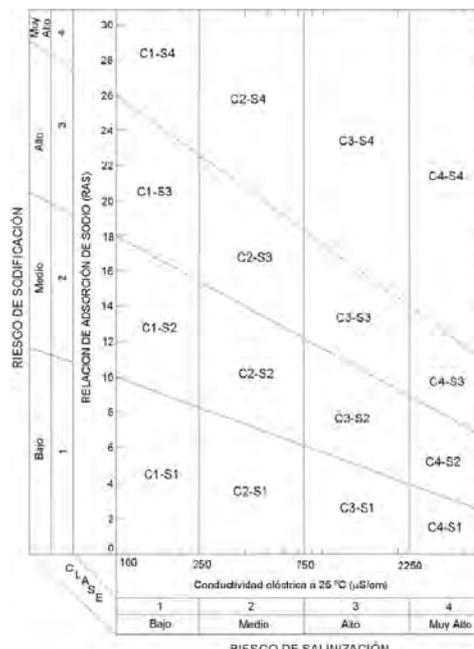


Figura 3. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).
Fuente: Urbano Terron P, (1995)

Según el análisis realizado por ENAC, se tiene un agua C2-S1, valor que corresponde con un agua de salinidad media y alcalinidad baja apta para el riego del cerezo.

El resto de los parámetros analizados que aparecen en la Tabla 2 de este anejo se estudian por su importancia en el riego de productos comestibles, es importante prevenir la contaminación bacteriana, por lo que se recurre a métodos microbiológicos para saber el contenido de microorganismos presentes en el agua.

Aparentemente no se presenta ninguna anomalía en referencia a estos parámetros y el agua sería útil para el riego de la plantación.

4. OTRAS CLASIFICACIONES DEL AGUA

4.1. ÍNDICE DE EATON

Este índice predice la acción degradante del agua sobre las plantas y el suelo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (0,77 + 6,92) - (1,29 + 5,16) = 1,24 \text{ meq/L}$$

Según Urbano Terrón P, (1195): no son adecuadas las aguas que contienen más de 2,5 meq/L, son problemáticas las que presentan un contenido entre 1,25 y 2,5 meq/L y son buenas si el contenido de carbonato sódico residual es inferior a 1,25 meq/L.

Según esta clasificación, el agua destinada al riego es buena desde el punto de vista del carbonato sódico residual.

4.2. NORMAS H. GREENE (FAO)

CATIONES	mg/l	meq/L
Ca ²⁺	25,8	1,29
Mg ²⁺	63	5,16
Na ⁺	50,8	2,21
K ⁺	6,76	0,17
TOTAL	146,36	8,83
ANIONES	mg/l	meq/L
CO ₃ ²⁻	23	0,77
HCO ₃ ⁻	422	6,92
Cl ⁻	31,9	0,9
NO ₃ ⁻	0,6	0,0097
SO ₄ ²⁻	37,5	0,78
SO ₃ ²⁻	6	0,14
TOTAL	521	9,52

Tabla 13. Contenido de cationes y aniones.

Fuente: Ensayos ENAC

La fórmula propuesta por H. Greene para la FAO toma como base la concentración de sales totales expresadas en meq/L con relación al porcentaje de sodio en comparación con el contenido total de cationes (Tabla 13).

$$RN_{Na^+} = \frac{Na}{Mg + Na + Ca + K} = \frac{2,21}{5,16 + 2,21 + 1,29 + 0,17} = 0,2503 \text{ meq/L} * 100 = 25,03 \%$$

$$(\Sigma \text{ sales}) = (\Sigma \text{ cationes} + \Sigma \text{ aniones}) = 8,83 + 9,52 = 18,35 \text{ meq/L}$$

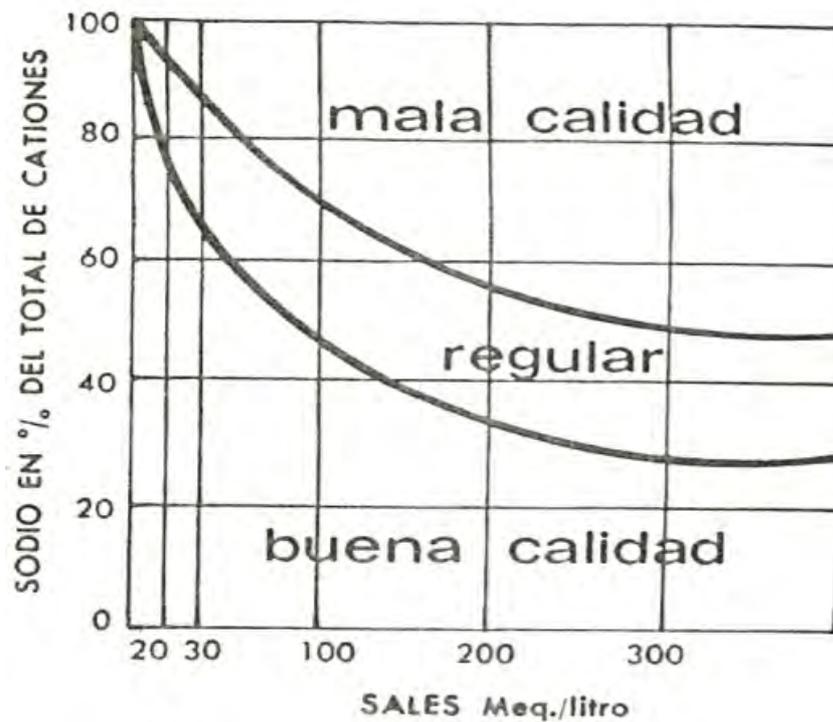


Figura 4. Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego.
Fuente: Urbano Terron P, (1995)

Consultando la Figura 4 de H. Greene se concluye que se dispone de un agua de buena calidad para el riego de la plantación.

4.3. NORMA WILCOX

Por último y para finalizar este Anejo, esta norma valora el agua de riego en función de la conductividad eléctrica y la relación de sodio, tomando en el caso del agua destinada al riego, los siguientes valores: CE = 0,728 dS/m y $RN_{Na^+} = 25,03\%$

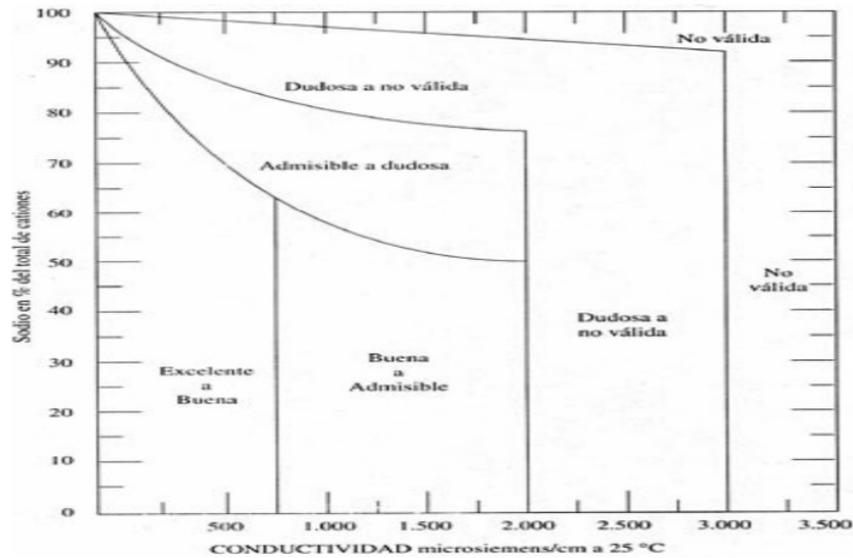


Figura 5. Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego según el U.S.D.A
 Fuente: Urbano Terron P, (1995)

Consultando la Figura 5 se concluye que se dispone de un agua de excelente o buena calidad para el riego de la plantación.

5. CONCLUSIONES

El agua de riego analizada presenta un pH moderadamente básico por lo que sería aconsejable que el agricultor añadiese algún ácido al agua para evitar problemas de obturación de goteros y de precipitación de carbonatos en el sistema de riego.

Se puede afirmar que no hay ninguna restricción en el uso del agua en cuanto a la conductividad eléctrica ya que el agua presenta un valor medio y en cuanto al contenido de sales, que presenta un valor bajo-medio.

En referencia a la dureza del agua está se sitúa como medianamente dura o dura, siendo aceptable para el riego de la plantación.

El contenido de carbonatos es algo superior al nivel óptimo pero en principio no conllevaría ningún problema; el contenido de bicarbonatos está dentro de los valores normales para el agua de riego y el contenido del resto de los aniones es muy inferior al límite en el cual podrían aparecer problemas como la fitotoxicidad. En función del contenido de cloruros, sulfatos y sodio, se clasifica el agua de riego analizada como buena.

En cuanto a la cantidad de cationes presente en el agua analizada, los contenidos de potasio y magnesio son correctos. En cambio, el contenido de calcio no clasificaría esta agua de manera tan correcta y habría riesgo de precipitación de este catión provocando obstrucciones.

El resumen de las valoraciones según las clasificaciones que se han usado se muestra a continuación (Tabla 14):

CLASIFICACIÓN	RIVERSIDE	EATON	H. GREENE	WILCOX
VALORACIÓN	APTA PARA EL RIEGO	BUENA CALIDAD	BUENA CALIDAD	EXCELENTE O BUENA CALIDAD

Tabla 14. Resultados obtenidos en función de la clasificación elegida para valorar el agua de riego.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANEJO N° 9 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO. (n.d.). https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/PedroJoseDeLosAngeles/02i_AnalisisAgua.pdf
- Angel, M. (2017, April 24). Interpretación de un análisis de agua para riego. iAguá; iAguá. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>
- Curso: Calidad de Aguas. (2013). Upct.es. <https://ocw.bib.upct.es/course/view.php?id=145&topic=3>
- Gómez, F. (n.d.). Aproximación a los Criterios de Calidad para el Agua de Riego. Retrieved March 26, 2021, from <http://ivia.gva.es/documents/161862582/161863610/Aproximaci%C3%B3n+a+los+criterios+de+calidad+para+el+agua+de+riego/926a3b87-5776-4fc8-93a1-6a9096fea886>
- Water quality for agriculture. (2021). Fao.org. <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E00.htm>

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO - FINCA CASTEJÓN DE ALARBA (CALATAYUD)



VALERO ANALÍTICA S.L
 C/ Ariza, 1 Oficina 1 - EDIFICIO EXPOZARAGOZA
 50011 ZARAGOZA
 Tel: 976 46 07 02 - Fax: 976 78 30 21
 info@valeroanalitica.com

Los ensayos/actividades marcados con (+) no se encuentran amparados por la acreditación ENAC.
 La toma de muestras de Aguas Continentales para ensayos fisicoquímicos no está amparada por la acreditación ENAC.
 La toma de muestras de Aguas Continentales para ensayos microbiológicos no está amparada por la acreditación ENAC.

FECHA EMISIÓN: 22/04/2020 **INFORME DE ANÁLISIS** **HOJA 1/2**

DATOS SOLICITANTE: MOUNTAIN CHERRY S. L. Leonardo de Chavacier 9, 2b 50300 Calatayud Zaragoza	DIRECCIÓN DE ENVÍO: MOUNTAIN CHERRY S. L. Leonardo de Chavacier 9, 2b 50300 Calatayud Zaragoza
--	---

COD. MUESTRA/INFORME: C0236/20-1 Ed.: 1 Versión: 1 F. TOMA MUESTRA: 16/04/2020 F. ENTRADA: 16/04/2020 14:18 F. INICIO ANÁLISIS: 16/04/2020 F. FIN ANÁLISIS: 20/04/2020 (+) AUTOR TOMA MUESTRA: Laboratorio - LMM	MATRIZ: Aguas Continentales REF. EXTERNA: Agua de riego. Finca Mountain Cherry S. L. Castejón de Alarba
---	--

ENSAYO	DIMENSIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE K=2	LÍMITE APLICABLE	NOTAS	MÉTODO
pH (In situ)	unidades pH	8,3	[8,1 - 8,5]			PNT-MA-11 Electrometría
Conductividad 20°C (In situ)	$\mu\text{S/cm}^{-1}$	728	[641 - 815]			PNT-MA-12 Conductimetría
(+) TDS	mg/L	466				Cálculo Cálculo
(+) Dureza Total	mg/L	32	[24 - 40]			PNT-MA-88 Cálculo
(+) Carbonatos (CO_3^{2-})	mg/L	23,0				Standard Methods 2320-B Valoración Volumétrica
(+) Bicarbonatos (HCO_3^-)	mg/L	422				Standard Methods 2320-B Valoración Volumétrica
Cloruros (Cl^-)	mg/L	31,9	[27,1 - 36,7]			PNT-MA-68 Cromatografía iónica
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	1				PNT-MA-68 Cromatografía iónica
Sulfatos (SO_4^{2-})	mg/L	37,5	[31,8 - 43,1]			PNT-MA-68 Cromatografía iónica
(+) Sulfos (SO_3^{2-})	mg/L	0				Standard Methods 4500-SO32-B Valoración Volumétrica
(+) Calcio (Ca)	mg/L	25,8	[20,6 - 31,0]			PNT-MA-68 ICP-OES
(+) Magnesio (Mg)	mg/L	63	[60 - 76]			PNT-MA-68 ICP-OES
(+) Sodio (Na)	mg/L	50,8	[40,6 - 61,0]			PNT-MA-68 ICP-OES
(+) Potasio (K)	mg/L	6,76	[5,41 - 8,11]			PNT-MA-68 ICP-OES
Plomo	$\mu\text{g/L}$	<20				PNT-MA-68 ICP-OES

----- CONTINÚA EN PÁGINA SIGUIENTE -----

Los resultados obtenidos sólo afectan a las muestras sometidas a análisis. La incertidumbre de los ensayos microbiológicos acreditados está calculada y a disposición del cliente. La información recogida en el apartado "Ref. Externa" ha sido proporcionada por el solicitante, salvo cuando el laboratorio haya realizado la toma de muestras. El documento no puede ser reproducido parcialmente salvo autorización por escrito del laboratorio. El laboratorio no se hace responsable de la veracidad de los datos e informaciones aportados por el solicitante. Estos datos e informaciones pueden afectar a la validez de los ensayos.	Fdo. Director Técnico Laboratorio: D. Salvador Valero Bermejo
--	--



VALERO ANALÍTICA S.L.
 C/ Ariza, 1 Oficina 1 - EDIFICIO EXPOZARAGOZA
 50011 ZARAGOZA
 Tel: 976 46 07 02 - Fax: 976 78 30 21
 info@valeroanalitica.com

Los ensayos/actividades marcados con (+) no se encuentran amparados por la acreditación ENAC.
 La toma de muestras de Aguas Continentales para ensayos fisicoquímicos no está amparada por la acreditación ENAC.
 La toma de muestras de Aguas Continentales para ensayos microbiológicos no está amparada por la acreditación ENAC.

FECHA EMISIÓN: 22/04/2020 **INFORME DE ANÁLISIS** HOJA 2/2

DATOS SOLICITANTE: MOUNTAIN CHERRY S. L. Leonardo de Chavacier 9, 2b 50300 Calatayud Zaragoza	DIRECCIÓN DE ENVÍO: MOUNTAIN CHERRY S. L. Leonardo de Chavacier 9, 2b 50300 Calatayud Zaragoza
--	---

COD. MUESTRA/INFORME: C0236/20-1 Ed.: 1 Versión: 1 F. TOMA MUESTRA: 16/04/2020 F. ENTRADA: 16/04/2020 14:18 F. INICIO ANÁLISIS: 16/04/2020 F. FIN ANÁLISIS: 20/04/2020 (+) AUTOR TOMA MUESTRA: Laboratorio - LMM	MATRIZ: Aguas Continentales REF. EXTERNA: Agua de riego. Finca Mountain Cherry S. L. Castejón de Alrba
---	---

ENSAYO	DIMENSIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE K=2	LÍMITE APLICABLE	NOTAS	MÉTODO
Cadmio	µg/L	<5				PNT-MA-88 ICP-OES
(+) Índice de Scott	(adimensional)	27,06				Cálculo Cálculo
(+) Índice SAR	(adimensional)	1,22				Cálculo Cálculo
(+) Índice SAR Ajustado	(adimensional)	8,18				Cálculo Cálculo
(+) Clasificación Riverside	(adimensional)	C2-S1				Cálculo Cálculo
Recuento Colonias 229C	UFC/mL	460				UNE EN ISO 6222:1999 Recuento en placa
Recuento Coliformes Totales	UFC/100 mL	18				Orden SCQ/778/2009 Filtración Membrana
Recuento E. coli	UFC/100 mL	0				Orden SCQ/778/2009 Filtración Membrana
Recuento Enterococos	UFC/100 mL	4			(1)	UNE EN ISO 7899-2:2000 Filtración Membrana
Recuento C. perfringens (incl. esporas)	UFC/100 mL	0				UNE EN ISO 14189:2017 Filtración Membrana
(+) Salmonella spp.	P/A en 1000 mL	Ausencia				PNT-MA-36 Filtración Membrana

(+) Observaciones
 (1) Valores entre 4 y 9 deben considerarse como recuento estimado

Los resultados obtenidos sólo afectan a las muestras sometidas a análisis.
 La incertidumbre de los ensayos microbiológicos acreditados está calculada y a disposición del cliente.
 La información recogida en el apartado "Ref. Externa" ha sido proporcionada por el solicitante, salvo cuando el laboratorio haya realizado la toma de muestras.
 El documento no puede ser reproducido parcialmente salvo autorización por escrito del laboratorio.
 El laboratorio no se hace responsable de la veracidad de los datos e informaciones aportados por el solicitante. Estos datos e informaciones pueden afectar a la validez de los ensayos.

Fdo. Director Técnico Laboratorio:



D. Salvador Valero Bermejo

ANEJO 5:

ELECCIÓN DEL CULTIVO

ÍNDICE DEL ANEJO 5

1. INTRODUCCIÓN
2. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN
 - 2.1 DESCRIPCIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL CEREZO
 - 2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA
 - 2.1.2 CARACTERES BOTÁNICOS
 - 2.1.3 ÓRGANOS VEGETATIVOS Y FRUCTÍFEROS
 - 2.1.3.1 BIOLOGÍA FLORAL DEL CEREZO
 - 2.1.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS
3. ELECCIÓN DEL PLAN PRODUCTIVO
 - 3.1 ELECCIÓN DE LA VARIEDAD
 - 3.1.1 CRITERIOS DE VALOR
 - 3.1.2 CONDICIONANTES EXTERNOS
 - 3.1.3 OBJETIVOS IMPUESTOS POR EL PROMOTOR
 - 3.1.4 PRINCIPALES VARIEDADES DE INTERÉS
 - 3.1.5 ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LAS VARIEDADES DE ESTUDIO
 - 3.1.6 VARIEDADES ELEGIDAS
 - 3.2 ELECCIÓN DEL PATRÓN
 - 3.2.1 CRITERIOS DE VALOR
 - 3.2.2 PRINCIPALES PATRONES DE INTERÉS
 - 3.2.3 ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LOS PATRONES DE ESTUDIO
 - 3.2.4 PATRÓN ELEGIDO
 - 3.2.5 EL CIRUELO ADARA COMO PATRÓN DE CEREZO
 - 3.2.5.1 ESTAQUILLADO DE PATRÓN ADARA
4. CONCLUSIONES
5. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 5

1. IZQ: YEMAS DE FRUTO; DCHA: YEMAS DE MADERA EN UN CHUPÓN
2. RAMO MIXTO: EN LA BASE FORMACIONES EN RAMILLETE DE MAYO Y HACIA ARRIBA YEMAS DE FRUTO Y DE MADERA EN LA PUNTA
3. YEMAS DE FLOR PRESENTES EN EL TIPO DE FRUCTIFICACIÓN DEL CEREZO
4. TIPOLOGÍA DE LAS FLORES DEL CEREZO
5. ÉPOCA DE MADURACIÓN PARA LAS DIFERENTES VARIEDADES DE CEREZA
6. FECHA DE MADURACIÓN RESPECTO A LA VARIEDAD BURLAT
7. VARIEDAD SONATA DE CEREZA
8. VARIEDAD LAPINS DE CEREZA
9. PORTAINJERTO MARILAN
10. COMPARATIVA DE VIGOR ENTRE PORTAINJERTOS
11. INJERTO DE VARIEDAD SONATA SOBRE PATRÓN ADARA
12. PATRÓN ADARA INJERTADO DE VARIEDAD LAPINS A YEMA DORMIDA
13. DIFERENTES TIPOS DE INJERTO

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 5

1. UMBRALES DE SENSIBILIDAD DEL CEREZO
2. DÍAS DE REFERENCIA RESPECTO A LA VARIEDAD BURLAT
3. ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE VARIEDADES
4. PRINCIPALES PATRONES DE INTERÉS

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo final de una plantación frutal depende básicamente de su constitución genética y de su estado sanitario, lo que le otorgará una capacidad productiva determinada condicionada por sus posibilidades adaptativas a unas condiciones ecológicas particulares.

Ante la idea de llevar a cabo una nueva plantación, el agricultor debe tener claro la especie que desea plantar y elegir el portainjerto adecuado y la variedad idónea.

Actualmente, la elección de variedades se realiza en función de su valor agronómico, basado en su adaptabilidad cultural, donde se estudia la fertilidad, el estado sanitario, la resistencia a plagas y enfermedades de la variedad, y en su adaptabilidad comercial, considerando el coste de producción, de la manipulación, conservación, aceptación y el precio de venta.

2. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN

La zona de Castejón de Alarba es una de las de mayor altitud de Aragón y por ello el agricultor apuesta por el cerezo, debido a las buenas características agroclimáticas para este cultivo. La elección del portainjerto depende de las características fisiológicas y morfológicas que se desee conseguir en la plantación (vigor y desarrollo) pero está condicionado por el estudio edafológico de la zona, la distancia entre plantas que se desea y las técnicas de cultivo que se vayan a realizar. En consecuencia, siempre la elección del portainjerto debe validarse una vez definida también la variedad; el aspecto más complicado a la hora de definir una nueva plantación. Esta dificultad radica en el gran número de variedades de cerezo y en el posible error en su elección, ya que tiene difícil solución. En algunos casos, el cambio de variedad mediante diferentes técnicas de sobreinjertos es posible pero siempre a costa de gastos no previstos en la plantación y lo que aún es peor, largos periodos de improductividad.

El agricultor de la plantación estudiada opta por variedades de cereza tardía regadas por sistema de riego localizado a goteo.

2.1. DESCRIPCIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL CEREZO

2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El cerezo pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia *Prunoideas*, género *Prunus L.* y subgénero *Cerasus*.

Las especies pertenecientes a este subgénero son numerosas (cerca de 200), y desde la perspectiva frutícola son dos las que más destacan sobre las demás:

- Cerezo dulce (*Prunus avium L.*): diploide ($2n=16$), es un árbol de fruto dulce que puede alcanzar notables alturas, de raíces pivotantes, fuertes, ramosas y profundas con el eje perpendicular. El tallo alcanza los 15-20 m, tiene las hojas grandes y colgantes y presenta

flores blancas. La copa puede ser redondeada o cónica de ramas gruesas con muchos brotes cortos y glabros y de fructificación preferente en forma de ramillete de mayo.

Las variedades originadas por esta especie se dividen en:

- *Cerezos mollares*, de fruto dulce y pulpa blanda.
 - *Cerezos duraznos*, de fruto dulce y pulpa crujiente.
- Cerezo ácido o guindo (*Prunus cerassus L.*): tetraploide ($2n=32$), es un árbol de 6 – 7 m de altura, de fruto ácido y con hojas pequeñas.

De las variedades de fruto ácido derivan cruces de razas pertenecientes a esta especie y también de hibridaciones entre las dos especies nombradas.

Otra especie perteneciente a este subgénero que es importante desde el punto de vista frutícola ya que se utiliza como patrón es el *Prunus mahaleb L.* conocido como Cerezo de Santa Lucía.

2.1.2. CARACTERES BOTÁNICOS

En los cerezos salvajes o nacidos de semillas, la raíz es pivotante (puede llegar hasta 2,5 m), de la raíz principal salen las secundarias y tras éstas las terciarias. En cambio, al hacer el trasplante se corta la raíz principal y el sistema radicular de importancia es el secundario.

El tallo tiene forma cilíndrica compuesto por una corteza lisa que se desprende en tiras delgadas y que en árboles adultos se convierte en leñosa. Durante el crecimiento, la corteza tiene un aspecto verde plateado y toma un color pardo al final del año. La yema terminal es muy potente y siempre brota a madera.

Las hojas tienen una disposición alterna y son grandes, lisas, dentadas, pedunculadas y de color verde intenso.

La floración se produce en los meses de marzo - abril dependiendo sobre todo de las condiciones climatológicas. En general, el cerezo es una especie altamente autoincompatible, es decir, se produce incompatibilidad entre el polen y el pistilo, la flor es autoestéril, por lo que la polinización ha de ser necesariamente cruzada sirviendo como medio de transporte los insectos y el viento. La flor de este frutal es pentámera y cíclica con ovario súpero formado por un solo carpelo y dos óvulos.

El fruto de *Prunus avium L.* es la cereza, una drupa globosa, acorazonada y con una sola semilla, cuyo endocarpo queda lignificado. Al principio la piel es de color verde pero pasado el tiempo se produce la transformación de amarillo – violeta al rojo – granate en función de la variedad, obteniendo un determinado sabor que principalmente depende de las horas de luz recibidas antes de la recolección.

La pulpa está muy pegada al hueso, en el que hay que distinguir una parte leñosa y dura, y la almendra de sabor amargo que es la semilla propiamente dicha.

La cereza no es partenocárpica, por lo que no madura después de la recolección, un rasgo habitual de las drupáceas. Este fruto necesita de 500 a 1700 horas frío (HF), horas por debajo de 7°C para llevar a cabo la latencia de manera satisfactoria. El cerezo cuenta con un periodo de polinización efectiva más reducido que otros frutales de hueso, de 4 a 5 días.

2.1.3. ÓRGANOS VEGETATIVOS Y FRUCTÍFEROS

a. YEMAS

Las yemas son abultamientos del tallo constituidos por tejidos capaces de generar un crecimiento y un desarrollo vegetal. Durante el invierno este tejido está cubierto de una fina capa que le protege del frío, la lluvia, la nieve o incluso de algún otro daño mecánico o manual que se pueda ocasionar sobre él. Las hay de dos clases, de madera o de fruto, siendo estas últimas las más importantes desde el punto de vista de la rentabilidad de la plantación ya que son las portadoras de cereza.

b. CHUPONES

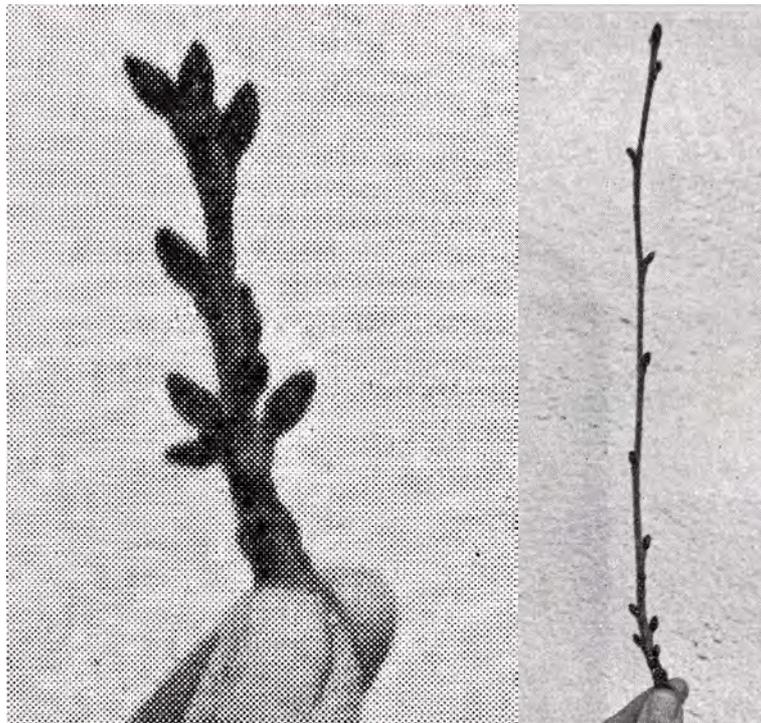


Figura 1. Izq: Yemas de fruto; Dcha: Yemas de madera en un chupón.
Fuente: Tomás Alonso Gavilán (1990)

Se trata de brotes nacidos sobre ramas madres, originados por una yema adventicia provocados por una poda severa. Son formaciones conocidas por su vigor, porque están constituidos por yemas de madera y por su rápido crecimiento, llegando a alcanzar 1m al segundo año.

c. RAMOS MIXTOS

Son tallos formados por yemas de fruto generalmente situadas en la base y por yemas de madera en la parte superior, siendo la yema terminal siempre de madera.

d. RAMILLETE DE MAYO

Son tallos constituidos por yemas de fruto que rara vez alcanzan el metro de longitud. El cerezo fructifica en las yemas de un año y una vez fructificada la yema no vuelve a hacerlo a no ser que sea en su prolongación.

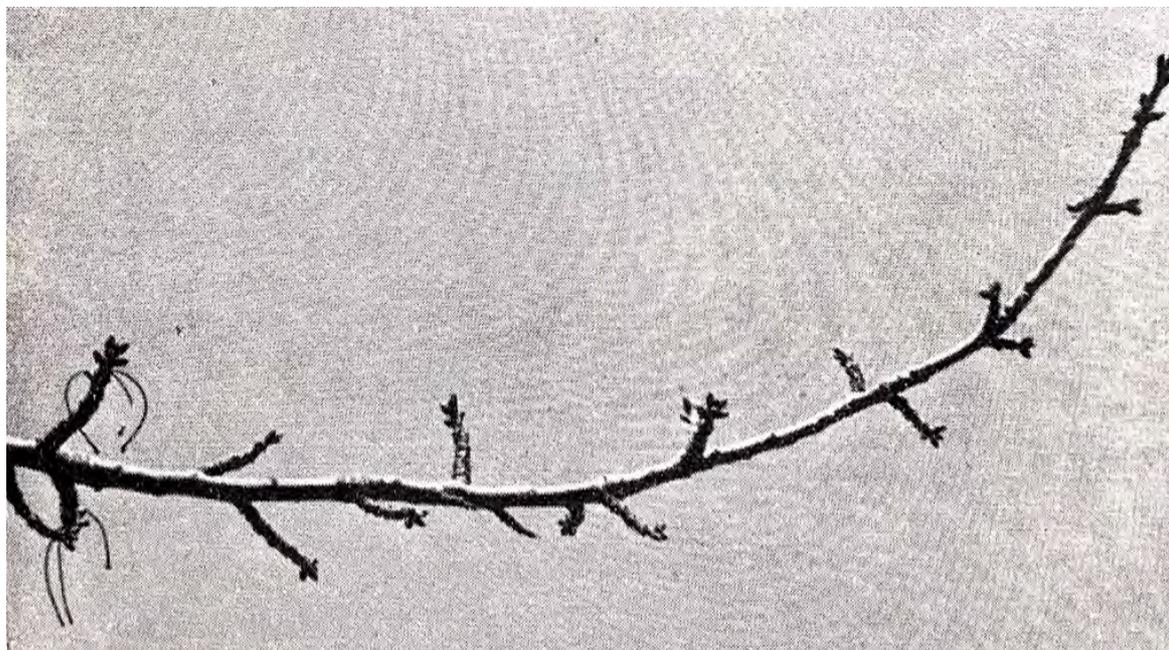


Figura 2. Ramo mixto: en la base formaciones en ramillete de mayo y hacia arriba yemas de fruto y de madera en la punta.

Fuente: Tomás Alonso Gavilán (1990)

2.1.3.1 BIOLOGÍA FLORAL DEL CEREZO

El cerezo es un árbol que fructifica en ramilletes de mayo, es decir, en un conjunto de yemas laterales que se agrupan en racimos simples con una sola yema terminal de madera. Normalmente dispone de unas 5 – 9 yemas de flor en cada ramillete.



Figura 3. Yemas de flor presentes en el tipo de fructificación del cerezo.

Fuente: Tomás Alonso Gavilán (1990)

De cada una de estas yemas de flor salen entre 6 - 12 flores pentámeras, múltiples estambres y un pistilo constituido por el ovario, el estigma y el estilo.

Después de la recolección, sobre el mes de agosto tiene lugar la diferenciación y se produce de nuevo la formación de nuevos ramilletes, proceso conocido como inducción floral. En este tiempo las yemas de flor empiezan a formar y distinguir los distintos órganos. Es una fase en la que las altas temperaturas continuadas con bajadas durante la noche inducen la formación de frutos dobles.



Figura 4. Tipología de las flores del cerezo.

Fuente: Tomás Alonso Gavilán (1990)

2.1.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

En cuanto a las exigencias climáticas del cerezo dulce, es un frutal que soporta bien las heladas siempre y cuando no se den en la época de floración, exige temperaturas medias anuales superiores a 6°C y requiere una Tª media de 8°C para florecer y 17°C para que se produzca la maduración.

Es una especie rústica pero que no prospera en cualquier condición, siendo los principales umbrales de sensibilidad térmica los mostrados en la Tabla 1:

FRUTO JÓVEN – 1,1 °C
FLORES ABIERTAS – 1,7 °C
BOTÓN BLANCO – 2,2 °C
BOTÓN VERDE – 3,9 °C

Tabla 1. Umbrales de sensibilidad del cerezo.

Fuente: Tomás Alonso Gavilán (1990)

Es un frutal en el que la luz es un factor primordial, las copas deben estar bien iluminadas aunque es conveniente evitar el exceso de la radiación solar para que no se produzcan quemaduras en la madera.

Haciendo referencia a la precipitación, las lluvias en secano y también el riego en plantaciones de regadío, son imprescindibles, pero pueden presentar una serie de inconvenientes cuando hay exceso de agua durante la floración, ya que puede perjudicar el cuajado del fruto. Durante la recolección, se producen daños como el ablandamiento, las podredumbres o el rajado de la cereza. El suelo debe ser permeable al agua, al aire y al calor, precisamente porque el cerezo es un frutal que no soporta ciertas dificultades (como los encharcamientos) en el medio donde desarrollan sus raíces. El exceso de caliza en los suelos puede provocar clorosis y mermar la producción.

En climas secos, con suelos básicos, pedregosos, áridos y con temperaturas como las presentes en la Comarca de Calatayud, se aconsejan los patrones Santa Lucía o Adara.

3. ELECCIÓN DEL PLAN PRODUCTIVO

Después de elegir el cerezo como cultivo para plantar las 25,4 ha anteriormente ocupadas por cereal, almendro y viñedo, se decide que variedades y patrones constituirán la plantación de Castejón de Alarba.

El cerezo es una especie con muchas variedades y patrones, pero el estudio se centra en variedades de floración tardía y patrones de buena aptitud en base a las características edafológicas y climáticas de la zona.

3.1. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

La elección de la variedad es uno de los pasos más difíciles para el agricultor siendo un factor que influye además sobre las cualidades de la fruta. Debe tener una alta capacidad productiva para obtener un buen rendimiento y también satisfacer las demandas de los consumidores. En función de los criterios de valor, de los condicionantes externos y de los objetivos impuestos por el promotor, se tomará una decisión u otra.

3.1.1. CRITERIOS DE VALOR

a. AUTOFERTILIDAD

El cerezo es un frutal compuesto por una gama de variedades altamente autoincompatibles que necesitan ser polinizadas por otra variedad diferente para producir fruto, ya que su polen es incapaz de fecundar sus propias flores. Para que este proceso se de, es necesario introducir de manera distribuida en la plantación, árboles polinizadores que tengan la misma fecha de floración que la variedad expuesta.

La autoincompatibilidad en el cerezo, como en la mayoría de los frutales pertenecientes a la familia de las Rosáceas, está genéticamente controlado por el locus S que determina la aprobación o el rechazo entre el polen y el pistilo de la flor, siendo las variedades con los mismos alelos incompatibles entre sí.

En cuanto a las técnicas de mejora en el cerezo, destaca la búsqueda de variedades autocompatibles, principalmente procedentes de Canadá, Estados Unidos, Italia y Hungría.

b. CAPACIDAD PRODUCTIVA

El objetivo principal del promotor es obtener el máximo rendimiento y beneficio económico. Por tanto, a parte de elegir variedades y patrones que se adapten en la zona de estudio, se tendrá especial cuidado en la realización de las labores de mantenimiento del suelo, fertilización, poda y riego para obtener así las mejores cosechas posibles en base a las capacidades de las variedades elegidas y a las condiciones edafoclimáticas.

c. VIGOR Y PORTE

Es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar la plantación, ya que en base a este criterio las operaciones de mantenimiento, poda y sobre todo, recolección, se verán más o menos facilitadas para el agricultor, además de tener que cumplir un equilibrio considerable entre el crecimiento vegetativo y la producción prevista.

d. FECHA DE MADURACIÓN

Debido a las condiciones climáticas de la Comarca de Calatayud, para esta plantación se elegirán variedades de maduración tardía, para que así pueda darse la recolección en las mejores condiciones posibles, sin exceso de lluvias que puedan dañar las cerezas mediante el ablandamiento o el rajado. Es importante y ventajoso que las variedades elegidas maduren en un orden próximo y consecutivo para evitar parones en la recolección y programar una cosecha uniforme en los meses de junio y julio en el caso de estudio.

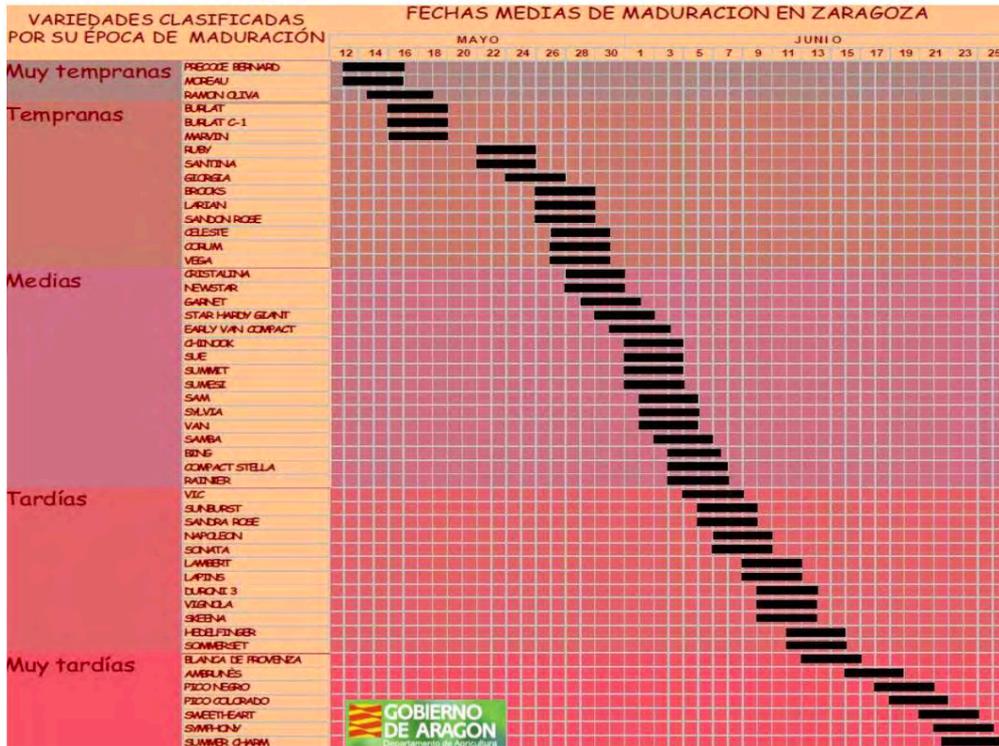


Figura 5. Época de maduración para las diferentes variedades de cereza.

Fuente: Gobierno de Aragón

e. ENTRADA EN PRODUCCIÓN

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora del diseño de la plantación es el tiempo que tarda el árbol en entrar en producción ya que interesa que el frutal de fruto cuanto antes para ir amortizando la inversión. En el caso del cerezo, con un buen análisis y mantenimiento, el árbol comienza a dar frutos a los 3 – 4 años, dándose el máximo de producción a partir del quinto.

f. CALIDAD Y TAMAÑO DEL FRUTO

La exigencia del mercado es cada vez mayor ya que se tienen que cumplir determinados límites de calidad para que el producto sea aceptado por el consumidor. Por ello, dependiendo del destino de la cereza, se establecen una serie de categorías, en función de unos márgenes en el color de la piel, contenido de sólidos solubles, calibre, firmeza y acidez.

3.1.2. CONDICIONANTES EXTERNOS

a. ÉPOCA DE FLORACIÓN

Conocer la fecha de floración y el periodo entre floración – maduración permite elaborar un calendario de recolección escalonada de las cerezas favoreciendo la calidad del producto. Es necesario que florezcan y maduren en orden consecutivo para sacar el máximo rendimiento posible, aprovechando los precios de venta.

En el caso de esta plantación, como la altitud es superior a 700 m, la floración y maduración serán tardías, de finales de marzo a principios de abril, siendo más uniforme la primera que la segunda y dependiendo de las características climáticas del invierno.

Según los requerimientos térmicos del cerezo existe riesgo de helada a partir de la temperatura mínima inferior a - 4°C, siendo el fruto el órgano más afectado. El cerezo es una especie resistente al frío pero sensible a las heladas durante el periodo de floración y necesita acumular entre 500 y 1.700 horas frío, siendo el rango ideal entre 3,2 y 3,7°C. Es un cultivo que requiere determinados límites ya que las flores no soportan las bajas temperaturas debidas a las heladas tardías, por lo que es importante que las últimas heladas primaverales acontezcan con anterioridad a la floración.

b. RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES

Es importante elegir variedades resistentes a las plagas y enfermedades más comunes en la comunidad aragonesa para que estas sean lo más fácil posible de combatir y no derivar en una gran pérdida de cara a la producción. En los últimos años se ha avanzado mucho en el control e intervención fitosanitaria con el fin de obtener un mayor número de plantaciones sanas.

c. ADAPTABILIDAD A LA ZONA

La experiencia y evaluación de diferentes plantaciones del territorio es un buen método para evaluar si existe una variedad idónea para una zona concreta, por lo que los agricultores apuestan por diferentes variedades de cerezo para ver su comportamiento en la zona, es decir, para comprobar si estas son capaces de adaptarse y desarrollarse de la manera más adecuada teniendo en cuenta sus condiciones y características.

3.1.3. OBJETIVOS IMPUESTOS POR EL PROMOTOR

Debido a una serie de condiciones iniciales sobre las que destacan la altitud y climatología de la zona de estudio, el promotor tiene la necesidad de establecer una búsqueda de variedades autocompatibles de floración tardía, maduración media – tardía y de porte y vigor no muy potente para que el árbol no llegue a una altura muy elevada para facilitar la recolección para los temporeros.

3.1.4. PRINCIPALES VARIEDADES DE INTERÉS

Las variedades de cerezo se pueden ordenar según múltiples criterios, pero en este caso, debido a la importancia que tienen las fechas en la que se producen la floración y la maduración, se clasifican a continuación según este criterio:

- ✓ *Cereza extra – temprana*: pertenecen a este grupo las variedades que maduran antes que Burlat. Destacan Cristobalina, Primulat, Nimba, Sweet Early y Early Bigi.
- ✓ *Cereza temprana*: se incluyen dentro de esta categoría las variedades de cereza que maduran entre 0 y 11 días después de Burlat, considerándose esta una variedad temprana, al igual que Marvin, Royal Tioga, Pacific Red, Ruby, Early Red, Royal Bailey, Royal Hazel, Rocket, Santina, Carmen, Frisco, Brooks, Larian, Sandon Rose, Giant Red, Prime Giant, Celeste y Sabrina.
- ✓ *Cereza de media estación*: entran en este grupo las variedades que maduran entre 12 y 19 días después de Burlat como Grace Star, Cristalina, New Star, New Moon, Garnet, Utah Giant, Starking, 13S 3-13, Canada Giant, Sue, Summit, SPC 342, Black Star, Sam, Van, Satin, Samba, Starblush, Bing, Stella y Rainier.
- ✓ *Cereza tardía*: pertenecientes al grupo de interés para la plantación de estudio destacan variedades como 4-84, Vic, Sylvia, Sunburst, Napoleon, Sonata, Lapins, Kordia, Skeena, Hedelfingen, Somerset y Royal Helen, todas ellas con una maduración entre 20 y 27 días después de Burlat.
- ✓ *Cereza extra – tardía*: por último, en este grupo se ordenan las variedades de cereza que tras recolectar la variedad Burlat aun tardan casi un mes en madurar. Se conocen Blanca de Provenza, Ambrunés, Regina, Pico Negro, Pico Colorado, Sweet Heart, Symphony, Summer Charm y Sentennial (SPC 103).

Las variedades de floración tardía y maduración media – tardía son las más adecuadas para el territorio. Las variedades que se van a analizar son, por tanto: 4-84, Vic, Sylvia, Sunburst, Napoleon, Sonata, Lapins, Kordia, Skeena, Hedelfingen, Somerset y Royal Helen.

○ **4-84**

- Origen: en California (Estados Unidos) por el investigador Marvin Niess.
- Floración: es una variedad autoestéril que florece durante la primera semana de abril.
- Maduración: madura 20 días después de Burlat por lo que se considera una variedad de maduración tardía.
- Productividad: se trata de una variedad precoz caracterizada por su alta productividad, superando en muchos casos las 20 toneladas/ha.
- Vigor y porte: presenta un vigor medio – alto y un porte abierto que dificulta la poda.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, tienen forma reniforme, son gruesas (unos 28 mm) y la longitud del pedúnculo es media. En la madurez la epidermis presenta un color rojo oscuro y la pulpa tiene color rojo. También destacan por su buena dureza y sabor.
- Resistencia al agrietado: el mayor inconveniente de esta variedad es su poca resistencia al agrietado y al cracking, por lo que no se recomienda su uso en zonas con mucha lluvia.

○ **Vic**

- Origen: obtenida en 1937 en Canadá por el centro de investigación de Vineland, trata de un cruce entre las variedades Bing y Schmidt.
- Floración: es una variedad autoestéril que puede ser polinizada por variedades como Summit, Kordia o Cristalina. Florece entorno a la segunda semana de abril por lo que se considera además una variedad de floración tardía.
- Maduración: al ser cosechada 20 días después de Burlat se considera una variedad tardía.
- Productividad: se caracteriza por su alta productividad obteniendo frutos de calidad.
- Vigor y porte: presenta un vigor medio y un porte abierto que dificulta la poda.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad destacan por su sabor, son firmes, tienen forma cordiforme, son gruesas (unos 28 mm) y con el pedúnculo largo, lo que favorece la recolección. En la madurez la epidermis presenta un color granate y la pulpa tiene color rojo oscuro.
- Resistencia al agrietado: esta variedad presenta buena resistencia al agrietado y al cracking de la cereza.

○ ***Sylvia***

- Origen: se trata de una variedad obtenida por la estación de investigación Summerland de Canadá. En 1957 se llegó a ella tras realizar un cruce entre las variedades Van y Sam.
- Floración: es una variedad autoestéril que puede ser polinizada por variedades como Canada Giant, Kordia o Skeena. Florece entorno a la segunda semana de abril por lo que se considera además una variedad de floración tardía.
- Maduración: coincide con la variedad Sunburst 21 después de Burlat por lo que se habla de cereza tardía.
- Productividad: sin duda, se conoce por su elevada productividad de cerezas de buen sabor, superando las 20 toneladas/ha en una plantación de 400 árboles/ha.
- Vigor y porte: tiene un vigor medio y dispone de un porte erecto que tiene dificultades para ramificar.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, tienen forma redondeada, son muy gruesas (unos 30 mm) y con un pedúnculo de longitud media. En la madurez la epidermis presenta un color rojo oscuro y la pulpa tiene color rojo.
- Resistencia al agrietad: es una variedad con una capacidad media – buena de cara al agrietado y al cracking.

○ ***Sunburst***

- Origen: se trata de una variedad obtenida por la estación de investigación Summerland de Canadá. En 1984 se llegó a ella tras realizar un cruce entre las variedades Van y Stella.
- Floración: es una variedad autofértil de floración tardía.
- Maduración: al igual que Sylvia, madura 21 después de Burlat por lo que se considera una variedad de maduración tardía.
- Productividad: destaca su precocidad y su elevada producción (25 toneladas/ha en una densidad de plantación de 400 árboles/ha) siendo una de las variedades que mejor relaciona el calibre de la cereza con su alta producción.
- Vigor y porte: este cerezo es muy vigoroso y tiene un porte semi – erecto.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad tienen forma redondeada, son muy gruesas (unos 30 mm) y con un pedúnculo largo. En la madurez la epidermis presenta un color rojo y la pulpa tiene también color rojo. En cuanto a la firmeza, es una variedad de dureza media - blanda, pero tiene un excelente sabor lo que le otorga una salida comercial exitosa.

- Resistencia al agrietado: esta variedad es resistente al agrietado y al cracking de la cereza.

- o ***Napoleon***
 - Origen: también conocida en la zona como Monzón, tiene su origen en Alemania en el año 1961.
 - Floración: es una variedad de floración media – tardía y autoestéril que puede ser polinizada por las variedades Burlat, Rainier y Sue.
 - Maduración: esta variedad madura 22 días después de Burlat por lo que se considera una cereza tardía.
 - Productividad: presenta una productividad elevada.
 - Vigor y porte: es una variedad vigorosa y dispone de un porte abierto.
 - Características de la cereza: las cerezas de esta variedad tienen forma alargada, un calibre medio (unos 26 mm) y un pedúnculo de longitud media. Esta variedad difiere mucho en el color con relación a otras variedades, ya que presenta un color rojo sobre crema en la madurez y la pulpa es de color blanco crema. El sabor también es escaso por su bajo contenido en azúcares y la firmeza es débil.
 - Resistencia al agrietado: dispone de buena resistencia al agrietado.

- o ***Sonata***
 - Origen: esta variedad es una obtención de la estación de investigación Summerland en Canadá y trata un cruce realizado en 1976 entre las variedades Lapins y Van x Stella.
 - Floración: es una variedad autofértil de floración media – tardía.
 - Maduración: se recolecta unos 22 días más tarde que Burlat por lo que es cereza tardía.
 - Productividad: es una variedad que dispone de una buena producción y además el uso de portainjertos enanizantes podría incrementar este parámetro.
 - Vigor y porte: es un cerezo de vigor medio y porte erecto.
 - Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, tienen forma redondeada, un calibre muy grueso (30 mm) y un pedúnculo largo. La pulpa es de color rojo y en la madurez la epidermis presenta un color granate muy atractivo en el mercado.
 - Resistencia al agrietado: es poco resistente al agrietado y al cracking de la cereza.

○ **Lapins**

- Origen: es otra variedad obtención de la estación de investigación Summerland en Canadá y trata un cruce realizado en 1983 entre las variedades Van y Stella.
- Floración: es una variedad autofértil y de floración temprana apareciendo las primeras flores en la última semana de marzo.
- Maduración: la maduración se da 25 días después de Burlat, por lo tanto, se considera una cereza tardía.
- Productividad: con esta variedad se obtienen producciones muy elevadas, siendo probablemente la variedad más productiva que existe llegando a las 30 – 40 toneladas/ha en plantaciones de 800 árboles/ha.
- Vigor y porte: es un cerezo de vigor medio y porte erecto que en ocasiones puede dificultar la apertura del árbol, siendo necesaria una adecuada poda de formación.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, tienen buen sabor y forma redondeada y algo alargada, un calibre grueso (unos 28 mm) y un pedúnculo de longitud media. Tanto el color de la epidermis en el momento de la madurez y la pulpa, presentan un color rojo oscuro.
- Resistencia al agrietado: es una variedad muy resistente al agrietado y tolerante al cracking de la cereza.

○ **Kordia**

- Origen: se trata de una variedad procedente de Checoslovaquia obtenida en 1991 gracias a un cruce hoy en día no definido con exactitud.
- Floración: es una variedad de floración tardía y autoestéril que puede ser polinizada por variedades como Summit, Regina, Sunburst y Hedelfingen.
- Maduración: de la misma manera que Lapins, madura 25 días después de Burlat y es una cereza tardía.
- Productividad: normalmente con esta variedad se consiguen producciones normales, pero se puede mejorar con el uso de patrones de vigor reducido.
- Vigor y porte: es un cerezo vigoroso y de porte abierto con fácil ramificación.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad tienen buen sabor y forma acorazonada, un calibre grueso (unos 28 mm) y un pedúnculo largo. La pulpa es de color rojo y en la madurez la epidermis presenta un color rojo oscuro. En cuanto a la firmeza, es una de las variedades de cereza más apreciadas gracias a su dureza, factor que facilita el manejo sobre todo en la postcosecha.
- Resistencia al agrietado: es una variedad que tiene buena respuesta ante el agrietado y el cracking.

○ ***Skeena***

- Origen: obtención en la estación de investigación Summerland en Canadá.
- Floración: es una variedad autofértil de floración media en la primera semana de abril.
- Maduración: muy similar a Lapins, madura 25 días después de Burlat, por lo que se considera una cereza de maduración tardía.
- Productividad: se trata de un cerezo precoz del que se obtienen elevadas producciones.
- Vigor y porte: es un cerezo vigoroso con porte abierto.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, tienen muy buen sabor, forma redondeada, un calibre grueso (unos 28 mm) y un pedúnculo de longitud media. La pulpa es de color rojo y en la madurez la epidermis presenta un color granate muy atractivo para los consumidores.
- Resistencia al agrietado: es una variedad que responde bien al agrietado y al cracking de la cereza.

○ ***Hedelfingen***

- Origen: es una variedad de cereza tradicional que tiene su origen en Alemania en el año 1850 gracias a un cruce varietal desconocido.
- Floración: se habla de una variedad autoestéril de floración tardía que puede ser polinizada por variedades como Summit y Sunburst.
- Maduración: es una cereza tardía que se recolecta transcurridos 27 días Burlat.
- Productividad: es una variedad que tiene una lenta entrada en producción y de la que se consiguen producciones medias.
- Vigor y porte: es un cerezo vigoroso de porte semi -erecto.
- Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, pero tienen escaso sabor, forma cordiforme, son pequeñas (24 mm) y disponen de un pedúnculo muy largo. En la madurez la epidermis presenta un color granate y la pulpa tiene color rojo oscuro.
- Resistencia al agrietado: es una cereza que tiene poca resistencia al agrietado y al cracking de la cereza.

○ ***Somerset***

- Origen: se trata de una variedad obtenida en el centro experimental de Geneva en Estados Unidos a través del cruce entre las variedades Van y Vic.

- Floración: es una variedad autoestéril de floración muy temprana (antes de la tercera semana de marzo) que puede ser polinizada por variedades como Celeste y Samba.
 - Maduración: es una cereza tardía que tiene su estado óptimo para madurar 27 días más tarde que Burlat.
 - Productividad: es una variedad poco conocida en España que da producciones elevadas.
 - Vigor y porte: es un cerezo de vigor medio y de porte abierto que ramifica bien y tiene una alta capacidad de inducción floral.
 - Características de la cereza: las cerezas de esta variedad son firmes, tienen muy buen sabor, forma redondeada y también algo aplanada, gran tamaño (unos 28 mm) y un pedúnculo corto. La pulpa es de color rojo oscuro y en la madurez la epidermis presenta un color negruzco.
 - Resistencia al agrietado: es una variedad interesante en las zonas con mucha lluvia ya que posee una gran resistencia al agrietado y al cracking de la cereza.
- **Royal Helen**
- Origen: es una variedad obtenida por el cruce de Bing con Royal Dawn en el centro de investigación de Zaiger's Inc Genetics ubicado en California.
 - Floración: es una variedad autofértil de floración temprana presentando las primeras flores la última semana de marzo.
 - Maduración: es una variedad que madura entre 25-29 días una vez lo ha hecho Burlat, por tanto, se trata de cereza tardía.
 - Productividad: es un cerezo precoz que da altas producciones.
 - Vigor y porte: es una variedad que dispone de un vigor medio y un porte erguido.
 - Características de la cereza: las cerezas de esta variedad poseen una firmeza muy alta, tienen muy buen sabor, forma redondeada, tamaño muy grueso (30 mm) y un pedúnculo largo. La pulpa es de color rojo y en la madurez la epidermis presenta un color característico conocido como rojo carmín.
 - Resistencia al agrietado: es una variedad de cerezo que dispone de una resistencia media al agrietado y al cracking.

VARIEDAD DE REFERENCIA	VARIEDADES DE ESTUDIO	FECHA DE MADURACIÓN
VARIEDAD TEMPRANA DE REFERENCIA: BURLAT FECHA DE MADURACIÓN: 15 – 30 MAYO	4-84	+ 20
	VIC	+ 20
	SYLVIA	+ 21
	SUNBURST	+ 21
	NAPOLEON	+ 22
	SONATA	+ 22
	LAPINS	+ 25
	KORDIA	+ 25
	SKEENA	+ 25
	HEDELFINGEN	+ 27
	SOMERSET	+ 27
	ROYAL HELEN	+ 25 - 29

Tabla 2. Días de referencia respecto a la variedad Burlat.

Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

3.1.5. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LAS VARIEDADES DE ESTUDIO

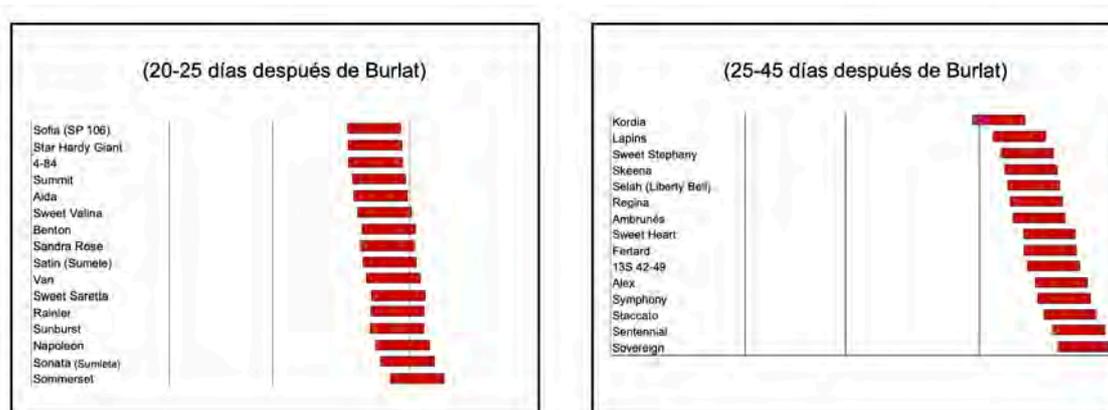


Figura 6. Fecha de maduración respecto a la variedad Burlat.

Fuente: Javier Rodrigo García (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca

Una vez conocidas las características de las variedades de interés para el promotor, es decir, las variedades de cereza de maduración tardía, se realiza un análisis multicriterio en el que se valora la incidencia de los diferentes factores y condiciones que cada una de estas variedades deben cumplir para ser las elegidas a la hora de diseñar finalmente la plantación. Para la realización de dicho análisis se pondera cada variedad en función de diversos factores en base al criterio del promotor, recayendo la mayor importancia en la época de floración y fecha de maduración, la autocompatibilidad o incompatibilidad de la variedad, la productividad y el vigor y porte que presenta.

Seguidamente se representa en la Tabla 3 el estudio analizado de las doce variedades pertenecientes al grupo de *cereza tardía* (numeradas del 1 al 12 siguiendo el orden de presentación del apartado 3.1.4 de este mismo anejo), valorado mediante una escala cuantitativa con valores que van de 0 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable).

Factor	Ponderación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Variedad autocompatible	2	0	0	0	5	0	5	5	0	5	0	0	5
Floración	2	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	3	4
Maduración	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
Entrada en producción	1	5	3	3	5	3	4	4	3	5	1	3	5
Productividad	1,5	4	4	5	5	4	4	5	3	5	3	4	5
Vigor y porte	1,5	2	2	3	1	1	4	4	1	1	2	3	3
Características de la cereza	1	4	4	4	3	2	4	4	4	4	2	4	4
Resistencia al agrietado	1	1	4	3	4	4	3	5	4	4	2	5	3
TOTAL		39	38	40	51	34,5	53	56,5	37	52	30,5	36,5	50

Tabla 3. Análisis multicriterio para la elección de variedades.
1.4-84; 2. Vic; 3. Sylvia; 4. Sunburst; 5. Napoleon; 6. Sonata; 7. Lapins; 8. Kordia;
9. Skeena; 10. Hedelfingen; 11. Somerset; 12. Royal Helen

3.1.6. VARIEDADES ELEGIDAS

Es aconsejable verificar que las variedades seleccionadas cumplen con las expectativas del promotor y son aptas en la zona de cultivo.

El agricultor opta por la plantación de dos variedades ya que ello le otorga un mayor margen económico y también reduce riesgos y facilita el manejo de la explotación. Según el análisis multicriterio (Tabla 3), se eligen las dos variedades que más puntuación han obtenido, siendo estas la variedad *Sonata* con 53 puntos y la variedad *Lapins* con 56,5.

Sonata y *Lapins* son variedades de cereza que se han popularizado mucho en los últimos años debido a su alta capacidad productiva obteniéndose cerezas de gran tamaño y sabor y con mucho potencial de firmeza, asegurando una larga vida postcosecha y una mejor conservación, aspectos que derivan en una ventaja económica para el agricultor ya que es un fruto atractivo para el consumidor y se puede aprovechar de los mejores precios de mercado.

Son variedades que, al tratarse de cereza de maduración tardía, tienen requisitos de frío más altos, entorno a 700-800 horas de frío y, además, al igual que las demás variedades de este frutal, presentan riesgo a los daños causados por la enfermedad *Monilia* y además *Sonata* también es menos resistente el agrietado y al cracking.

Si el agricultor quisiese instalar una tercera variedad optaría por *Skeena*, muy similar a *Lapins* pero con el inconveniente de ser un cerezo vigoroso con porte abierto, por lo que sería necesaria una plantación conjunta con un patrón enanizante para conseguir así los requisitos del promotor.



Figura 7. Variedad Sonata de cereza.

Fuente: Javier Rodrigo García (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca



Figura 8. Variedad Lapins de cereza.

Fuente: Javier Rodrigo García (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca

3.2. ELECCIÓN DEL PATRÓN

Aunque las semillas y los vástagos han sido muy útiles en el pasado, actualmente se utiliza casi exclusivamente el injerto, ya que con el uso adecuado de un portainjerto se le permite al cerezo una mayor adaptación al clima y al terreno.

Hace años, en España los portainjertos más utilizados eran el cerezo silvestre (*Prunus avium*), el guindo (*Prunus cerassus*) y el Santa Lucía (*Prunus mahaleb*).

Según el agente de extensión agraria, Tomás Alonso Gavilán, hace ya varias décadas, el cerezo silvestre se adaptaba perfectamente al suelo debido a su potencia radicular, era muy rústico y afín con todas las variedades, además de presentar una gran resistencia a la *Gomosis*.

En cambio, el uso de *Prunus mahaleb* como patrón, sólo respondía bien en terrenos secos, calcáreos, arenosos, pedregosos, áridos y de poco espesor. Otro patrón conocido, aunque menos usado en aquellos años era *Cerassus bessey*, especie para las formas enanas. Poco recomendado como patrón era el *Cerassus vulgaris* porque no siempre se tenía seguridad en el éxito del injerto y las plantas tenían en general poco vigor.

También se recurría a la reproducción por vástagos, pero los patrones obtenidos de esta manera eran menos vigorosos y el tallo no siempre era recto.

Dejando a un lado los patrones característicos del pasado, hoy en día a nivel mundial se dispone de un amplio abanico de patrones que confieren un vigor y una adaptación particular según el tipo de suelo y la variedad injertada.

Los patrones de la especie *Prunus mahaleb*, en particular la selección clonal de Santa Lucía conocido como SL-64 y Pontaleb propagado por semilla, son los más utilizados en las plantaciones de España caracterizadas por climas cálidos y suelos de textura franca, calizos e inductores de clorosis férrica.

Además, a lo largo de estos últimos años se han ido conociendo e introducido nuevos patrones para suelos pesados y en replantación, como son las series CAB6, MaxMa – 14, los clonales Mastro de Montañana, Adara y Monrepós o Marilan. Patrones como el denominado Colt no ha tenido un gran desarrollo en España, al igual que los patrones enanizantes de la serie Gisela, muy populares en el Norte de Europa.

3.2.1. CRITERIOS DE VALOR

a. VIGOR

El promotor desea formar árboles de un porte que facilite la recolección, se utilizará el pie que otorgue un vigor compatible con los factores limitantes de adaptabilidad a los diversos suelos y compatibilidad con las variedades a emplear, recordando que han sido elegidas Sonata y Lapins para la plantación estudiada.

b. COMPATIBILIDAD

Es necesario conocer la afinidad que se presenta entre la variedad y el portainjerto para evitar problemas como las posibles roturas que se pueden producir a causa de una acción del viento o en la realización de labores. Los patrones que se van a estudiar a continuación pueden ser compatibles o incompatibles con cerezos guindos, cerezos dulces, ciruelo y albaricoquero.

c. ADAPTABILIDAD

Es de suma importancia conocer los requerimientos del patrón en lo que respecta a las características del suelo, así como su resistencia y tolerancia al frío, la salinidad, asfixia radicular, clorosis férrica y a las plagas y enfermedades.

d. PRODUCTIVIDAD

El patrón debe ayudar a la variedad a adelantar su entrada en producción para conseguir un periodo improductivo menor y generar ganancias al agricultor cuanto antes.

e. RESISTENCIA A LA SEQUÍA

En este caso, debido a que la plantación va a ser regada mediante riego localizado por goteo y no hay falta de agua, no es un factor para tener en cuenta.

f. RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES

Ocurre lo mismo que con la resistencia a la sequía, al tratarse de plantación nueva, diseñada siguiendo el orden de preferencia en todos los aspectos, este factor no tiene por qué dar ninguna problemática.

g. HOMOGENEIDAD

Es importante que la búsqueda se centre en patrones de la misma edad para que la plantación sea uniforme y homogénea.

h. TOLERANCIA A LA SALINIDAD

El estudio edafológico presente en el Anejo 3 de este proyecto determina que la zona no presenta problemas de salinidad por tanto, este factor tampoco será determinante a la hora de elegir el patrón.

i. TOLERANCIA A LA ASFIXIA RADICULAR

En suelos con limitación en el drenaje, un exceso de agua de riego o con mucha humedad como es el caso de la zona de estudio, se puede producir una acumulación indeseada de agua que puede llegar a matar los árboles durante el ciclo vegetativo. Principalmente por este motivo se debe tener en cuenta la respuesta del patrón ante condiciones de encharcamiento, siendo un factor problemático en la plantación de estudio ya que se encuentra en una zona con textura franco-arenosa y textura franca en la que está comprobado que patrones como el SL-64 y Marilan, muy extendidos en España, no responden bien en los suelos de esta zona aragonesa.

j. PROFUNDIDAD DE LAS RAÍCES Y ANCLAJE AL SUELO

Es importante que el patrón presente un buen anclaje que permita enraizar bien la planta en el suelo.

3.2.2. PRINCIPALES PATRONES DE INTERÉS

PATRÓN	ESPECIE	VIGOR	ADAPTABILIDAD	COMPATIBILIDAD	PRODUCTIVIDAD	ANCLAJE
MAZZARD F 12/1	<i>P. avium</i>	ALTO	ALTA	BUENA	ALTA	BUENO
C24-92	<i>P. avium</i>	ALTO	MEDIA - ALTA	MEDIA - BUENA	ALTA	MEDIO
SL-64	<i>P. mahaleb</i>	ALTO	MEDIA - ALTA	BUENA	ALTA	BUENO
PONTALEB	<i>P. mahaleb</i>	ALTO	MEDIA	MEDIA	ALTA	BUENO
CAB6	<i>P. cerassus</i>	MEDIO	BAJA	MEDIA	MEDIA	BUENO
MASTO DE MONTAÑA	<i>P. cerassus</i>	MEDIO	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIO
MAXMA-14	<i>P. avium x P. mahaleb</i>	MEDIO - ALTO	MEDIA	BUENA	ALTA	BUENO
ADARA	<i>P. cerasifera</i>	MEDIO - ALTO	ALTA	BUENA	ALTA	BUENO
MONREPÓS	<i>P. cerasifera</i>	ALTO	ALTA	BUENA	ALTA	BUENO
MARIANA 26-24	<i>P. cerasifera x P. munsoniana</i>	ALTO	NULA	NULA	ALTA	BUENO
MARILAN	(<i>P. cerasifera x P. munsoniana</i>) x <i>P. cerasifera</i>	ALTO	MEDIA	ALTA	ALTA	BUENO
COLT	<i>P. avium x P. pseudocerasus</i>	ALTO	MEDIA	BUENA	ALTA	BUENO
GISELA 5	<i>P. cerassus x P. canescens</i>	BAJO	MEDIA - ALTA	ALTA	BAJA	POBRE
GISELA 6	<i>P. cerassus x P. canescens</i>	MEDIO	MEDIA - ALTA	ALTA	BAJA	POBRE

* MARIANA 26-24 no es compatible con cerezo.

Tabla 4. Principales patrones de interés.

Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

a. PATRONES DE *PRUNUS AVIUM*

Los patrones pertenecientes a esta especie son compatibles con casi todas las variedades de cerezo existentes, ofreciendo un gran vigor a la variedad injertada, por lo que no se deben cultivar con densidades de plantación muy elevadas.

En cuanto a los requerimientos y tolerancias, son patrones que prefieren suelos profundos y frescos, no toleran la caliza y resisten bien los encharcamientos, ya que las exigencias en agua son elevadas sobre todo si se injertan variedades vigorosas.

Mazzard F 12/1 es un patrón de *Prunus avium* con mucha antigüedad que posee un vigor algo inferior al franco del que proviene, presenta un crecimiento uniforme y es muy resistente al *Chancro bacteriano*.

C24-92 es otro patrón conocido de esta especie, con características similares a las del anterior, comercializado en España, pero en un rango inferior.

b. PATRONES DE *PRUNUS MAHALEB*

Los patrones procedentes de *Prunus mahaleb* se conocían hace años por su buena adaptación a suelos calizos, secos y sueltos debido a la longitud de sus raíces, capaces de explorar grandes profundidades y también por su baja resistencia a los suelos pesados y encharcados.

La principal ventaja de este portainjerto es que confiere a las variedades sobre él injertadas un vigor medio, lo que le proporciona un buen desarrollo en plantaciones de media y alta densidad. En cuanto a la compatibilidad, hace años era difícil su uso en variedades muy vigorosas debido a la diferencia de vigor entre el patrón y la variedad.

Se ha estudiado mucho a cerca de la selección clonal de *Prunus mahaleb*, el patrón SL-64, una obtención del Instituto Científico de Investigación Agronómica (INRA) en el año 1987.

Durante muchos años ha sido el patrón de mayor difusión en España debido a su rápida entrada en producción, su buena productividad, su buen calibre y su buena compatibilidad con la mayoría de las variedades. Además, tiene un desarrollo excelente en suelos calcáreos, pedregosos con riego localizado e incluso en secanos frescos y es muy tolerante a la clorosis férrica. Requiere suelos bien drenados debido a su sensibilidad a la asfixia radicular en suelos pesados. Actualmente su presencia sigue siendo muy importante, pero está empezando a decaer en favor de otros patrones como Adara, patrón que resiste muy bien el encharcamiento.

Pontaleb propagado por semilla es un portajainerto de antigüedad que tiene un uso muy inferior a SL-64, pero es conocido por sus buenos resultados en variedades menos fértiles como Bing.

c. PATRONES DE *PRUNUS CERASSUS*

Dos de los patrones más conocidos pertenecientes a esta especie son CAB6 y Mosto de Montaña, otorgando un vigor al árbol similar al de Santa Lucía en terrenos frescos y de regadío, y un vigor inferior en el resto de las zonas. En cuanto a la compatibilidad de estos patrones, presentan buena afinidad con variedades vigorosas en zonas frescas y de regadío, mientras que en terrenos secos presentan incompatibilidad con las mismas. Respecto a su adaptabilidad, no responde adecuadamente en suelos con textura franco-arenosa, tiene baja tolerancia a las faltas de humedad,

respondiendo mejor con microaspersores que con riego por goteo y es sensible al ataque del *Chancro bacteriano*. Por tanto, estos patrones procedentes de *Prunus Cerasus* son totalmente inadecuados para la plantación de estudio.

d. PATRONES HÍBRIDOS DE CEREZO

MaxMa – 14 es un patrón de cerezo generado gracias al cruzamiento de *P. mahaleb* x *P. avium* en USA en el año 1987. Se caracteriza por presentar una fácil micropropagación, ser semi – vigoroso y compatible con cerezos guindos y la mayoría de los cerezos dulces, tener buen anclaje y dar cosechas elevadas. En cuanto a sus tolerancias, es sensible a la sequía y a la asfixia radicular, pero tolerante a la clorosis férrica y al *Chancro bacteriano*.

Colt es otro patrón de cerezo cuyo origen genético es un cruce híbrido de *P. avium* x *P. pseudocerasus*, obtenido por East Malling (Inglaterra) en el año 1981. Es un patrón que resiste muy bien la humedad y la asfixia radicular pero no es tolerante a la sequía, utilizado en plantaciones de baja densidad obteniéndose grandes producciones.

Gisela 5 trata de un cruce entre *P. cerassus* x *P. canescens*, es decir, entre el cerezo guindo y una especie de cereza nativa de China, cuyo origen se remonta en Alemania en el año 1985. Es un patrón enanizante, compatible con los cerezos ácidos y con la mayoría de los cerezos dulces, muy precoz y productivo. En cuanto a su resistencia, presenta una alta resistencia al frío y a la asfixia radicular, pero es muy sensible a la salinidad y a la clorosis férrica.

En el año 1994, también en Alemania, aparece otro patrón enanizante de la serie Gisela, el conocido Gisela 6, otro cruce de *P. cerassus* x *P. canescens*, compatible con cerezos guindos y la mayoría de los cerezos dulces, muy precoz, muy productivo y tolerante a la asfixia radicular y a la clorosis férrica.

e. PATRONES DE CIRUELO

El ciruelo Adara es un patrón de cerezo seleccionado por el centro de investigación Aula Dei en Zaragoza (España) en el año 1995, en concreto por Rafael Cambra; es un portainjerto procedente del ciruelo japonés (*Prunus cerasifera*). Este portainjerto obtenido en la tierra aragonesa ha supuesto un gran avance para el cultivo del cerezo, convirtiéndose en la primera variedad de ciruelo compatible con variedades de cerezo dulce y permitiendo incluso el injerto de cerezo sobre ciruelo sobre pies de melocotonero o almendro. Adara permite aprovechar la mejor adaptación del ciruelo a suelos pesados como en de la Comarca de Calatayud donde la asfixia radicular del cerezo resulta inevitable.

Monrepós es un patrón de cerezo perteneciente al grupo de ciruelos de crecimiento rápido seleccionado en el CITA de Aragón (España). Este portainjerto se caracteriza por su vigor

y por su producción, así como por la compatibilidad que presenta con la mayoría de las variedades existentes y su elevada capacidad de enraizamiento.

f. PATRÓN MARILAN

El portainjerto Mariana 26-24 es una obtención de la Universidad de Davis en California, cuyo origen genético es un cruce entre *P. cerasifera* x *P. munsoniana*, por sí solo compatible con variedades de ciruelo y albaricoquero, pero incompatible con variedades de cerezo. Se caracteriza por ser un patrón vigoroso, productivo y adaptado a suelos pobres y de replantación. Además, es tolerante a la sequía, a la asfixia radicular, a la clorosis férrica y a la presencia de enfermedades en el suelo causadas por hongos.

La combinación de este patrón con el ciruelo Adara (ya explicado), da lugar al patrón Marilan (Figura 9), muy conocido por su alto vigor y su elevada capacidad productiva.



Figura 9. Portainjerto Marilan.

Fuente: Javier Rodrigo García (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca

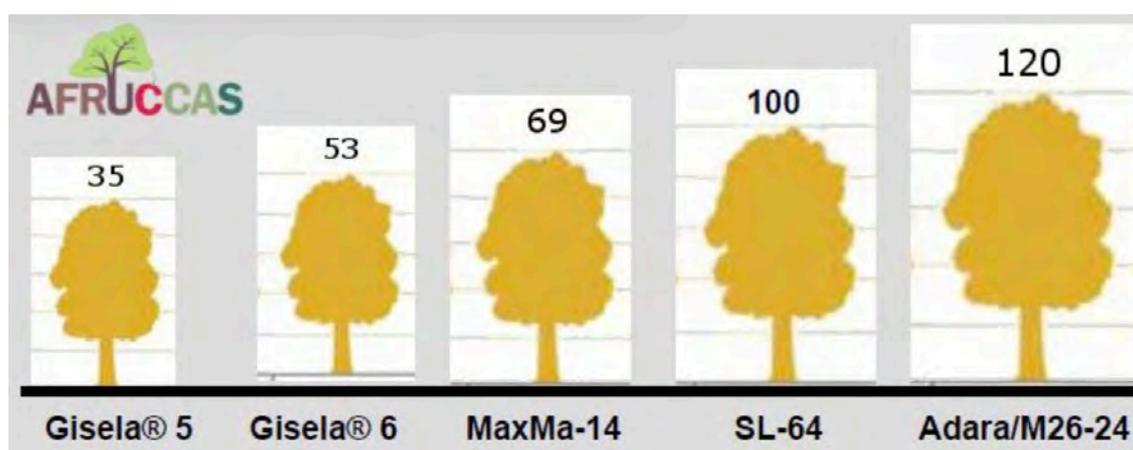


Figura 10. Comparativa de vigor entre portainjertos.

Fuente: Javier Rodrigo García (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca

3.2.3. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LOS PATRONES DE ESTUDIO

Una vez conocidas las características principales de cada uno de los patrones estudiados y teniendo en cuenta la edafología de la zona de plantación, así como los objetivos que exige el promotor, destacando entre estos la búsqueda de árboles de altura media que faciliten las labores de mantenimiento y recolección y su resistencia a los encharcamientos producidos en la zona debido a la gran humedad presente y que con ello, no haya muerte de plantas por asfixia radicular, además de su resistencia a las principales enfermedades que se pueden dar, sobre todo las causadas por hongos en el suelo, se realiza la matriz de análisis multicriterio.

Se han elegido para este análisis los patrones más comunes y utilizados actualmente de cada uno de los grupos anteriormente comentados, valorados mediante una escala cuantitativa con valores que van de 0 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable) en función de la mete a la que se quiere llegar.

Factor	Ponderación	Mazzard	SL-64	CAB6	MaxMa-14	Adara	Marilan	Colt	Gisela 5
Tolerancia a la asfixia radicular	2	5	3	2	2	5	5	5	4
Vigor	2	2	3	3	3	3	1	3	1
Densidad de plantación	2	2	5	3	4	5	3	2	4
Anclado de raíces	1	4	5	3	5	5	5	3	3
Resistencia a enfermedades	1,5	4	4	3	5	4	5	4	3
Influencia sobre la producción	1	4	4	3	4	5	5	4	4
TOTAL		32	37	26,5	34,5	42	35,5	33	29,5

Tabla 5. Análisis multicriterio para la elección del patrón.

3.2.4. PATRÓN ELEGIDO

De los patrones estudiados en el análisis multicriterio en función de los principales objetivos del promotor y de los factores limitantes, de obligatorio cumplimiento para el buen desarrollo del cerezo en la zona de plantación, es el patrón *Adara* el que más se ajusta a sus deseos, obteniendo este una puntuación muy destacada y superior en comparación con los demás patrones estudiados.



Figura 11. Injerto de variedad Sonata sobre patrón Adara.

Adara es un patrón de vigor medio – alto, pero en este caso el productor de cereza opta por él porque es el que mejor se adapta a los suelos problemáticos por asfixia radicular, que es en este caso, el factor más limitante. Aunque sea un patrón con un vigor medio – alto, se consigue la altura deseada del árbol para facilitar la recolección con las podas de verano que debilitan el crecimiento en altura del árbol enfocándolas a la mayor producción de fruto y no de hoja y controlando los riegos también en el periodo de verano, aportando poca agua para que el árbol no tenga un crecimiento muy elevado en longitud.

Con el uso del ciruelo *Adara* como patrón de cerezo se consiguen producciones elevadas debido a que admite una carga elevada de cerezas en el árbol, además de mejorar la precocidad respecto al patrón de cerezo franco y ser compatible con casi todas las variedades comerciales de cerezo dulce.

Según el promotor de esta plantación, el patrón SL-64 lo utilizó hace años en una de sus plantaciones y no responde bien al encharcamiento, factor muy limitante en este terreno de la Comarca de Calatayud, produciendo la muerte de un gran número de plantas por asfixia radicular. Lo mismo ocurre con el patrón Marilan, que, aunque teóricamente es un patrón tolerante a la asfixia radicular, luego en la práctica no responde tan bien ante este inconveniente y, además adelanta mucho la maduración de la cereza, lo que tampoco es conveniente para esta plantación debido a que ya tiene enfocada y programada la fecha de recolección para así aprovecharse de los mejores precios de mercado y a su vez, poder ir realizando otras labores dentro de la explotación.

3.2.5. EL CIRUELO ADARA COMO PATRÓN DE CEREZO



Figura 12. Patrón Adara injertado de variedad Lapins a yema dormida.

El patrón es el pie que soporta la variedad de cerezo, tejido que proporciona resistencia a enfermedades y a los encharcamientos y un buen enraizamiento.

Para que el injerto tenga éxito se tiene que cumplir una condición de afinidad entre el patrón y la variedad, lograr una correcta unión del cambium, es decir, que la savia que entra por las raíces del patrón llegue a circular perfectamente por la yema o el injerto unido, realizar el injerto en la época adecuada y protegerlo durante los primeros años hasta que se forme la unión definitiva de la planta. Por tanto, se puede decir que el injerto es la fusión de las cualidades de dos plantas, el patrón y la yema o el injerto propiamente dicho.

Se elige *Adara* como patrón ya que es el que mejor se adapta al suelo de la zona, y una yema de variedad Lapins o Sonata, que proporcione una buena producción y cereza de calidad.

La Figura 12 muestra un patrón Adara injertado de variedad Lapins a yema dormida. Esta yema permanece dormida hasta la salida del reposo invernal, momento en el que comienza a brotar. Posteriormente se deben eliminar todos los brotes que emite el borde y dejar que la yema de cerezo crezca y se apodere de las reservas.

A continuación, en la Figura 13 aparecen diferentes tipos de injerto:

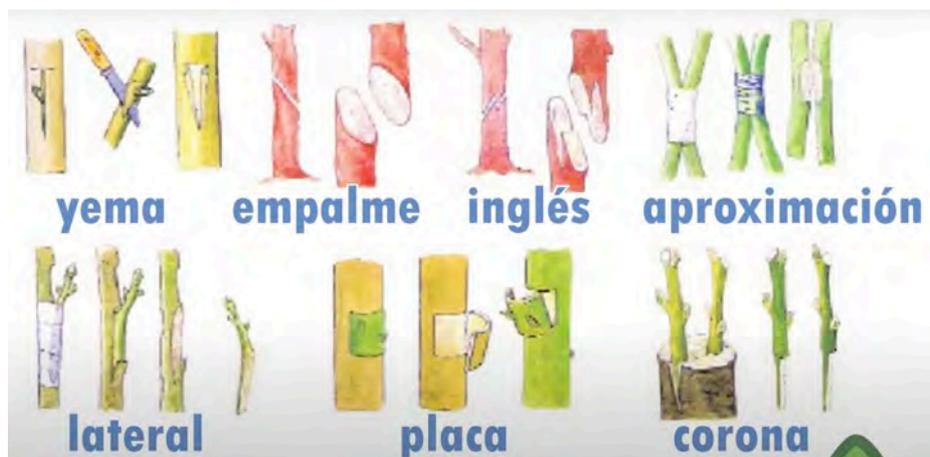


Figura 13. Diferentes tipos de injerto.

Fuente: Javier Rodrigo García (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca

3.2.5.1. ESTAQUILLADO DE PATRÓN ADARA

La multiplicación de plantas se puede llevar a cabo mediante dos posibles formas, bien por semilla o bien por reproducción vegetativa, este último método muy ventajoso ya que la planta obtenida es un clon de la planta madre y por ello se mantienen las características originales.

El estaquillado de patrones de frutas de hueso como es el caso del cerezo, es recomendable hacerlo a finales del mes de diciembre. Primero se cogen las estaquillas de la planta madre, normalmente plantas de un vivero anterior y con unos caracteres destacados como la presencia de madera de un año, lignificada, de color marrón que indique que está endurecida, con una longitud entre 25 - 30 cm. Después, una vez escogida la planta madre, se seleccionan las ramas de buen calibre para asegurar un mayor porcentaje de éxito en el vivero y de ahí se van sacando las estaquillas.

Es importante que el vivero se encuentre en un terreno fértil, oxigenado y con un porcentaje de materia orgánica aceptable para así facilitar el estaquillado de patrones (el promotor de esta plantación compra los plantones en el vivero de Calatayud “Viveros Verón”, uno de los más importantes a nivel nacional).

Hay especies como el olivo que es recomendable dejar hojas en el estaquillado, en cambio, en el cerezo este factor no tiene gran relevancia, pero aún así se suele plantar con hoja.

Se disponen las estaquillas a una profundidad entre 5 – 8 cm (no hace falta enterrarlas más porque seguidamente se va a hacer un caballón) a una distancia aproximada de 10 cm en un terreno mullido. Dispuestas las estaquillas unas detrás de otras, se hace un caballón para protegerlas del sol y evitar que se deshidraten dejando unos 8 cm, es decir, 2 o 3 yemas por encima de la tierra.

Durante los próximos meses es importante que el vivero no tenga falta de humedad para que los esquejes echen raíces por lo que es habitual instalar un riego por goteo.

En este caso, en diciembre se planta el patrón en el vivero y en septiembre del año siguiente se injerta en una yema con la variedad (Lapins o Sonata). En primavera esta yema ha brotado y

cuando al patrón se le cae la hoja y ya no presenta circulación de savia, es entonces cuando se arranca y se trasplanta a la plantación.

Según el agricultor, la principal ventaja de hacer tu propio vivero mediante estaquillado permite reponer plantas que hayan muerto, sobre todo en este caso, por asfixia radicular o directamente hacer una plantación nueva si se dispone de terreno.

4. CONCLUSIONES

Se ha llegado a la elección de las variedades *Lapins* y *Sonata* y el patrón *Adara* porque es la fusión más resistente a las fisiopatías más importantes, destacando la resistencia a los encharcamientos producidos por la gran humedad de la zona y la búsqueda de cerezas de calidad de maduración tardía que se ajustan muy bien a la climatología de Castejón de Alarba.

Para la realización de plantaciones en las que la recolección sea manual, evitando los costes de maquinaria, patrones procedentes de la especie *Prunus avium* no son aconsejables debido a su excesivo vigor y sólo se utilizarán injertados de variedades débiles cuando el suelo no admita otro patrón. Los portainjertos pertenecientes a *Prunus mahaleb* y *Prunus cerassus* no aguantan bien los suelos pesados y son poco tolerantes a la asfixia radicular, por tanto, también se descartan para la elección de esta plantación.

En definitiva, se escoge *Adara* como patrón porque aunque es vigoroso, esta limitación se puede controlar con la eliminación o suspensión temporal de la nutrición nitrogenada, el manejo del riego deficitario a inicios de la temporada, con podas desvigorizantes de verano y podas de invierno sin intervención de ramas; destaca su buena resistencia a la asfixia radicular, a las podredumbres y se adapta muy bien a suelos pesados como el de la Comarca de Calatayud; como variedades se recomiendan *Lapins* y *Sonata* debido a su rápida entrada en producción obteniendo además grandes cosechas, la resistencia al agrietado y al ataque de plagas y enfermedades, su autocompatibilidad y al buen calibre, firmeza y sabor.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alejo Rigau (1974). Cultivo del cerezo – Caracteres, clima, terreno, cultivo, plagas y enfermedades.
- Antonio, J., Blanco, E., Feli, E., Herreros, & Flores, R. (n.d.). . Retrieved April 21, 2021, from <https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/Docs/cerezo.pdf>
- Dellinger, M., & Montenegro Barriga, A. (n.d.). *CAPITULO 5 5. Establecimiento del huerto*. Retrieved April 21, 2021, from <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7505/NR38444.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA (Universidad Miguel Hernández de Elche). (n.d.). <http://retos-aaa.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/299/2016/10/El-cerezo.pdf>
- I. Iglesias, Miquel Peris Giner, S. Ruiz, & José Antonio Rubio. (2016, May). *El cultivo del cerezo en España: producción, consumo e intercambios comerciales*. ResearchGate; unknown. https://www.researchgate.net/publication/305442644_El_cultivo_del_cerezo_en_Espana_produccion_consumo_e_intercambios_comerciales
- Javier Rodrigo. Unidad de Hortofruticultura, CITA. El cultivo de cerezo en España – Variedades, patrones y poda. Castillo de Locubín 10 de noviembre de 2017
- J.L. Espada. Innovación en la producción frutal AFRUCCAS – 2012. Unidad Tecnología Vegetal. Montañana, 930-Zaragoza. Patrones para cultivo de cerezo. Gobierno de Aragón – Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente.
- *Plantación e Injerto de cerezo sobre patrón Marilan (Mariana-Adara) - Agrologica - Ingeniería agrícola*. (2015, April 25). Agrologica - Ingeniería Agrícola. <http://blog.agrologica.es/plantacion-injerto-cerezo-patron-portainjertos-marilan-mariana-adara/>
- Villarreal, P., Santagni, A., & Romagnoli, S. (n.d.). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Ediciones Pautas tecnológicas: cerezo Manejo y análisis económico financiero Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Centro Regional Patagonia Norte*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pautas-tecnologicas-cerezo.pdf

ANEJO 6:

*PREPARACIÓN DEL SUELO Y
PLANTACIÓN*

ÍNDICE DEL ANEJO 6

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO DE PLANTACIÓN Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN
3. TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO
 - 3.1 SUBSOLADO
 - 3.2 DESFONDE
 - 3.3 DRENAJE
 - 3.4 PASE DE CULTIVADOR Y PASE DE RULO
4. ENMIENDAS Y ABONADOS DE FONDO
5. PLANTACIÓN
6. CONCLUSIONES
7. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 6

1. TIPOS DE DISTRIBUCIONES REGULARES
2. ESQUEMA CONSTRUCTIVO DE LAS ZANJAS EN LAS QUE SE ALOJARÁN LA RED DE CONDUCCIONES
3. PLANTADORA DE CEREZO CON GPS AUTOGUIADO

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 6

1. RESUMEN DE LAS OPERACIONES PREPARATORIAS A LA PLANTACIÓN DE CEREZO

1. INTRODUCCIÓN

Una vez diseñada la plantación, es necesario definir su disposición, el marco de plantación y la densidad de árboles por hectárea, aspectos muy condicionados por las técnicas de cultivos que se van a aplicar, como pueden ser el mantenimiento del suelo, la fertilización y aportación de enmiendas, el riego, la defensa fitosanitaria, la poda, el aclareo y la recolección.

En este Anejo se definen las labores que el agricultor lleva a cabo previamente al establecimiento de la plantación, siendo el objetivo principal de esta serie de tareas conseguir un perfil apto para la instalación del cultivo y su posterior desarrollo.

2. MARCO DE PLANTACIÓN Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN

El marco de plantación es la forma en la que se disponen las plantas en la parcela. Si la topografía es de pendientes fuertes y accidentadas, no se pueden adoptar disposiciones geométricas y no hay más remedio que optar por formas irregulares de plantación.

En cambio, si la superficie es llana o presenta una topografía uniforme de pendientes suaves como es el caso de la plantación de estudio, se pueden adoptar las siguientes disposiciones geométricas regulares.

- Marco real: los árboles se distribuyen de manera que ocupan los vértices de cuadrados adosados de lado constante.
- Marco rectangular: los árboles se disponen ocupando los vértices de rectángulos adosados de medidas constantes. La medida mayor se denomina “calle” y la menor “entrelínea o fila”.
- Tresbolillo: es esta disposición los árboles ocupan los vértices de triángulos equiláteros iguales adosados. El lado de los triángulos es en este caso el marco de plantación.
- Cinco de oros: los árboles están dispuestos en un marco real o en un marco rectangular, pero con otro árbol situado en los centros geométricos de los cuadrados o rectángulos.
- Líneas pareadas: los árboles ocupan 2 o 3 líneas al tresbolillo con un determinado marco, con calles de separación a otro marco.
- En bloques: se trata de árboles dispuestos en varias filas al tresbolillo formando masas, con calles de separación entre las consecutivas.

Cuando la parcela no es uniforme, la forma más frecuente de plantación es la de curvas de nivel, en la que los árboles ocupan puntos equidistantes entre sí, dentro de cada curva de nivel. En el peor de los casos, cuando la pendiente es muy fuerte o la topografía hace imposible la mecanización, la alternativa elegida es la de terrazas o bancales.

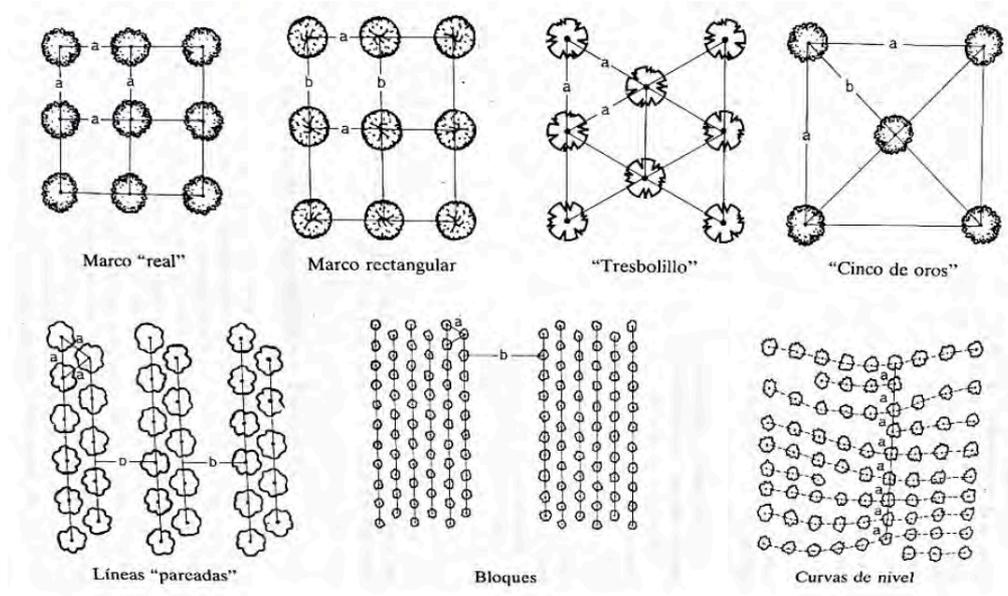


Figura 1. Tipos de distribuciones regulares.

Fuente: Gil-Albert Velarde (2000)

El marco de plantación queda sujeto, además, a factores como la climatología y edafología de la zona, el vigor de la variedad y el patrón, a tener en cuenta sobre todo para el desarrollo que van a experimentar los árboles en edad adulta, el sistema de riego instalado, la luz que recibirá el frutal y la mecanización.

Definido el marco de plantación, se sabe la densidad de plantación, una de las decisiones previas más difíciles de tomar ya que si se tienen menos árboles por hectárea de los potencialmente posibles, estos se desarrollan bien, pero se ha perdido suelo productivo, y si, por el contrario, se tienen más árboles de los debidos, estos compiten entre ellos y el agricultor acaba teniendo que eliminar árboles de la plantación, suponiendo problemas agronómicos y generando un mayor coste y una menor producción en la explotación.

En especies frutales, generalmente se puede establecer la siguiente clasificación para la densidad de plantación:

- Plantaciones de baja densidad: son plantaciones tradicionales dispuestas en marco real o a tresbolillo con poca carga productiva que generalmente no superan los 200 árboles/ha.
- Plantaciones de densidad media: se trata de plantaciones habitualmente dispuestas en un marco rectangular que suelen tener una densidad de 200 a 700 árboles/ha.
- Plantaciones intensivas: son plantaciones comunes habituales de marco rectangular de 5 x 2,5 que permiten una mayor intensificación del cultivo, rondando los 800 – 1000 árboles/ha.

- Plantaciones súper-intensivas: son plantaciones de alta densidad con marcos de plantación rectangulares 5 x 1,25 o 4 x 1,25 otorgando una carga de 1.600 – 2.000 árboles/ha.

Por ello, teniendo en cuenta toda esta serie de factores, se elige un marco rectangular de 5 x 2,5, lo que representa un total de 800 cerezos/ha, debido a que el agricultor busca estandarizar toda la explotación y precisar de la misma maquinaria para todas las plantaciones que tiene, evitando así la realización de un eje y los excesivos costes en agua y en la tarea de recolección que precisa una plantación en súper-intensivo. Además, con la disposición que presentan los árboles con el uso de este marco de plantación, la luz incide en el árbol de la mejor manera posible y la distancia de 5m en la calle facilita las maniobras de camiones y furgonetas también en la recolección cuando el cerezo es adulto.

La orientación de la plantación es hacia al norte ya que se busca cereza de maduración tardía y ello se ve favorecido con dicha orientación.

3. TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO

Las labores preparatorias sobre la plantación de cerezo tienen como principal objetivo, sin contar la puesta en producción del cultivo, la conservación de las características hidrofísicas y de aireación del suelo.

Como ya se ha comentado, anteriormente estas parcelas estaban cultivadas de cereal, almendro y viñedo, por lo que, para empezar, se eliminarán los restos de raíces, tocones y malas hierbas presentes en el suelo con métodos no químicos y además se controlarán las plagas.

Las labores preparatorias incluyen una serie de operaciones agrícolas encaminadas a dejar el suelo de la mejor manera posible para la instalación del cerezo. Se remueve, se iguala y se alisa el suelo para aumentar la capacidad de retención de agua, permitir abonados y enmiendas en profundidad y facilitar el desarrollo radicular.

Actualmente, debido a la comodidad que presta al agricultor, los métodos más recomendados de preparación de tierra para llevar a cabo una plantación son los métodos de preparación mecánica integral, siguiendo en este caso el orden de estas labores:

3.1. SUBSOLADO

En el mes de septiembre el agricultor acoplará al tractor el subsolador, ya que se desea conseguir agrietar y remover el suelo en forma radial a partir del surco que abre la “bota” del apero, no voltear la tierra, acción que se hará seguidamente con el desfonde.

Es importante que la labor se realice de manera cruzada, haciendo una cuadrícula, con lo que el suelo queda totalmente mullido aun sin volteo.

Después de la labor del subsolado, la tierra queda sin voltear y agrietada, pero irregular. Ello y la necesidad de enterrar abonos y enmiendas, hace imprescindibles labores superficiales posteriores de carácter complementario.

3.2. DESFONDE

Esta segunda técnica de labor empleada por el agricultor, llevada a cabo seguidamente al subsolado en octubre, consiste en voltear el suelo en profundidad, empleando un arado de vertedera monosurco de gran tamaño.

Por una parte, el volteo permite enterrar los restos vegetales superficiales y la enmienda orgánica aportada, en este caso estiércol de oveja. En cambio, cuando se realiza a gran profundidad, la labor origina grandes terrones, lo que obliga a realizar labores complementarias.

Se aprovecha la época de tempero en el campo para obtener buenos resultados de esta labor, trabajando a una profundidad aproximada de 80 cm.

3.3. DRENAJE

Terminada la labor de desfonde, seguidamente se excavarán una serie de zanjas de aproximadamente 1 m de profundidad para alojar los tubos de drenaje (Figura 2).

Previamente a las excavaciones se procederá a separar el horizonte superficial para volver a depositarlo sobre la parcela una vez finalizada la operación. No se prevé la generación de excedentes de tierra ya que la mayor parte de la tierra excavada se empleará para el recubrimiento de las conducciones aprovechándose el resto dentro de la misma parcela. Finalmente se situarán las tuberías porta-goteros sobre el suelo y se cubrirán con una lámina geotextil, fibra y piedra para su fijación y protección.

Una vez ejecutada la red de conducciones e instalado el equipamiento para el bombeo del agua y su acondicionamiento, se procederá al labrado de la superficie y a la plantación de los cerezos.

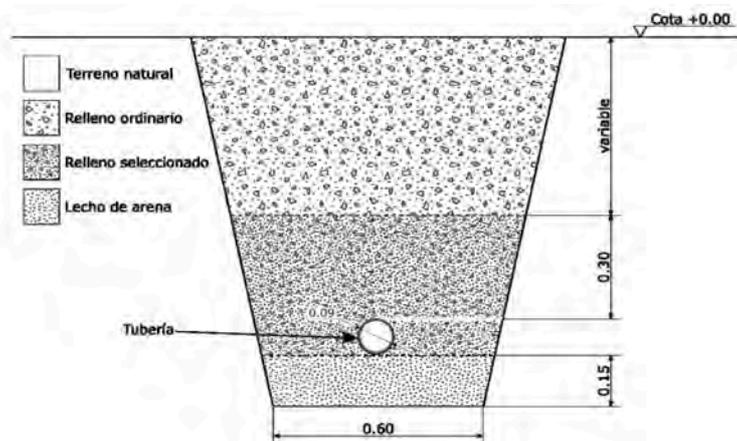


Figura 2. Esquema constructivo de las zanjas en las que se alojarán la red de conducciones.

3.4. PASE DE CULTIVADOR Y PASE DE RULO

En el momento previo a la plantación, es decir, a finales de diciembre - principios de enero, se realizarán las últimas labores complementarias. El agricultor aprovechará otra vez el estado de tempero y pasará el cultivador y el rulo por las parcelas en las que desea plantar cerezos y en las que meses antes se habrán ido realizando las labores mencionadas, para dejar la parcela alisada sin obstáculos. Estas labores son imprescindibles ya que el suelo sin ellas permanecería impracticable, aterronado y asurcado, tras el subsolado y el desfonde.

4. ENMIENDAS Y ABONADOS DE FONDO

La aplicación de enmiendas y abonados de fondo representa la segunda fase del proceso preparatorio de la plantación.

Esta fase comprende el cálculo de las aportaciones que se deben de realizar, la elección de materias primas que se van a utilizar y, por tanto, la decisión de cómo se van a utilizar.

En este caso estas aportaciones tienen como objetivos corregir las pequeñas deficiencias que se han visto reflejadas en el estudio edafológico (comentado en el Anejo 3), conseguir una fertilidad en el suelo óptima para el desarrollo del cerezo y crear una reserva de nutrientes aceptable.

En cuanto a estas enmiendas previas a la plantación, son dos los casos que se pueden presentar: las enmiendas calizas para suelos ácidos, de las que en este caso no se realiza un estudio ya que se dispone de suelos moderadamente básicos, y las enmiendas orgánicas para aumentar el contenido de materia orgánica.

En el caso de estudio, previamente a la labor de desfonde para que quede completamente envuelta, se aportará una enmienda orgánica basada en estiércol de oveja, en una dosis de unas 4 toneladas por hectárea, distribuidas con un esparcidor.

Esta enmienda orgánica es una fuente importante de N orgánico, más que suficiente para una plantación recién establecida.

En cuanto al abonado de fondo, en este caso concreto, el suelo que se encuentra previo a la plantación no requiere un abonado de fondo ya que con los nutrientes que se aplican con la materia orgánica es suficiente, y en principio tampoco presenta ninguna carencia en elementos como el boro y el magnesio.

5. PLANTACIÓN

El material vegetal (patrón y variedad), debe ser uniforme, genéticamente definido, garantizado sanitariamente y tiene que ser el adecuado a las condiciones climáticas y edafológicas. Por tanto, debe proceder de viveros autorizados con pasaporte fitosanitario. El promotor de esta plantación comprará los plantones en el vivero de Calatayud “Viveros Verón”, uno de los más importantes

a nivel nacional y este último año también ha creado su propio vivero en la explotación. La plantación se realiza nada más recibir la planta, a excepción de las pocas veces en las que, si se ha arrancado la planta el día de antes, se guarda en una cámara y se planta al día siguiente.

Por otro lado, el diseño de la plantación debe asegurar el control de la erosión y minimizar el impacto sobre el suelo. Una vez realizadas las labores elementales y complementarias y la aportación de la enmienda orgánica, es preciso señalar el marco de plantación, que se adopta a las características de la combinación patrón-variedad, a la edafología presente de la zona y a la mecanización que se quiera realizar en el cultivo.

Como ya se ha mencionado, esta plantación se dispone en un marco rectangular de 5 x 2,5, lo que representa un total de 800 cerezos/ha.

A finales de diciembre – principios de enero, dependiendo de las condiciones climáticas y del orden en el que se hayan precedido las labores preparatorias, se realizará la plantación del cerezo.

Actualmente esta labor se lleva a cabo de manera rápida y cómoda con un tractor que lleva acoplado una plantadora con GPS autoguiado (Figura 3).



Figura 3. Plantadora de cerezo con GPS autoguiado.

Después de la plantación, con la ayuda de una cuba (en el caso de esta explotación el riego se instala después de plantar) se aportará un riego de aproximadamente 4 - 5 litros por árbol para que de esta forma la tierra se adhiera más fácilmente a las raíces y se pueda garantizar con éxito

el enraizamiento de la planta. Una vez aportado este primer riego, se programará un riego de 10 litros por árbol cada semana, dividido en dos riegos semanales.

Los días siguientes se procederá a la colocación de tutores y protectores, otra práctica muy frecuente después de plantar debido a los problemas que puede ocasionar el viento o cuando simplemente se necesita una guía firme para el eje del árbol.

Posteriormente se revisará la plantación reponiendo las marras que sean necesarias, un porcentaje muy bajo debido a esta técnica de plantación.

Es importante saber que en la plantación de cerezo no se permite más del 15% de árboles afectados por virosis y que quedan excluidas de Producción Integrada aquellas parcelas donde se intercalan variedades y especies frutales diferentes.

6. CONCLUSIONES

Las labores preparatorias de la parcela y la plantación deben efectuarse en base a las características del suelo y las condiciones climáticas de la zona, de manera que se garantice la brotación de los plántones y se tenga la certeza de que se ha producido correctamente el enraizamiento. A partir de este momento la plantación está preparada para seguir las diferentes técnicas de cultivo que el agricultor pretende llevar a cabo, pero, no obstante, durante el primer periodo vegetativo después de plantar hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones para que el desarrollo de la plantación sea uniforme y homogéneo.

El aspecto más importante es que las plantas no sufran sequía, por lo que durante los primeros meses se realizarán riegos frecuentes, pero no cuantiosos, ya que el sistema radicular no estará bien establecido. Las labores y su secuenciación quedan resumidas en la Tabla 1.

ORDEN	ÉPOCA	TAREA
1	SEPTIEMBRE	SUBSOLADO
2	PRINCIPIOS DE OCTUBRE	ENMIENDA ORGÁNICA – ESTIÉRCOL DE OVEJA
3	MEDIADOS DE OCTUBRE	DESFONDE
4	FINALES DE OCTUBRE	DRENAJE
5	DICIEMBRE	PASE DE CULTIVADOR Y PASE DE RULO
6	DICIEMBRE - ENERO	PLANTACIÓN DE LOS CEREZOS
7	ENERO	APORTE DEL PRIMER RIEGO
8	FINALES DE ENERO	COLOCACIÓN DE TUTORES Y PROTECTORES
9	MESES DESPUÉS	REPOSICIÓN DE MARRAS

Tabla 1. Resumen de las operaciones preparatorias a la plantación de cerezo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Tratado de Arboricultura frutal. Vol III: Técnicas de plantación de especies frutales. F. Gil-Albert Velarde. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

ANEJO 7:

PLAN DE FERTILIZACIÓN

ÍNDICE DEL ANEJO 7

1. INTRODUCCIÓN
2. ASPECTOS GENERALES
3. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL CEREZO
 - 3.1 MACRONUTRIENTES PRIMARIOS
 - 3.2 MACRONUTRIENTES SECUNDARIOS
 - 3.3 MICRONUTRIENTES
4. EXTRACCIONES DEL CULTIVO
5. DIAGNÓSTICO Y FERTILIZACIÓN FOLIAR
6. ENMIENDA ORGÁNICA PRE – PLANTACIÓN
7. FERTILIZACIÓN MINERAL
 - 7.1 BALANCE DEL NITRÓGENO
 - 7.1 BALANCE DEL FÓSFORO
 - 7.3 BALANCE DEL POTASIO
8. PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN
9. RESUMEN FERTILIZACIÓN
10. CONCLUSIONES
11. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 7

1. FERTILIDAD PRESENTE EN FUNCIÓN DEL VIGOR DEL PATRÓN
2. SÍNTOMAS EN FUNCIÓN DE LAS EFICIENCIAS DE NUTRIENTES EN CEREZO
3. APORTACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO EN FUNCIÓN DEL VIGOR DEL PATRÓN
4. NUEVAS ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN FOLIAR CON CALCIO
5. CICLO ANUAL DEL CEREZO
6. NIVELES CRÍTICOS DE ELEMENTOS MINERALES EN HOJA DE ÁRBOLES FRUTALES CADUCIFOLIOS

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 7

1. PRINCIPALES SÍNTOMAS OCASIONADOS POR LA CARENCIA DE UN NUTRIENTE EN CEREZO
2. NECESIDADES MEDIAS RECOMENDADAS PARA EL ABONADO DE CEREZO (U.F./HA)
3. MÉTODO DE FERTILIZACIÓN PARA EL CEREZO
4. NIVELES CRÍTICOS DE ELEMENTOS MINERALES EN HOJA DE ÁRBOLES FRUTALES CADUCIFOLIOS
4. NIVELES DE ELEMENTOS NUTRITIVOS EN HOJAS PARA CEREZO.
6. CONTENIDO MEDIO EN NUTRIENTES (EXPRESADOS EN %) DEL ESTIÉRCOL DE OVEJA
7. APORTACIONES DEL ESTIÉRCOL DE OVEJA Y SU CORRESPONDIENTE MINERALIZACIÓN EN LOS 3 AÑOS SIGUIENTES
8. NECESIDADES DEL CEREZO PARA OBTENER UNA PRODUCCIÓN DE 15 TONELADAS
8. EXPORTACIONES DE NITRÓGENO EN LA RECOLECCIÓN DE LOS FRUTOS
9. NITRÓGENO APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO
10. BALANCE DEL NITRÓGENO
11. EXPORTACIONES DE FÓSFORO EN LA RECOLECCIÓN DE LOS FRUTOS
12. BALANCE DEL FÓSFORO
13. EXPORTACIONES DE POTASIO EN LA RECOLECCIÓN DE LOS FRUTOS
14. POTASIO APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO
15. BALANCE DEL POTASIO
16. NECESIDADES DE NUTRIENTES EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS, EXPRESADAS EN KG/H

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la fertilización es mantener en el suelo un contenido adecuado de elementos minerales en condiciones asimilables para que la planta pueda absorberlos en el momento preciso y en las cantidades necesarias. Con la práctica de la fertilización se pretende aumentar la productividad de los cultivos a través de la optimización de los medios edafológicos de producción y la supresión de los factores limitantes. Hay que evitar un deterioro de la calidad del producto obtenido y reducir al máximo el impacto ambiental.

En función de la fertilidad del suelo, así como de las variedades, del patrón elegido (Figura 1) y del tipo de manejo llevado a cabo, variará el plan de fertilización que se realice.

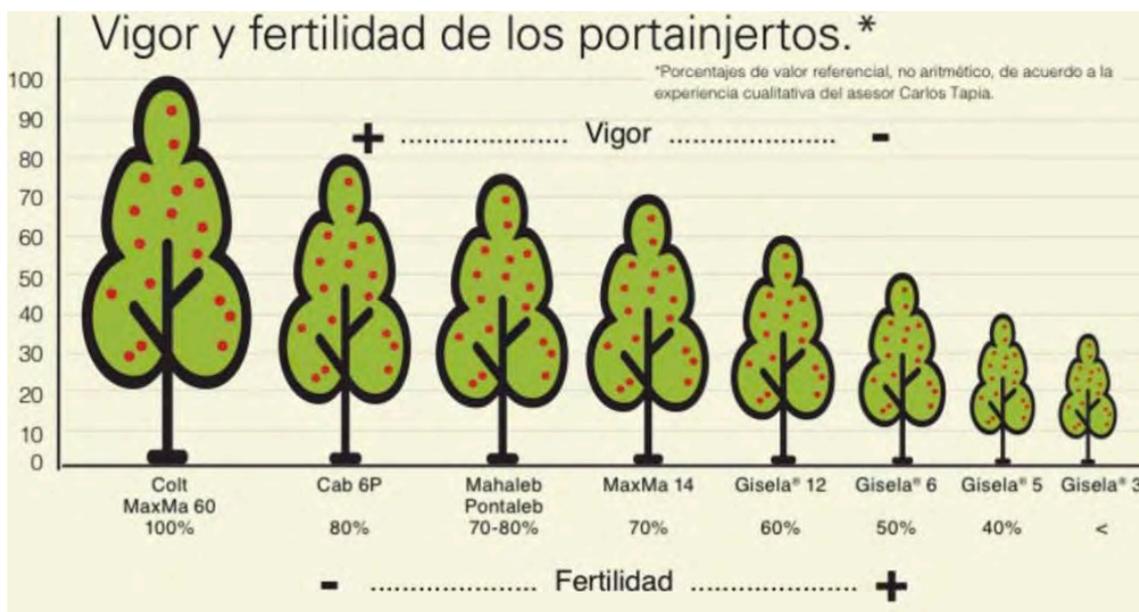


Figura 1. Fertilidad presente en función del vigor del patrón.

Fuente: Carlos Tapia (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

Es necesario realizar anualmente análisis de suelos para el seguimiento y control de los niveles de los elementos nutritivos. Dichos análisis acompañarán el cuaderno de campo, una reseña precisa de todas las labores e incidencias del cultivo.

La fertilización mineral se realizará teniendo en cuenta las extracciones del cultivo y la eficiencia de los fertilizantes y nutrientes aportados por el agua de riego. Para la toma de decisiones en la fertilización, se necesitan herramientas que aporten información práctica, precisa y real de lo que sucede en el sistema suelo – agua – planta a lo largo del ciclo fenológico. Mediante este conocimiento, se podrá tener un mayor control del medio, lo que en última instancia proporcionará una optimización de costes, mayor eficiencia de la producción, mayor calidad de las cosechas y menor impacto ambiental. Por ello, la gestión de la fertilización se convierte en una de las prácticas más importantes dentro de las explotaciones agrícolas.

La fertirrigación favorece la eficiencia de los fertilizantes, un ahorro de energía y mano de obra y también permite controlar los equilibrios nutricionales y las dosis de aplicación. Se recomienda aplicar la fertilización con la misma frecuencia de riego (esta plantación, por goteo) ya que es aconsejable que el abono esté disuelto en el agua para que la planta lo absorba mejor.

2. ASPECTOS GENERALES

El mantenimiento de la producción y la calidad de la cereza son aspectos íntimamente relacionados con una buena preparación del suelo, un buen manejo del agua de riego y una fertilización adecuada. Por tanto, el manejo nutricional se debe centrar fundamentalmente en el análisis foliar y en el análisis edafológico. Los valores de caracterización de las parcelas en cuanto a los macronutrientes primarios N – P – K, sirven para saber el nivel de referencia de abonado, es decir, para calcular la primera dosis.

La aplicación racional de fertilizantes es indispensable para mantener un adecuado nivel de fertilidad en el suelo, evitar desequilibrios nutricionales en los árboles y obtener crecimientos óptimos en plantas nuevas para la formación de su estructura y la obtención de producciones constantes y de alta calidad a lo largo de los años.

En la actualidad, dado el creciente interés existente en aspectos ambientales, se deben considerar las nuevas tendencias, por ejemplo, las normas para la producción integrada, orgánica, biodinámica, que imponen la aplicación de estrategias diferentes de aquellas adoptadas hace años.

3. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL CEREZO

El cerezo, al igual que cualquier otra planta, necesita para su desarrollo agua, aire, luz y nutrientes, clasificados esos últimos en grandes grupos conocidos:

- Nutrientes móviles: son los nutrientes como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg) y Molibdeno (Mo) que pueden moverse en la planta.
- Nutrientes inmóviles: por el contrario, son los nutrientes tales como el Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B) y Calcio (Ca) que son fijados tras cumplir su función.

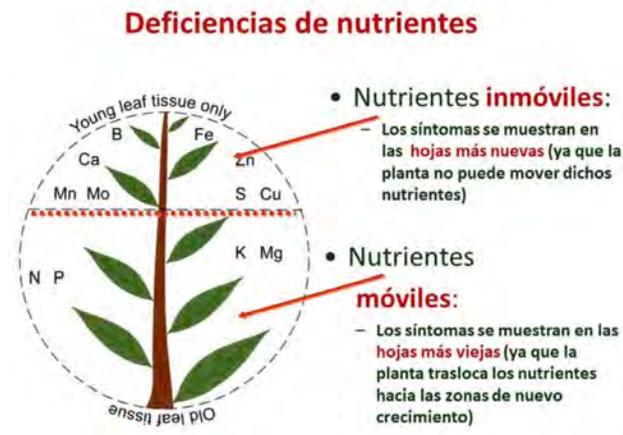


Figura 2. Síntomas en función de las eficiencias de nutrientes en cerezo.

Fuente: Jesús Val (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

- **Macronutrientes:** en este grupo se clasifican el Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y Azufre (S), nutrientes que se presentan en concentraciones superiores a 1000 mg/kg (ppm) en el tejido vegetal seco.
- **Micronutrientes:** son el Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), etc., nutrientes necesarios para el buen desarrollo de las plantas, pero en concentraciones inferiores a 500 mg/kg (ppm). En circunstancias de extrema escasez, un micronutriente puede adquirir mayor relevancia que un macronutriente.

3.1. MACRONUTRIENTES PRIMARIOS

✓ NITRÓGENO

El nitrógeno es el macronutriente considerado elemento principal en un plan de fertilización para la etapa de formación y producción, por cuanto modifica la actividad vegetativa y reproductiva de los árboles.

El cerezo es una especie exigente en este macronutriente y la cantidad extraída anualmente puede variar en función de la actividad vegetativa y de la carga frutal. De hecho, la disponibilidad equilibrada de nitrógeno limita la actividad vegetativa, induce una mayor diferenciación a flores, una mejor calidad de los frutos en términos de color, precocidad y uniformidad de maduración, menor incidencia al cracking o rajado de frutos, entre otros aspectos y un menor nivel de podredumbres en la fruta.

Por otro lado, si no se lleva a cabo un buen manejo de este nutriente, puede ocasionarse una contaminación de las aguas superficiales y de las capas freáticas.

Para determinar la cantidad de fertilizante nitrogenado a aplicar, deben considerarse todas las fuentes de nitrógeno disponible para el árbol, tales como materia orgánica y nitrógeno disponible

en el suelo (variable según la época). La disponibilidad relativa de cada una de las fuentes de nitrógeno depende del tipo de suelo, en particular de su textura y del manejo, ya sea labrado o con cubiertas vegetales como en el caso de esta plantación, así como de la edafoclimatología de la zona. El aporte de nitrógeno proveniente de la mineralización de la materia orgánica del suelo es especialmente relevante.

La absorción de nitrógeno ocurre en diferentes momentos relacionados con las exigencias de los distintos órganos de la planta, ocupando la extracción un 20% del ciclo vegetativo anual, en el periodo comprendido entre la floración y el raleo de frutos, casi dos tercios del total entre el raleo y el mes de febrero, periodo en el que acontece el crecimiento rápido de los brotes, y cerca del 33% desde finales del mes de febrero hasta la caída de las hojas.

Sobre lo anterior se puede señalar que la absorción de nitrógeno es escasa en las primeras fases, antes y después de la floración, debido a que los árboles utilizan reservas nitrogenadas acumuladas en sus órganos leñosos en la estación anterior. En cambio, en postcosecha, la disponibilidad de nitrógeno del suelo debe ser suficiente para asegurar un óptimo desarrollo de brotes y favorecer la acumulación de reservas nitrogenadas para la siguiente temporada. Sin embargo, no debe ser excesiva, puesto que podría aumentar la actividad vegetativa, en detrimento del proceso de diferenciación de las yemas a flor y del crecimiento de las raíces.

Normalmente la disponibilidad de nitrógeno del suelo satisface las necesidades del cerezo hasta la fase de caída de los pétalos. Las aplicaciones vía fertilización al suelo o foliar deben postergarse después de ese estado fenológico. En términos referenciales la cantidad de nitrógeno a aplicar puede variar entre 50 y 60 kg/ha, en función de la disponibilidad natural del suelo. En el caso en que la cantidad a aplicar supere los 60 kg/ha, esta debe fraccionarse con el objetivo de mejorar la eficiencia del uso de fertilizantes, es decir, la relación entre nitrógeno absorbido por el cerezo y nitrógeno aplicado. Esta consideración es particularmente importante para suelos arenosos, pedregosos y de poco espesor, debido a que se encuentran más expuestos a la lixiviación.

Un escaso crecimiento de los brotes y la presencia de hojas adultas con color verde claro (clorosis) son síntomas de carencia de nitrógeno. La cantidad de nitrógeno a distribuir no debe superar las 40 unidades/ha (para corregir las deficiencias puntuales) y debe efectuarse rápidamente, entre mediados y finales de febrero, cuando las hojas aún se encuentran fotosintéticamente activas. La distribución de este elemento en postcosecha debe evitarse cuando la actividad vegetativa del árbol es elevada y la coloración de las hojas es de color verde oscuro. En suelos de texturas gruesas y en el caso de pequeñas dosis de nitrógeno, se puede recurrir a la fertilización foliar mediante urea pura, práctica que debido a su limitado impacto ambiental y bajo costo, es una buena alternativa a la fertilización convencional.

✓ FÓSFORO

A diferencia del macronutriente anterior, este elemento es absorbido por el cerezo en pequeñas cantidades, de modo que la fertilización de fondo, o la alta disponibilidad de fósforo del suelo podría ser la adecuada al inicio de la plantación. Sin embargo, la mayor parte de los suelos presentan baja disponibilidad de fósforo para las plantas y debido a su elevada retención se sugieren aplicaciones anuales de este nutriente en diferente magnitud para satisfacer los requerimientos del cerezo. El fosforo estimula el crecimiento de raíces, siendo recomendable incorporarlo al inicio de la plantación si el suelo lo requiere en una dosis de 15 a 20 kg de P_2O_5 /ha para favorecer el desarrollo después de plantar.

✓ POTASIO

Con relación al potasio, es un elemento que el cerezo absorbe en cantidades de 20 a 22 kg/ha al año. Este elemento tiene un rol importante en la regulación del intercambio gaseoso de la planta y de la concentración del contenido celular, que favorecen la resistencia del árbol a eventuales estrés térmicos e hídricos, por bajas temperaturas y exceso de humedad, reduciendo la susceptibilidad de los frutos al rajado. El potasio, además, participa en la activación de diversas enzimas implicadas en la fotosíntesis y en la respiración y también se considera limitante en suelos arenosos. Su absorción se inicia temprano por lo que su carencia puede manifestarse desde las primeras fases de crecimiento, donde la competencia entre brotes y frutos es alta. Debido a la lenta absorción, su escasa movilidad en el suelo y al elevado consumo de este macronutriente por parte de los cerezos, es importante aplicarlo en otoño y en primavera antes de la brotación de los árboles, para incrementar el calibre de los frutos, periodos que coinciden con un activo crecimiento radical. Siempre debe ser incorporado al suelo y en la zona de mayor proliferación de raíces. Las dosis de aplicación varían entre 100 y 150 kg/ha. En suelos que presentan una elevada disponibilidad de potasio, los aportes deben ser evaluados cuidadosamente, con el fin de evitar acumulaciones que den origen a antagonismos, que dificulten la absorción de calcio y magnesio. Se recomienda intervenir solo cuando a través del análisis foliar, se determine que la concentración de potasio en las hojas sea inferior al valor óptimo. Ante deficiencias, se puede aplicar en forma foliar después de la recolección, nitrato de potasio a una concentración del 1%.

transporta al fruto y, por lo tanto, no contribuye a un aumento apreciable de este elemento en este órgano.

▪ **NUEVAS ESTRATEGIAS DE ASPERSIÓN FOLIAR CON CALCIO**



Figura 4. Nuevas estrategias de aplicación foliar con calcio.

Fuente: Carlos Tapia (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

El objetivo técnico y científico consiste en estudiar la viabilidad de nuevas estrategias de aspersión foliar (Figura 4) para mejorar la calidad del fruto y prevenir la fisiopatía relacionada con el metabolismo del calcio, es decir, el cracking o el rajado de la cereza, comparando la acción del nutriente en forma de sal orgánica (acetato cálcico) frente a otra inorgánica (cloruro de calcio), que presenta problemas de fitotoxicidad derivados de las altas concentraciones que son necesarias para su efectividad. Las formulaciones ensayadas combinan el acetato de calcio y un coadyuvante como la goma tara, siendo ambos aditivos de uso alimentario.

✓ **MAGNESIO**

El cerezo es muy sensible a la carencia de magnesio y su falta origina un alargamiento de los ramos y aumento de la acidez del fruto, pero no parece un factor desfavorable, aunque, no obstante, influye en la calidad gustativa de la cereza.

Su carencia se corrige aportando sulfato de magnesio al suelo, a una dosis media de 200 – 300 kg/ha. También se puede aplicar este mismo producto por vía foliar en una concentración del 3% fraccionándolo en tres o cuatro veces.

El análisis foliar que aparece al final de este Anejo muestra la necesidad de aplicar este nutriente ya que se encuentra disponible en valores inferiores a los requeridos.

✓ **AZUFRE**

Es un macronutriente presente en el suelo en forma de ion sulfato con buena movilidad que también requiere ajustes de fertilización. Es raro encontrar carencias en este elemento debido a que gran parte de los productos fertilizantes y fitosanitarios lo contienen (sulfato de cinc, sulfato amónico, etc.)

3.3. MICRONUTRIENTES

✓ **HIERRO**

La deficiencia en hierro provoca la conocida clorosis férrica que es diagnosticada visualmente, ya que para este elemento el análisis foliar ha demostrado ser ineficiente y hasta el momento, las aplicaciones foliares no logran un buen control. Las aplicaciones al suelo de sulfato ferroso y azufre en ciertos casos han resuelto el problema. La estrategia que se emplea actualmente consiste en la aplicación de quelatos de hierro al suelo (Sequestrene Fe-138), corrigiendo el problema aun en casos de deficiencia extrema.

✓ **MANGANESO Y ZINC**

Las deficiencias a nivel foliar de manganeso y zinc no son generalmente debidas a una carencia de dichos elementos en el suelo, sino a problemas relacionados con el pH. Estos elementos disminuyen su disponibilidad en gran medida si el pH se aproxima a 8 (como en este caso). Es interesante conocer que la carencia de zinc se acusa más en variedades sobre *Avium* que sobre *Mahaleb* y que aparece con más frecuencia en primaveras húmedas.

Aplicaciones foliares de estos dos micronutrientes como el sulfato de zinc en el mes de octubre dan buenos resultados, así como la fertirrigación de ambos elementos junto con los macronutrientes primarios.

✓ **COBRE**

Debido a la aplicación de fungicidas compuestos por este elemento es habitual que las plantaciones presenten niveles adecuados. Es un micronutriente que se comporta igual que el zinc, por lo que es poco móvil y menos absorbible cuanto mayor es el pH. Igualmente existe un antagonismo con el fósforo.

✓ **BORO**

También es corriente la carencia en boro debido a que este elemento se precisa en cantidades elevadas, aumentando su nivel en el cerezo desde que se hinchan las yemas en adelante.

Su carencia dificulta la apertura de las yemas, provoca la pérdida de hojas, aborta un número elevadísimo de flores, deforma los frutos apareciendo éstos con poco color y necrosidades. Se puede corregir esta carencia pulverizando sobre yemas y hojas una sal de borax y aplicando después de la recolección y en floración.

✓ **MOLIBDENO**

Es un elemento utilizado como regulador ya que potencia la actividad de la nitrato reductasa, interviniendo en el ciclo del nitrógeno, cuyo objetivo es regular el crecimiento vegetativo y la lignificación de tejidos verdes previo dormancia. Al contrario que en casi todos los demás oligoelementos se asimila mejor en suelos con pH alto, de forma que en suelos básicos como el de esta explotación no habrá problemas carenciales para este elemento.

NUTRIENTE	SÍNTOMAS
S	Disminución de la síntesis de proteínas. Hojas jóvenes pequeñas y amarillas o verde claro, crecimiento terminal reducido, defoliación.
Ca	Desórdenes en la fruta. Amarilleo en el borde de las hojas.
Mg	Hojas viejas cloróticas, con ápices y bordes retorcidos.
Zn	Hojas jóvenes cloróticas, más pequeñas y alargadas que las normales; acortamiento de entrenudos y hojas muy pequeñas: aspecto de roseta en porciones terminales de yemas.
Mn	En hojas jóvenes, zonas de tejido muerto con nervaduras finas color verde: aspecto reticulado.
B	Malformaciones en los pétalos, deficiencias en la fecundación de las flores. Malformación y caída prematura de frutos. Agrietamiento de la corteza; yemas terminales que mueren y dan origen a distorsiones en el ápice.
Fe	Hojas jóvenes con nervaduras verdes y espacio entre nervaduras amarillento blanquecino.

Tabla 1. Principales síntomas ocasionados por la carencia de un nutriente en cerezo.

Fuente: Norma Técnica de Producción Integrada en Cerezo

En la Tabla 1 se pueden observar los principales síntomas que se producen en el cerezo a partir de carencias de los nutrientes mostrados. Por tanto, es importante que el agricultor siga un análisis foliar de manera periódica para adelantarse a estos problemas y poder resolverlos de la manera más eficaz posible.

4. EXTRACCIONES DEL CULTIVO

En la siguiente tabla (Tabla 2) se muestran las extracciones de macroelementos para la producción de cereza según la Norma Técnica de Producción Integrada en Cerezo.

ESPECIE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Cerezo	80	60	100	25	15

Tabla 2. Necesidades medias recomendadas para el abonado de cerezo (U.F./ha).

Fuente: Norma Técnica de Producción Integrada en Cerezo

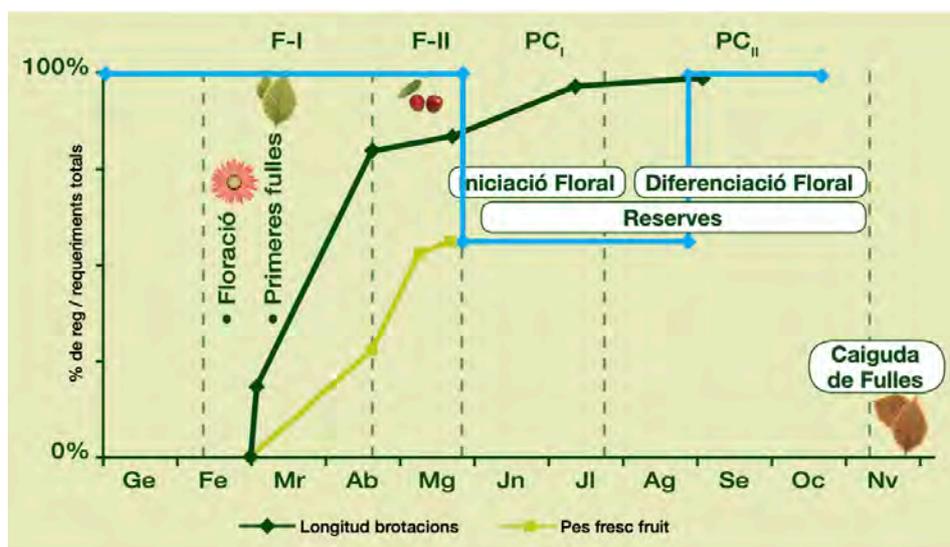


Figura 5. Ciclo anual del cerezo.

Fuente: Generalitat de Catalunya – Departament d’Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural

Los requerimientos nutricionales del cerezo según el estado fenológico y la época del año son los mostrados en la Tabla 3.

Época	Dosis de riego en m ³ /ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
De brotación a cuajado	400	30	25	40	3
De cuajado a maduración	470	45	0	50	5
De maduración a fin de cosecha	280	10	0	20	5
De recolección a caída de hojas	175	15	30	20	2
Total anual	1325	100	55	130	15

Tabla 3. Método de fertilización para el cerezo.

Fuente: Fertiberia, 2002

5. DIAGNÓSTICO Y FERTILIZACIÓN FOLIAR

Para lograr una fertilización equilibrada en cerezo, ya sea mediante aplicaciones en el suelo o por vía foliar, también es necesario el control de la planta mediante análisis foliares, mínimo uno en el engorde del fruto, es decir, 15 – 20 días antes de la recolección y se aconseja realizar, además, un análisis foliar en el momento del cuajado del fruto (15 – 20 días antes de la floración) y otro en postcosecha (20 – 30 días después de la recolección).

La fertilización foliar se recomienda, principalmente, cuando se presentan condiciones de estrés nutricional que deben ser corregidos de forma inmediata, debido a que es una herramienta fácil que permite regular la fertilización porque a través de las hojas es posible determinar el estado nutricional del cerezo y saber como está reaccionando el árbol a las variaciones de la fertilidad del suelo.

En este frutal la aplicación de fertilizantes a través de las hojas resulta eficaz, tanto para los macroelementos como para los microelementos, cuando existen manifestaciones de estrés nutricional que requieren intervenciones dirigidas y oportunas. Las condiciones anómalas se verifican cuando se presentan carencias o bajas asimilaciones del elemento y cuando la absorción radicular es menor y no plenamente eficiente (por ejemplo, en suelos con mala aireación, pesados y fríos). Por otra parte, siguen existiendo dudas respecto a la eficacia y conveniencia económica de los tratamientos para los microelementos cuando hay buenas condiciones para la absorción radical y cuando el diagnóstico foliar indica condiciones normales.

Para obtener referencias fiables de un año para otro en este tipo de análisis, deben ser escrupulosamente respetados el tipo de ramo, el tipo de hoja y su situación, el número de árboles muestreados y la fecha de toma de muestras.

Un análisis foliar realizarlo en una fase avanzada del crecimiento de ramos y frutos, los resultados únicamente son aplicables para la corrección de las aportaciones finales de abonado de la campaña actual o del abonado del año siguiente.

En este momento existe una amplia disponibilidad de compuestos químicos que pueden ser incorporados al suelo o aplicados a la planta como fertilizantes foliares.

Especie	% sobre materia seca de hoja								ppm sobre materia seca de hoja			
	Nitrógeno (N)		Potasio (K)		Magnesio (Mg)	Calcio (Ca)	Cloro (Cl)	Sodio (Na)	Boro (B)			Zinc (Zn)
	Defic.<	Adec.>	Defic.<	Adec.>	Adec.>	Adec.>	Exce.>	Exce.>	Defic.<	Adec.>	Exce.>	Defic.<
Manzano	1,9	2-2,4	1	1,2	0,25	1	0,3	-	20	25-70	100	14
Albaricoquero	1,8	2-2,5	2	2,5	-	2	0,2	0,1	15	20-70	90	12
*Cerezo	-	2,5-2,8	0,9	1,75-2	0,25-0,4	1,5-2	-	-	20	-	-	10
Melocotonero	2,3	2,4-3,3	1	1,2	0,25	1	0,3	0,2	18	20-80	100	15
Peral	2,2	2,3-2,8	0,7	1	0,25	1	0,3	0,25	15	21-70	80	15
Ciruelo	-	2,3-2,8	1	1,1	0,25	1	0,3	0,2	25	30-60	80	15
Higuera	1,7	2-2,5	0,7	1	-	3	-	-	-	-	300	-

Tabla 4. Niveles críticos de elementos minerales en hoja de árboles frutales caducifolios.

Fuente: Jesús Val (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

Para el análisis foliar (mostrado al final de este Anejo) se toman muestras de hojas adultas del tercio central de brotes del año, por ejemplo 15 – 20 días antes de la recolección. Las concentraciones de macro y microelementos en hojas medias del brote del año considerados normales para cerezo, se observan en la siguiente Tabla:

ELEMENTO	RANGO MEDIO
N (%)	2- 2,5
P (%)	0,13 – 0,35
K (%)	1,5 – 3
Mg (%)	0,3 – 1,2
Ca (%)	1,6 – 2,5
Zn (ppm)	20 – 100
Cu (ppm)	5 – 25
Mn (ppm)	25 – 100
B (ppm)	25 – 70
Fe (ppm)	70 - 200

Tabla 5. Niveles de elementos nutritivos en hojas para cerezo.

Fuente: Norma Técnica de Producción Integrada en Cerezo

6. ENMIENDA ORGÁNICA PRE – PLANTACIÓN

La fertilización pre – plantación, tiene como finalidad construir una reserva adecuada y homogénea de nutrientes en el suelo. Para llevar a cabo esta labor de manera correcta, primero es necesario conocer las características del suelo donde se va a establecer la plantación, analizando unas muestras en el laboratorio. En el caso de estudio, como se ha detallado en el Anejo 3, se observa un porcentaje de materia orgánica entre 1,44 y 2,1%, valores normales en los suelos de

Aragón, pero limitados para plantaciones de estas características que requieren un porcentaje superior en materia orgánica por lo que, como se ha explicado en el Anejo 6, previamente a la labor de desfonde para que quede completamente envuelta en profundidad, se aporta una enmienda orgánica basada en estiércol de oveja, en una dosis de unas 4 toneladas por hectárea, distribuidas con un esparcidor localizado especial para frutales compuesto por una banda metálica en la parte delantero encargada de localizar la línea de goteo.

Esta enmienda orgánica es una fuente importante de N orgánico, más que suficiente para una plantación recién establecida y contribuye a mejorar la estabilidad de la estructura y la disponibilidad de los nutrientes, así como facilitar su asimilación por las raíces de los árboles y estimular la actividad microbiana del suelo.

En cuanto al abonado de fondo, en este caso concreto, el suelo que se encuentra previo a la plantación no requiere un abonado de fondo y en principio tampoco presenta ninguna carencia en elementos como el boro y el magnesio.

El estiércol de oveja, procedente de una explotación del municipio, tiene la siguiente composición (Tabla 6):

ENMIENDA ORGÁNICA	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	MO (%)
ESTIÉRCOL DE OVEJA	2,54	1,19	2,83	7,76	1,51	64,08

Tabla 6. Contenido medio en nutrientes (expresados en %) del estiércol de oveja.

El aporte del estiércol de oveja como enmienda orgánica supone también un aporte mineral una vez esta se haya mineralizado. No obstante, este proceso no es inmediato y se considera un 50% de la mineralización durante el primer año, un 35% en el segundo y el porcentaje restante en el tercer año.

La cantidad total de elementos minerales (kg/ha) que se liberan en cada uno de los tres años siguientes a su aplicación (durante la labor de desfonde previa a la plantación) se expone a continuación en la Tabla 7.

Macronutriente	4 toneladas	Año 1 (50%)	Año 2 (35%)	Año 3 (15%)
N	101,6	50,8	35,56	15,24
P ₂ O ₅	47,6	23,8	16,66	7,14
K ₂ O	113,2	56,6	39,62	16,98

Tabla 7. Aportaciones del estiércol de oveja y su correspondiente mineralización en los 3 años siguientes.

7. FERTILIZACIÓN MINERAL

La fertilización mineral hace referencia a la cantidad de elementos minerales que se incorporan al medio con la realización de esta práctica, dividida en una fertilización mineral de fondo y una de cobertera. Para llevarla a cabo con precisión, es importante tener en cuenta la enmienda orgánica, ya que como se ha visto, es un aporte considerable de nutrientes.

La fertilización de fondo tiene como objetivo aumentar la concentración de elementos minerales del suelo previamente a la realización de la tarea de plantar para permitir así un buen desarrollo del cultivo. El estudio edafológico explicado en el Anejo 3 permite conocer la concentración de los elementos en el suelo, siendo estas concentraciones adecuadas para el cultivo del cerezo, por lo que con la enmienda orgánica pre – plantación será suficiente.

A partir de las necesidades nutricionales teóricas para la producción de 1000 kg de cereza, se puede calcular las necesidades reales de nutrientes para obtener la producción deseada (15 toneladas en este caso) (Tabla 8):

Producción	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1000 kg	20 kg/ha	12 kg/ha	20 kg/ha
15000 kg	300 kg/ha	180 kg/ha	300 kg/ha

Tabla 8. Necesidades nutricionales del cerezo para obtener una producción de 15 toneladas.

7.1. BALANCE DEL NITRÓGENO

- Extracciones

Las extracciones están determinadas por el nitrógeno necesario para el crecimiento de la madera, el exportado por los frutos y la cubierta vegetal.

- Nitrógeno necesario para la formación del árbol y el crecimiento de la madera

Debido a que es un macronutriente que se acumula en el tejido leñoso del árbol, cuanto mayor sea el vigor del árbol, mayores serán las necesidades para su desarrollo, requiriendo en este caso 20, 35 y 50 kg N/ha en el primer, segundo y tercer año respectivamente más 1,5 kg N/tonelada de fruto en los años siguientes.

- Nitrógeno exportado en los frutos

Como es lógico, la cantidad de nitrógeno depende del valor de la producción y puesto que esta varía con los años de manera ascendente hasta alcanzar la plena producción en el quinto año, se muestra una tabla con la producción esperada en los distintos años. Para el cálculo del nitrógeno exportado en los frutos se tiene en cuenta la exportación de nitrógeno por tonelada producida, es decir, los 20 kg de N/t.

Años	Producción de cereza (t/ha)	Exportaciones de N por tonelada producida (kg N/t)	Exportación total de N (kg/ha)
Año 1	0	20	0
Año 2	0		0
Año 3	5		100
Año 4	12		240
Año 5 y siguientes	15		300

Tabla 9. Exportaciones de nitrógeno en la recolección de los frutos.

- Nitrógeno exportado por la cubierta vegetal

Se estima que las necesidades de nitrógeno para el establecimiento de la cubierta vegetal son de 25 kg de N/ha debido a que la *Festuca* sembrada como dicha cubierta se establece solo en las calles de la plantación ocupando aproximadamente la mitad de la parcela. Este valor se tendrá en cuenta el primer año ya que es cuando se instala esta cubierta vegetal y durante los años siguientes será ella misma quien se retroalimente.

- Aportaciones

Las aportaciones que se van a considerar, para luego poder determinar el plan de fertilización, van a ser la mineralización de la materia orgánica incorporada en el estiércol de oveja y el nitrógeno aportado en el agua de riego.

- Mineralización de la materia orgánica

Antes de plantar, como ya se ha comentado, se va a aplicar un estercolado de oveja en una dosis de 4 t/ha, de modo que en los siguientes tres años se irá mineralizando. Esta enmienda va a suponer una aportación de 50,8 kg N/ha el primer año, 35,56 kg N/ha el segundo año y 15,24 kg N/ha el tercer año.

- Agua de riego

Frecuentemente el agua de riego contiene cantidades apreciables de nitrógeno, por lo que se es preciso tener en cuenta esta concentración en la fertilización. Como se puede observar en el

estudio de calidad del agua de riego, el análisis muestra un contenido en nitratos de 1 mg/L. Por lo tanto, la cantidad de nitrógeno añadida con el agua de riego depende de la dosis de riego aplicada, que se calculará posteriormente en el Anejo 11 de este proyecto. Para calcular la cantidad de nitrógeno aplicada, en función de la dosis de riego se utiliza la siguiente fórmula:

$$N_{\text{Agua}} = (N_t * 1 \text{ mg N/l} * 0,226) / 1000$$

siendo N_t las necesidades totales de riego:

Años	Agua de riego (m3/ha*año)	Aportaciones de N (kg/ha*año)
Año 1	4380	1
Año 2	5840	1,32
Año 3	7300	1,65
Año 4 y siguientes	11680	2,64

Tabla 10. Nitrógeno aportado en el agua de riego.

En la Tabla 10 se muestra la cantidad de nitrógeno aplicada en función de la dosis de riego utilizada.

- Balance de nitrógeno

Para el cálculo del balance de nitrógeno se tienen en cuenta las aportaciones y extracciones anuales. La diferencia entre ambas supone las necesidades netas (N_n) que se tendrán que aportar mediante la fertilización mineral.

Años	Extracciones (kg de N/ha)				Aportaciones (kg de N/ha)		Nn de N (kg de N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Desarrollo de la cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
Año 1	20	0	25	0	50,8	1	-6,8
Año 2	35	0	0	0	35,56	1,32	-1,88
Año 3	50	100	0	0	15,24	1,65	133,11
Año 4	18	240	0	0	0	2,64	255,36
Año 5 y siguientes	22,5	300	0	0	0	2,64	319,86

Tabla 11. Balance del nitrógeno.

Se observa claramente que a partir del tercer año es el momento de empezar a plantear una fertilización nitrogenada.

7.2. BALANCE DEL FÓSFORO

- Extracciones

- Fósforo necesario para el crecimiento de la madera

Se puede estimar que las necesidades para el crecimiento del árbol en plantaciones con las características descritas son de 12 kg P₂O₅/ha.

- Fósforo exportado en los frutos

Para el cálculo del fósforo exportado en los frutos se tiene en cuenta la exportación de fósforo por tonelada producida, es decir, los 12 kg de P₂O₅/t (Tabla 12).

Años	Producción de cereza (t/ha)	Exportaciones de N por tonelada producida (kg P ₂ O ₅ /t)	Exportación total de P ₂ O ₅ (kg/ha)
Año 1	0	12	0
Año 2	0		0
Año 3	5		60
Año 4	12		144
Año 5 y siguientes	15		180

Tabla 12. Exportaciones de fósforo en la recolección de los frutos.

- Fósforo exportado por la cubierta

De la misma manera que para el nitrógeno y por los mismos motivos, se estima una cantidad de 4,6 kg de P₂O₅/ha para el establecimiento de la cubierta vegetal, incorporado el primer año en el momento de plantar.

- Aportaciones

Las aportaciones de este macronutriente provienen de la mineralización de la materia orgánica.

- Mineralización de la materia orgánica

La enmienda orgánica va a suponer una aportación de 23,8 kg P₂O₅/ha el primer año, 16,66 kg P₂O₅/ha el segundo año y 7,14 kg P₂O₅/ha el tercer año.

- Balance de fósforo

Años	Extracciones (kg de P ₂ O ₅ /ha)				Aportaciones (kg de P ₂ O ₅ /ha)		Nn de P ₂ O ₅ (kg de N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Desarrollo de la cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
Año 1	12	0	4,6	0	23,8	0	-7,2
Año 2	12	0	0	0	16,66	0	-4,66
Año 3	12	60	0	0	7,14	0	64,86
Año 4	12	144	0	0	0	0	156
Año 5 y siguientes	12	180	0	0	0	0	192

Tabla 13. Balance del fósforo.

Para el cálculo del balance de fósforo (Tabla 13), de la misma manera que en el caso anterior, se tienen en cuenta las aportaciones y extracciones anuales. La diferencia entre ambas supone las necesidades netas (Nn) que se tendrán que aportar mediante la fertilización mineral. Se observa claramente que a partir del tercer año es el momento de empezar a plantear una fertilización fosfatada.

7.3. BALANCE DEL POTASIO

- Extracciones

Las extracciones de este macronutriente vienen determinadas por el crecimiento de la madera, las extracciones de los frutos y la cubierta.

- Potasio necesario para el crecimiento de la madera

Se puede estimar que las necesidades para el crecimiento del árbol en plantaciones con las características descritas son de 45 kg K₂O/ha.

- Potasio exportado en los frutos

Para el cálculo del potasio exportado en los frutos se tiene en cuenta la exportación de potasio por tonelada producida, es decir, los 20 kg de K₂O/t.

Años	Producción de cereza (t/ha)	Exportaciones de N por tonelada producida (kg P ₂ O ₅ /t)	Exportación total de P ₂ O ₅ (kg/ha)
Año 1	0	20	0
Año 2	0		0
Año 3	5		100
Año 4	12		240
Año 5 y siguientes	15		300

Tabla 13. Exportaciones de potasio en la recolección de los frutos.

- Potasio exportado por la cubierta

De la misma manera que para el nitrógeno y el fósforo, y por los mismos motivos, se estima una cantidad de 31,6 kg de K₂O /ha para el establecimiento de la cubierta vegetal, incorporado el primer año en el momento de plantar.

- Aportaciones

Siguiendo el caso del nitrógeno, las aportaciones de potasio provienen de la mineralización de la materia orgánica y del agua de riego.

- Mineralización de la materia orgánica

La enmienda orgánica va a suponer una aportación de 56,6 kg K₂O /ha el primer año, 39,62 kg K₂O/ha el segundo año y 16,98 kg K₂O /ha el tercer año.

- Agua de riego

Comprobando el análisis del agua de riego en el Anejo 4, se observa que cuenta con una concentración de potasio de 6,76 mg/L, valor que se debe tener en cuenta en la fertilización potásica. Para hallar la concentración real de potasio se debe convertir a mg K/l de agua, según la siguiente ecuación:

$$K2O_{Agua} = (Nt * 6,76 \text{ mg K/l} * 0,830) / 1000$$

Años	Agua de riego (m ³ /ha*año)	Aportaciones de K ₂ O (kg/ha*año)
Año 1	4380	24,57
Año 2	5840	32,77
Año 3	7300	41
Año 4 y siguientes	11680	65,53

Tabla 14. Potasio aportado en el agua de riego.

- Balance de potasio

Para el cálculo del balance de potasio, de la misma manera que en los casos anteriores, se tienen en cuenta las aportaciones y extracciones anuales. La diferencia entre ambas supone las necesidades netas (Nn) que se tendrán que aportar mediante la fertilización mineral.

Años	Extracciones (kg de K ₂ O s/ha)				Aportaciones (kg de K ₂ O /ha)		Nn de P ₂ O ₅ (kg de N/ha)
	Crecimiento del árbol	Producción de frutos	Desarrollo de la cubierta	Pérdidas	MO	Riego	
Año 1	45	0	31,6	0	56,6	24,57	-4,57
Año 2	45	0	0	0	39,62	32,77	-27,39
Año 3	45	100	0	0	16,98	41	87,02
Año 4	45	240	0	0	0	65,53	219,47
Año 5 y siguientes	45	300	0	0	0	65,53	279,47

Tabla 15. Balance del potasio.

Según la Tabla 15, durante los dos primeros años existen reservas de potasio en el suelo, por lo que no será necesario realizar ninguna fertilización potásica. A partir del tercer año, es preciso comenzar con un plan de fertilización que contenga este macronutriente.

8. PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN

La instalación del riego localizado por goteo permite aplicar los fertilizantes disueltos en el agua de riego, práctica que se conoce como fertirrigación. El programa de fertirrigación es muy ventajoso ya que reduce el coste de aplicación de los fertilizantes, tiene una mayor eficiencia y minimiza las pérdidas por lixiviación, facilita el manejo, permite el fraccionamiento de nutrientes de manera rápida y efectiva y la respuesta en el cultivo es prácticamente inmediata.

Para la correcta programación en el proceso de fertirrigación, es necesario conocer las necesidades del cerezo a lo largo del año (Tabla 3 de este mismo Anejo).

Para el cálculo de las necesidades de cada elemento nutritivo en cada periodo se muestra la Tabla 16, siendo necesario un plan de fertilización compuesto por nitrógeno, fósforo y potasio a partir del tercer año.

Año	Nutriente	kg/ha anual	De brotación a cuajado	De cuajado a maduración	De maduración a fin de cosecha	De recolección a caída de hojas
Año 1	N	-	-	-	-	-
Año 2	N	-	-	-	-	-
Año 3	N	133,1	39,93	59,89	13,31	19,96
	P ₂ O ₅	64,86	29,19	0	0	35,6
Año 4	K ₂ O	87,02	28	33,1	13,0	13,0
	N	255,4	76,62	114,96	25,54	38,31
Año 5 y siguientes	P ₂ O ₅	156	70,2	0	0	85,8
	K ₂ O	219,47	68	83,4	33	33
Año 5 y siguientes	N	319,9 (320,0)	96,0	144,0	32,0	48,0
	P ₂ O ₅	192	86,4	0	0	105,6
Año 5 y siguientes	K ₂ O	279,47	86,6	106,2	42	42

Tabla 16. Necesidades de nutrientes en diferentes estados fenológicos, expresadas en kg/ha.

9. RESUMEN DE LA FERTILIZACIÓN

Los criterios a seguir para la fertilización durante las fases de formación y producción son complejos, ya que deben considerarse factores como la fertilidad del suelo, las exigencias nutricionales de los árboles, condicionadas por el material vegetal elegido y por la edad del árbol, las características climáticas de la zona y las técnicas de mantenimiento empleadas. Además, la disponibilidad de los elementos minerales y su absorción por las raíces está estrechamente relacionada con el nivel de humedad del suelo y también se ve influida por las lluvias, el riego y el manejo del suelo (laboreo y cubierta vegetal).

Mediante el análisis del suelo y el análisis foliar es posible establecer una correcta fertilización nitrogenada, fosfatada, potásica y de otros elementos.

Previamente a la plantación se va a realizar una enmienda orgánica a base de estiércol de oveja bien descompuesto a razón de 4t/ha, aprovechando la labor de desfonde para su enterrado.

Posteriormente la fertilización se centra en un plan de fertirrigación mineral, haciendo uso de tres depósitos de 1000 l cada uno incorporados con un agitador para facilitar su dosificación.

Como bien se ha calculado anteriormente, será necesario incorporar nitrógeno, fósforo y potasio a partir del tercer año debido a que las extracciones de estos tres macronutrientes son mayores que las aportaciones.

10. CONCLUSIONES

Como resumen final se puede concluir que el análisis del suelo permite conocer el estado de los elementos minerales del mismo, el análisis de tejidos permite revelar la forma en que el árbol los utiliza en función de las condiciones del cultivo, pero el conocimiento de ambos permite ajustar la fertilización, prevenir situaciones de fuertes desequilibrios, conservar el árbol con un elevado potencial de producción de calidad durante su vida útil y reducir los problemas de contaminación. Si todos los años se realizan estos análisis, se permite a medio plazo, seguir tendencias y reajustar la fertilización.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de la Asignatura Fitotecnia de la Escuela Politécnica Superior de Huesca-Universidad de Zaragoza
- Generalitat de Catalunya – Departament d’Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural
- Norma Técnica de Producción Integrada en cerezo
- Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

- Villarreal, P., Santagni, A., & Romagnoli, S. (n.d.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Ediciones Pautas tecnológicas: cerezo Manejo y análisis económico financiero Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Centro Regional Patagonia Norte. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pautas-tecnologicas-cerezo.pdf

ANÁLISIS FOLIAR - FINCA DE CASTEJÓN DE ALARBA (CALATAYUD)

Suelo Ideal			RECOMENDACIONES
Agricultor			
Muestra	hito 53		
Fecha de análisis	12/02/2020		
Cultivo			
Producción			

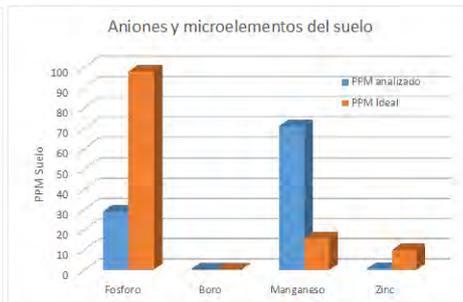
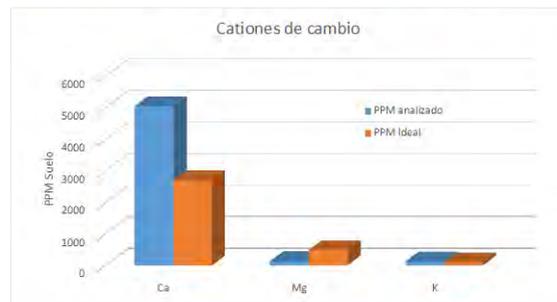
Resultado Análisis	
CIC	16,3
Materia Orgánica	0,7
pH	8,2

Cationes del análisis				
Calculo CICT - Encontrado				
	ppm	Ideal	Aplicación (kg/ha)	
Calcio	5061	2705,8	4690,40	Sobra
Magnesio	134	489,0	-710,00	Aplicar
Potasio	127	97,8	58,40	Sobra

Aniones	ppm	ideal ppm	Aplicación (kg/ha)	
Fosforo	29	97,80	-137,60	Aplicar

Conductividad	0,46
---------------	------

Microelementos				
	ppm	idal ppm	Aplicación (kg/ha)	
Boro	0,30	0,27	0,059	Sobra
Manganeso	71,00	15,65	110,704	Sobra
Zinc	0,60	9,78	-18,360	Aplicar



ANEJO 7: PLAN DE FERTILIZACIÓN

Suelo Ideal			RECOMENDACIONES	
Agricultor				
Muestra	lito 52			
Fecha de análisis	12/02/2020			
Cultivo				
Producción				
Resultado Análisis				
OC	7,5			
Materia Orgánica	1,1			
pH	7,4			
Cationes del análisis				
Calculo OCT - Encontrado				
	ppm	Ideal	Aplicación (kg/ha)	
Calcio	1528	1245,0	566,00	Sobra
Magnesio	207	225,0	-36,00	Aplicar
Potasio	119	45,0	148,00	Sobra
Aniones	ppm	Ideal ppm	Aplicación (kg/ha)	
Fosforo	27	45,00	-36,00	Aplicar
Conductividad	dS/m			
	0,40			
Microelementos	ppm	Idal ppm	Aplicación (kg/ha)	
Boro	0,30	0,12	0,351	Sobra
Manganeso	131,00	7,20	247,600	Sobra
Zinc	1,40	4,50	-6,200	Aplicar



Suelo Ideal			RECOMENDACIONES
Agricultor			
Muestra	fito 51		
Fecha de análisis	12/02/2020		
Cultivo			
Producción			

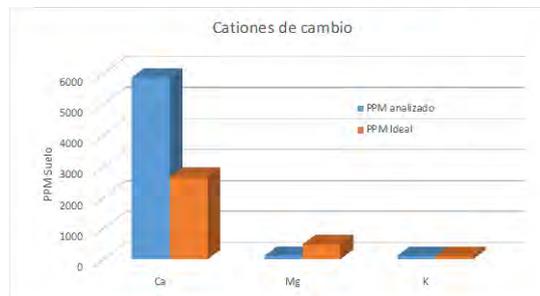
Resultado Análisis	
CIC	16
Materia Orgánica	1,8
pH	8,1

Cationes del análisis				
Calculo CICT - Encontrado				
	ppm	Ideal	Aplicación (kg/ha)	
Calcio	5870	2656,0	6428,00	Sobra
Magnesio	111	480,0	-738,00	Aplicar
Potasio	109	96,0	26,00	Sobra

Aniones	ppm	Ideal ppm	Aplicación (Kg/ha)	
Fosforo	19	96,00	-154,00	Aplicar

Conductividad **0,40**
dS/m

Microelementos	ppm	Idal ppm	Aplicación (Kg/ha)	
Boro	0,40	0,27	0,269	Sobra
Manganeso	37,00	15,36	43,280	Sobra
Zinc	1,20	9,60	-16,800	Aplicar



ANEJO 8:

MANTENIMIENTO DEL SUELO

ÍNDICE DEL ANEJO 8

1. INTRODUCCIÓN
2. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LAS CALLES
3. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LAS LÍNEAS DE PLANTACIÓN
4. CONCLUSIONES
5. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 8

1. HERBICIDA DE PRE-EMERGENCIA STOMP AQUA
2. HERBICIDA DE CONTACTO QUILOP
3. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LAS CALLES Y LÍNEAS DE PLANTACIÓN EN CEREZO

1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento del suelo incluye labores cuyos objetivos son la eliminación de vegetación espontánea, evitar la formación de costra superficial, evitar problemas de escorrentía y erosión, mejorar la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, mejorar el contenido de materia orgánica y la fertilidad de las parcelas y facilitar la absorción de nutrientes, así como el desarrollo radicular.

Todos estos objetivos pueden lograrse con mayor o menor éxito dependiendo de las técnicas de mantenimiento que el agricultor ejecute en las parcelas, ya sea mediante labores de cultivo, por aplicaciones de herbicidas, por la acción de las cubiertas vegetales y los acolchados con materiales sintéticos o por técnicas mixtas donde las calles y las líneas de plantación se tratan de manera diferente. Este planteamiento es lo que se realiza en este caso concreto.

El mejor sistema de mantenimiento del suelo depende de la tolerancia del patrón a la competencia que ejerce la cubierta vegetal, de las condiciones edafológicas y climáticas y también del riego. Por lo tanto, depende del vigor de la combinación variedad – patrón.

La Norma Técnica de Producción Integrada en Cerezo recomienda sustituir total o parcialmente el laboreo post – plantación por tratamientos herbicidas o por la siega mecánica.

2. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LAS CALLES

En cuanto al mantenimiento del suelo en las calles, esta práctica se realizará mediante técnicas de laboreo, que favorecen el enraizamiento profundo, disminuyen el encostramiento superficial y son compatibles con el riego localizado por goteo, empleadas para dar entrada a la cubierta vegetal y a la siega mecánica, las técnicas con las que realmente se hará el mantenimiento del suelo en las calles de esta plantación. Tanto la cubierta vegetal como la siega mecánica mejoran e intensifican el contenido de materia orgánica presente en el suelo, además de mejorar también la estructura edáfica, reducir el riesgo de erosión y ser un buen método de absorción de nutrientes.

La misma semana que se planta el cerezo, a finales del mes de diciembre – principios de enero, para dejar la parcela lisa y uniforme y trabajada en superficie para eliminar la competencia y disminuir las pérdidas de agua por evaporación, se volverá a labrar el terreno con un cultivador, el apero más apropiado para el suelo de esta plantación que alcanza una profundidad media eliminando la vegetación espontánea y la costra superficial a través de una labor cruzada para conseguir el mejor resultado posible.

Seguida a esta labor, el agricultor realizará también, un pase de rodillo para dejar la parcela en las mejores condiciones para la siembra de *Festuca* a finales de enero en una dosis de 40 kg/ha para así, conseguir una cubierta vegetal en las calles de la plantación.

Después de la siembra, realizada con una sembradora de 18 rejas de 2,20 m, el agricultor pasará la rastra para enterrar la semilla y posteriormente el rodillo para compactar y alisar la parcela en superficie.

Se dejará que este cultivo crezca durante todo un año y se arraigue bien al suelo, y cuando tenga 3 o 4 hojas y alcance una altura aproximada de 10-15 cm, se compactará la tierra con un rodillo compactador de 15 toneladas para de esta manera, enterrar las partículas más pedregosas y dejar el suelo alisado para después poder trabajar la hierba, segarla y triturarla con una trituradora junto con los restos de poda y así, evitar problemas relacionados con las irregularidades de la parcela.

Una vez pasado el rodillo compactador, se dejará que la *Festuca* crezca, grane y aporte semilla para que el propio cultivo resiembre las calles de la plantación.

Después de la recolección de la cereza se pasará la trituradora para picar la hierba que haya nacido durante los 2 meses de la recolección, y se dejarán en la propia calle los residuos esparcidos homogéneamente entre las líneas de cerezos sin secarlos.

Es importante saber que, en el caso de esta explotación, la cubierta vegetal no será abonada ni se le aportará ningún riego, se mantendrá, exclusivamente con el agua de lluvia.

Cuando esta cubierta sea adulta y esté completamente enraizada, se segará dos veces al año, dependiendo de la pluviometría; una vez en febrero después de terminar la poda para aprovechar así también los restos de madera y una segunda vez en junio antes de empezar la recolección.

3. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LAS LÍNEAS DE PLANTACIÓN

En cuanto al mantenimiento del suelo en las líneas de plantación se aplicarán herbicidas mediante pulverizadores para la eliminación de vegetación espontánea. Es un método muy útil en las plantaciones con riego por goteo por el fácil acceso a estas líneas.

Acto seguido a plantar y durante los dos primeros años del cerezo, en la línea de gotero junto con el árbol se aplicarán dos herbicidas, uno de pre-emergencia y otro de contacto.

La lucha contra la vegetación adventicia se realizará después del pase del cultivador, mediante la aplicación de un herbicida de pre-emergencia sobre el suelo mullido y liso, completamente limpio de vegetación. Durante la parada vegetativa antes de la brotación, se aplican de 2,5 a 3 l/ha de Stomp Aqua (herbicida de preemergencia) entre las líneas de los árboles.

Conjuntamente se aplicará un herbicida de contacto (QUILOP) con una dosis de 1 – 2,5 l/ha contra hierbas anuales de hoja estrecha y de 2 – 3,8 l/ha contra malas hierbas vivaces de hoja estrecha, un herbicida que actúa de manera muy eficaz y rápida ya que trata al cultivo en las primeras fases de su desarrollo.



Figura 1. Herbicida de contacto QUILOP.
Fuente: Portal TecnoAgrícola



Figura 2. Herbicida de pre-emergencia Stomp Aqua.
Fuente: Portal TecnoAgrícola

A partir del tercer año del cerezo y en cerezos adultos, se aplicarán otros dos herbicidas (Glifosato + Diflufenican) de manera conjunta en febrero y en septiembre. Ambos son herbicidas compuestos por materias activas autorizadas en la Norma de Producción Integrada de Cerezos. El Glifosato es un herbicida de post-emergencia sistémico no selectivo y el Diflufenicam es un herbicida de contacto.

4. CONCLUSIONES

Como se ha mencionado anteriormente, en el mantenimiento del suelo de las plantaciones de cerezos, con frecuencia se opta por sistemas mixtos, con cubierta vegetal en las calles y productos herbicidas en las líneas de plantación.

La idea de cubrir toda la superficie de la plantación con una cubierta vegetal no se recomienda por la necesidad de reducir la competencia por el agua y los nutrientes y por limitar la proliferación de plagas como roedores, los que pueden producir graves daños en las raíces de los árboles, sobre todo durante el reposo vegetativo.

Por otro lado, el uso de herbicidas permite eliminar la vegetación no deseada con relativa facilidad y además, con este método las raíces superficiales no se dañan, la absorción del agua y los nutrientes mejora y los efectos de las heladas primaverales son menos intensos que en las plantaciones labradas.

Para finalizar este Anejo se muestran unas imágenes que permiten apreciar de manera muy clara la técnica mixta empleada en el mantenimiento del suelo sobre las calles y las líneas de cerezos (Figuras 3, 4, 5 y 6).







Figuras 3, 4, 5 y 6. Mantenimiento del suelo en las calles y líneas de plantación en cerezo

5. BIBLIOGRAFÍA

- Portal TecnoAgrícola. (2021). Portaltecnologico.com. <https://www.buscador.portaltecnologico.com/vademecum/esp/producto/STOMP%20Aqua>
- Tratado de Arboricultura frutal. Vol IV: Técnicas de mantenimiento del suelo en plantaciones frutales. F. Gil-Albert Velarde. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

ANEJO 9:

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

ÍNDICE DEL ANEJO 9

1. INTRODUCCIÓN
2. PLAGAS Y ENFERMEDADES A LO LARGO DEL ESTADO FENOLÓGICO DEL CEREZO
3. OTRAS PLAGAS Y ENFERMEDADES
4. PLAGAS QUE CAUSAN EL AMARILLEO DE HOJAS
5. FISIOPATÍA: EL CRACKING DE LA CEREZA
6. CONCLUSIONES
7. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 9

1. ASPECTO DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO B
2. ASPECTO DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO E
3. SÍNTOMAS EN EL CEREZO POR CARENCIAS EN B, ZN Y MN
4. ASPECTO DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO F
5. ASPECTO DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO H
6. SÍNTOMAS EN EL CEREZO POR LA PRESENCIA DE *MYZUS CERASI*
7. SÍNTOMAS EN EL CEREZO POR LA PRESENCIA DE *BLUMERIELLA JAAPII*
8. ASPECTO DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO H
9. SÍNTOMAS EN EL CEREZO POR LA PRESENCIA DE *WILSONOMYCES CARPOPHILUS*
10. ASPECTO DEL CEREZO EN SU CAMBIO DE VERDE A BLANCO
11. ASPECTO DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO K
12. SÍNTOMAS EN LA CEREZA POR LA PRESENCIA DE *RHAGOLETIS CERASI*
13. SÍNTOMAS EN LA CEREZA POR LA PRESENCIA DE *DROSOPHILA SUZUKII*
14. ASPECTO DE LA CEREZA DURANTE LA RECOLECCIÓN
15. SÍNTOMAS EN LA CEREZA POR LA PRESENCIA DE *MONILIA LAXA* Y *MONILIA FRUCTICOLA*
16. IZQ: CANCROS PRODUCIDOS POR *PSEUDOMONAS SYRINGAE*. DCHA: GOMOSIS Y YEMAS MUERTAS
17. ASPECTO DEL GUSANO CABEZUDO
18. SÍNTOMAS EN LA CEREZA POR LA PRESENCIA DE *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* O *TRIPS TABACO*
19. SÍNTOMAS DE *BOTRYTIS CINEREA* EN LA CEREZA
20. DETALLE DEL PLATEADO EN HOJAS DE CEREZO
21. SÍNTOMAS CAUSADOS EN LAS HOJAS DEL CEREZO POR LA PRESENCIA DE *MONOSTIRA UNICOSTATA*
22. SÍNTOMAS CAUSADOS EN LAS HOJAS DEL CEREZO POR LA PRESENCIA DE *LYONETTIA CLERKELLA*
23. SÍNTOMAS CAUSADOS EN LAS HOJAS DEL CEREZO POR LA PRESENCIA DE *TETRANYCHUS URTICAE*
24. IZQ: QUEMADURAS EN LAS HOJAS DE CEREZO. DCHA: SOMBREO EN LAS HOJAS DEL CEREZO
25. APARIENCIA DEL RAJADO DE LA CEREZA
26. FACTORES QUE AFECTAN A LA SUSCEPTIBILIDAD DEL CRACKING DE LA CEREZA

27. RECOMENDACIONES PARA EL TRATAMIENTO CON GREENSTIM PARA EL
CRACKING DE LA CEREZA

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 9

1. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE CEREZO
2. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO B
3. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO E
4. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO F
5. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO H
6. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO J
7. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU CAMBIO DE VERDE A BLANCO
8. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN SU ESTADO FENOLÓGICO K
9. DIFERENCIA ENTRE *RHAGOLETIS CERASI* Y *DROSOPHILA SUZUKII*
10. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO QUE PUEDEN APARECER ANTES DE
LA RECOLECCIÓN
11. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO QUE PUEDEN APARECER DURANTE
LA RECOLECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El cerezo se ve amenazado por numerosas plagas a lo largo de su ciclo, pero la economía de las plantaciones no siempre permite dar ventajosamente los tratamientos de defensa necesarios para combatirlos eficazmente. Hace años era difícil establecer la aplicación sistemática de un plan de defensa completo, pero en las últimas décadas se ha avanzado mucho en este sentido, consiguiendo un mayor número de plantaciones sanas y con altos rendimientos en el territorio.

Para realizar un control fitosanitario, es importante saber que los trabajadores que manipulan o realizan operaciones con dichos productos, deben tener el correspondiente carné de manipulador de productos fitosanitarios en el nivel adecuado a la categoría de productos utilizados.

En las parcelas tratadas, con el fin de avisar a cualquier otro miembro de la zona, se indica con carteles la aplicación de estos productos, cumpliendo en todo caso lo dictado en la Orden del 9 de octubre de 1991 (BORM 241 de 18/10/1991).

2. PLAGAS Y ENFERMEDADES A LO LARGO DEL ESTADO FENOLÓGICO DEL CEREZO

En este Anejo se van a estudiar las plagas y enfermedades más frecuentes del cerezo en función del estado fenológico en el que se encuentra el cultivo, así como las fisiopatías más comunes, para de esta manera seguir un orden en el que las distintas patologías pueden ir sucediéndose, comentando a su vez los tratamientos que se deben llevar a cabo para combatir estos daños.

La siguiente tabla (Tabla 1) detalla los diferentes estados fenológicos del cerezo según Baggiolini (2001).

FENOLOGÍA ESTADOS – TIPO DEL CEREZO (Según Baggiolini (2001))	
A	Característico del reposo del árbol. Yema completamente parda, aguda y cerrada totalmente.
B	La yema se redondea sensiblemente y su vértice toma color verde claro.
C	Las escamas del vértice se separan y dejan ver los botones verdes aún reunidos.
D	Las yemas de flor se separan y quedan rodeadas en su base por las escamas de la yema; es visible el ápice blanco de la corola.
E	Los primeros botones se abren en parte y dejan aparecer los estambres.
F	Se abren todas las flores; plena floración.
G	Los pétalos se marchitan y empiezan a caer; los estambres se encogen.
H	Han caído todos los pétalos y la base del cáliz empieza a engrosar: ha habido cuajado.
I	Las piezas del cáliz desecado se separan y acaban por caer, dejando al pequeño fruto desnudo.
J	El joven fruto engruesa rápidamente y toma pronto las características varietales.

Tabla 1. Fenología del cultivo de cerezo.

Fuente: Gil Albert Velarde (1999)

a. ESTADO FENOLÓGICO B – YEMA HINCHADA

Cuando el cerezo se encuentra en este estado fenológico en el que la yema se redondea sensiblemente y su vértice toma color verde claro (Figura 1), puede ser afectado por diferentes

enfermedades causadas por hongos de diferentes especies y plagas ocasionadas por pulgones (siendo el más común el conocido *Pulgón negro del cerezo*), por cochinillas (destacando el *Piojo de San José*) y por insectos, también de especies variadas.



Figura 1. Aspecto del cerezo en su estado fenológico B.

Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

La Tabla 2 muestra la materia activa, el nombre comercial y la dosis con que tratar los daños producidos por estas plagas en el cultivo del cerezo.

(La explicación se realizará de la misma manera para cada una de las patologías citadas en este Anejo).

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
Hongo	Distintas especies	Hidróxido cúprico 40%	EFACTA	250 gr/100L
<i>Pulgón negro del cerezo</i>	<i>Myzus cerasi</i>	Acetamiprid 20%	EPIK	35 gr/100L
Cochinillas: <i>Piojo de San José</i>	<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	Piriproxifen 10%	PROXIMO	50 cc/100L
Insecto	Distintas especies	Aceite parafínico 83%	OLEOARISA	1l/100L

Tabla 2. Plagas y enfermedades del cerezo en su estado fenológico B, materias activas y dosis de aplicación.

▪ ***Pulgón negro del cerezo (Myzus cerasi Fabricius, 1775):***

Este pulgón es la plaga más habitual y con mayor impacto en el cerezo, causante de una menor calidad de la cereza y de una maduración más tardía. Este áfido se instala sobre los brotes tiernos y en el envés de las hojas adultas provocando su enrollado debido a la succión de savia. El criterio de intervención para este pulgón se basa en un control invernal consistente en mojar bien la madera con un insecticida de Aceite de Parafina; y un control en vegetación cuando más del 3% de los brotes se ven afectados, se recomienda su tratamiento con el fungicida Acetamiprid.

▪ ***Piojo de San José (Quadraspidiotus perniciosus John Henry Comstock, 1881):***

El umbral de tratamiento para esta plaga se establece cuando en vegetación más del 2% de los árboles están afectados o cuando en invierno se nota una simple presencia. En estas condiciones se recomienda tratar químicamente.

El criterio de intervención para este diaspírido se basa en un control invernal consistente en mojar bien la madera con un insecticida de Aceite de Parafina y con fungicidas de Polisulfuro de Calcio y Piriproxifen antes de la floración; y un control en vegetación aprovechando el momento de la salida de larvas con fungicidas como Clorpirifos y Fenoxicarb.

Un método cultural para combatir esta plaga es la eliminación de ramas afectadas durante la poda de invierno o, si existen focos localizados, programar un tratamiento para estas zonas.

b. ESTADO FENOLÓGICO E – SE VEN LOS ESTAMBRES

En el cerezo son bastante comunes las carencias en boro, zinc y manganeso (Figura 3) cuando los primeros botones se abren y dejan aparecer los estambres. Además, durante este estado fenológico (Figura 2) puede ser atacado por un hongo (*Wilsonomyces carpophilus*) causante de una enfermedad común conocida como *Cribado*.

El ataque producido por este hongo se manifiesta primero con unas pequeñas manchas de color rosa, que, sin extenderse, van tomando un color oscuro a medida que se desarrollan y desecan la parte afectada, desprendiendo y agujereando las hojas. El criterio de intervención para el *Cribado* se basa en un tratamiento preventivo cuando el cerezo está en su estado fenológico D-E con el conocido fungicida Mancozeb, y después un tratamiento cuando se produce la caída de hoja con compuestos de cobre (Tabla 3).



Figura 2. Aspecto del cerezo en su estado fenológico E.

Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

A parte del ataque producido por este hongo, puede aparecer *Gnomonia* producida por el hongo *Apiognomonía erythrostoma* (Pers Hönel, 1789), también tratada preventivamente en el estado fenológico E-J con los fungicidas Mancozeb y Tiram, y repitiendo este tratamiento en periodos lluviosos. El método cultural que realizan los productores de cereza para combatir esta última enfermedad es la eliminación de restos de poda y hojas en invierno.

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
Carencias	Carencias en B	Boro	DUNYAQUEL BORO	250 cc/100L
Carencias	Carencias en Zinc y Manganeso	Zinc y Manganeso	LIDAFOL ZN/MN	250 cc/100L
<i>Cribado</i>	<i>Wilsonomyces carpophilus</i>	Mancozeb 80%	MICENE	250 gr/100L

Tabla 3. Plagas y enfermedades del cerezo en su estado fenológico E, materias activas y dosis de aplicación.



Figura 3. Síntomas en el cerezo por carencias en B, Zn y Mn.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

c. ESTADO FENOLÓGICO F – FLOR ABIERTA

En plena floración (Figura 4) el cerezo es principalmente dañado por los efectos que los hongos *Monilia laxa* (Aderh & Ruhland; Honey, 1956) y *Monilia fruticola* (G.Winter; Honey, 1956) pueden causar, sobre todo, en las flores.



Figura 4. Aspecto del cerezo en su estado fenológico F.
Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería.

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fructicola</i>	Fluopyran20% + Tebuconazol 20%	LUNA EXPERIENCE	37 cc/100L
Aumento de raíz	Aumento de raíz	AUXINAS (ecklonia máxima)	KELPAK	300cc/hl

Tabla 4. Plagas y enfermedades del cerezo en su estado fenológico F, materias activas y dosis de aplicación.

▪ ***Monilia laxa* (Aderh & Ruhland; Honey, 1956):**

Es la enfermedad de la cereza con el mayor impacto económico sobre todo en variedades como Lapins y Summit. Puede originar el ennegrecimiento y secado de las flores, permaneciendo en el árbol por la resina que producen las zonas afectadas.

▪ ***Monilia fructigena fructicola* (G.Winter; Honey, 1956):**

De la misma manera que *Monilia laxa*, este hongo además de producir el secado y ennegrecimiento de las flores, en la fruta los síntomas provocados son podredumbres que se manifiestan con mayor intensidad, por ejemplo, en los frutos con lesiones por granizo o rajado.

El criterio de intervención para combatir ambos hongos (Tabla 4) se basa en un tratamiento preventivo en el estado fenológico E-F con Fluopyran y Tebuconazol; un segundo tratamiento en el estado fenológico G si se dan condiciones de humedad con Iprodina y Mancozeb, y un tercer tratamiento en la caída de hojas, con compuestos de cobre.

El método cultural que realizan los agricultores para luchar contra la enfermedad de la *Monilia*, es la destrucción de frutos momificados, airear las copas de los árboles a través de podas, restringir el abonado nitrogenado y/o aumentar ligeramente las dosis de fósforo y potasio.

d. ESTADO FENOLÓGICO H – CUAJADO DEL FRUTO

Cuando las formas del cerezo se presentan en su estado fenológico H (Figura 5), cuando ha habido cuajado, han caído todos los pétalos y la base del cáliz empieza a engrosar, pueden aparecer síntomas y daños producidos por enfermedades como la *Cilindrosporiosis* ocasionada por el hongo *Blumeriella jaapii* (Rehm; Arx, 1786), además de otras enfermedades como el *Cribado* y la *Monilia*, y otras plagas como la del *Pulgón negro* (Figura 6), todas ya comentadas.

Durante este periodo, en ocasiones también es necesario aportar al cerezo dosis de determinados microelementos para el buen desarrollo de las hojas.



Figura 5. Aspecto del cerezo en su estado fenológico H.

Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
<i>Cribado</i>	<i>Wilsonomyces carpophilus</i>	Mancozeb 80%	MICENE	250 gr/100L
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fructigena</i>	Tebuconazol 25%	FOLICUR	75 gr/100L
<i>Pulgón negro y orugas</i>	<i>Myzus cerasi</i> <i>Cheimatobia brumata</i>	Deltametrina 2.5%	AUDACE	50 cc/100L
<i>Cilindrosporiosis o Antracnosis</i>	<i>Blumeriella jaapii</i>	Tebuconazol 25%	FOLICUR	75 gr/100L
Hojas más grandes	Falta de microelementos	Microelementos	LIDAFOL ZN/MN	250 cc/100L

Tabla 5. Plagas y enfermedades del cerezo en su estado fenológico H, materias activas y dosis de aplicación.



Figura 6. Síntomas en el cerezo por la presencia de *Myzus cerasi*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

- **Cilindrosporiosis o Antracnosis (*Blumeriella jaapii* (Rehm; Arx, 1786)):**

Los riesgos de esta enfermedad (Figura 7) se incrementan en las primaveras lluviosas, en zonas cálidas próximas a cauces de agua, en parcelas con alta densidad de plantación y poco aireadas. Algunas variedades como Lapins, Sunburst y Burlat son sensibles a estos daños.

El criterio de intervención (Tabla 5) se basa en un tratamiento preventivo durante el estado fenológico H con Tebuconazol y Tiram, y una repetición de dicho tratamiento en periodos lluviosos.



Figura 7. Síntomas en el cerezo por la presencia de *Blumeriella jaapii*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

e. ESTADO FENOLÓGICO J – FRUTO TIERNO



Figura 8. Aspecto del cerezo en su estado fenológico J.

Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

Cuando el fruto engruesa rápidamente y está a punto de tomar las características varietales (Figura 8), pueden aparecer síntomas procedentes de los daños causados por hongos como *Monilia laxa*, *Monilia fructicola* y *Wilsonomyces carpophilus* (Figura 9), enfermedades mencionadas en estados anteriores, pero con métodos de intervención dispares debido a la evolución del cultivo (Tabla 6).

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
Monilia	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fructigena</i>	Difenoconazol 25% + Spirotretamat 10%	SCORE + MOVENTO GOLD	30 cc/100L + 100 cc/100L
Cribado	<i>Wilsonomyces carpophilus</i>	Captan 80%	MYTU 80	200 gr/100L

Tabla 6. Plagas y enfermedades del cerezo en su estado fenológico J, materias activas y dosis de aplicación.



Figura 9. Síntomas en el cerezo por la presencia de *Wilsonomyces carpophilus*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

f. CAMBIO DE VERDE A BLANCO

Cuando el fruto tierno experimenta el cambio de color de verde a blanco (Figura 10), es común la aparición de enfermedades como *Monilia*, combatida con Fluopyran y Tebuconazol en la dosis recomendada por el fabricante.



Figura 10. Aspecto del cerezo en su cambio de verde a blanco.
Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

Además, en este momento se trata la plantación para mejorar la dureza de la cereza con Glicina Betaína, calcio, boro y silicio y para asegurar un calibre deseado en el momento de la recolección, aportando dosis de Ácido giberélico (GA3), un ácido cuya aplicación es comúnmente empleada por los productores de cereza ya que promueve el crecimiento y la elongación celular, de manera que mejora la firmeza, el endurecimiento y el tamaño de la cereza. Sus efectos conllevan a un

retraso en la madurez (5-7 días), con lo que se consigue escalonar la cosecha y regular la recolección (Tabla 7).

En el caso de la plantación de estudio es recomendable la aplicación de esta hormona ya que su uso es especialmente recomendable en variedades de media estación y tardías.

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fructicola</i>	Fluopyran 20% + Tebuconazol 20%	LUNA EXPERIENCE	37cc /100L
Dureza	Dureza	Glicina Betaína + Calcio + Boro + Silicio	LUNA EXPERIENCE	250 grs/100L
Mayor calibre	Mayor calibre	Ácido giberélico	BERELEX	2,5 gr/100L

Tabla 7. Plagas y enfermedades del cerezo en su cambio de verde a blanco, materias activas y dosis de aplicación.

g. CAMBIO DE BLANCO A ROJO

En fase de fruto maduro, correspondiente al denominado estado fenológico K (Figura 11), se conocen las siguientes plagas, causadas por insectos y la ya conocida enfermedad *Monilia*. Además, al igual que en el estado de fruto tierno, se aportan dosis para mejorar el calibre y la dureza de la cereza (Tabla 8).



Figura 11. Aspecto del cerezo en su estado fenológico K.

Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
<i>Mosca de la cereza</i> <i>Mosca de la fruta</i> <i>Mosca Suzuki</i>	<i>Rhagoletis cerasi</i> <i>Cerattis capitata</i> <i>Drosophila suzukii</i>	Lambda Cihalotrin 10%	KARATE ZEON	20 cc /100L
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fructicola</i>	Fluopyran 50%	LUNA PRIVILEGE	50 cc/100L
Mayor calibre	Mayor calibre	Ácido giberélico	BERELEX	2,5 gr/100L
Dureza	Dureza	Glicina Betaína + Calcio	NEOSTREN	250 gr/100L

Tabla 8. Plagas y enfermedades del cerezo en su estado fenológico K, materias activas y dosis de aplicación.

▪ ***Mosca de la cereza (Rhagoletis cerasi Linnaeus, 1758):***

Extendida en todo el territorio europeo y en las zonas templadas de Asia, es la principal plaga que afecta al cerezo, la que sin tratamientos puede atacar al 100% de la cosecha (Figura 12).

El inicio del ataque producido por esta plaga pasa desapercibido porque los huevos no se ven a simple vista, la hembra lo introduce bajo la epidermis de la cereza. Desde que se produce la puesta hasta que se ven los daños (presencia de gusanos u orificios de salida de estos) pueden pasar 3-4 semanas. Los frutos afectados se reblandecen y acaban pudriéndose, cayendo al suelo con facilidad. Las picaduras del adulto a la hora de introducir el huevo provocan un cambio de color, observándose manchas marrones y un orificio de salida de la larva.

Un método cultural que se lleva a cabo es la retirada de frutos picados y la vigilancia de plantaciones colindantes.



Figura 12. Síntomas en la cereza por la presencia de *Rhagoletis cerasi*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

▪ **Mosca suzuki (*Drosophila suzukii* Matsumura, 1931):**

Extendida en todo el territorio europeo, una buena parte de Asia, América del Norte y Sudamérica, las moscas del vinagre se asocian a frutos sobremaduros. Es una amenaza reciente para este frutal que en determinadas circunstancias puede llegar a la destrucción completa de la cosecha. Las cerezas atacadas por esta plaga se ablandan y muestran pequeños orificios por los que al apretarlas sueltan jugo (Figura 13). En su interior pueden verse larvas y restos de la pulpa roída. Es muy importante no confundir el ataque de esta plaga con el de la mosca de la cereza, porque el tratamiento de ambas no siempre es el mismo (Tabla 9).



Figura 13. Síntomas en la cereza por la presencia de *Drosophila suzukii*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

<i>RHAGOLETIS CERASI</i>	<i>DROSOPHILA SUZUKII</i>
Una sola generación	Múltiples generaciones
Adultos solos unos 40 días	Adultos gran parte del año
Pupa solo en el suelo	Pupa en el futo, en el suelo, etc.
Pupa amarillenta, sin espiráculos	Pupa pardo-rojiza con 2 espiráculos
Adulto distinguible a simple vista	Adulto solo observable con binocular
Ataque desde el cambio de color	Ataque desde inicio de madurez
Cerezas relativamente tersas	Cerezas sin ninguna consistencia
Las cerezas están secas	Las cerezas gotean zumo
Las larvas miden hasta 7,5 mm	Las larvas no suelen medir más de 3,5 mm
Generalmente una larva por fruto	Frecuentemente varias larvas por fruto
Mas daños en parte más soleada	Mas daños en zonas húmedas
Mas riesgo con tiempo seco y caluroso	Mas riesgo con lluvias y altas humedades

Tabla 9. Diferencia entre *Rhagoletis cerasi* y *Drosophila suzukii*.

Fuente: Carlos Lozano Tomás (2019) – Ponencia del cerezo en Escuela Politécnica Superior de Huesca

h. DE FRUTO ROJO A RECOLECCIÓN

En el momento del fruto maduro a recolección (Figura 14), pueden seguir apareciendo síntomas causados por hongos e insectos ya mencionados en las plagas y enfermedades de estados fenológicos anteriores, pero como es obvio, los métodos de control son diferentes para cada caso (Tabla 10).



Figura 14. Aspecto de la cereza durante la recolección.

Fuente: Universitat de Lleida: Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fruticola</i>	Piraclostrobin + Boscalida	SIGNUM FR	80 gr/ 100L
<i>Mosca de la cereza</i> <i>Mosca de la fruta</i> <i>Mosca Suzuki</i>	<i>Rhagoletis cerasi</i> <i>Cerattis capitata</i> <i>Drosophila suzukii</i>	Deltametrina 2.5%	DELTALUQ	50 cc/100L

Tabla 10. Plagas y enfermedades del cerezo que pueden aparecer antes de la recolección, materias activas y dosis de aplicación.

i. ENTRE PASES DURANTE LA RECOLECCIÓN

Los hongos que causan la *Monilia* afectan a la cereza dañando la producción y haciendo a los frutos afectados no aptos para la comercialización.

En el caso de esta plantación se debe tener especial cuidado y aplicar tratamientos de control adecuados, ya que una de las variedades cultivadas, Lapins, es una de las más sensibles a esta enfermedad.

NOMBRE COMÚN	PLAGA/ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> <i>Monilia fructicola</i>	Cyprodinil + fludioxinil	SWICHT ó	100 gr/100L
		Tebuconazol	FOLICUR ó	75 gr/100L
		Fenpirazamina	PROLECTUS ó	100 gr/100L
		Bacillus subtilis	SERENADE ASO	750 cc/100L

Tabla 11. Plagas y enfermedades del cerezo que pueden aparecer durante la recolección, materias activas y dosis de aplicación.



Figura 15. Síntomas en la cereza por la presencia de *Monilia laxa* y *Monilia fructicola*.

Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

3. OTRAS PLAGAS Y ENFERMEDADES

a. Gomosis o Chancro bacteriano

Esta enfermedad se produce cuando la bacteria *Pseudomonas syringae* infecta cualquier herida del árbol, ya sean lesiones naturales como las que dejan las hojas al caer o lesiones artificiales como las producidas en la poda. Para proteger el árbol se recomienda un tratamiento preventivo

en septiembre, consistente en pintar los troncos. Se aplica, con mochila, una mezcla de 16 litros a base de cobre (1kg), pintura plástica blanca para exteriores (2kg) y agua (14L).

La aplicación de ciertos fungicidas como Captan 80%, Folpet 80% y Mancozeb 20% ayudan a controlar las poblaciones de *Pseudomonas syringae*.

También es aconsejable eliminar las hierbas de las líneas de cerezo, así como los rebrotes, ya que una cubierta vegetal demasiado densa y alta durante el otoño e invierno, favorece la proliferación de bacterias. Se recomienda, además, no podar durante el periodo de la caída de hojas ni durante la parada invernal porque en estas fechas las infecciones suelen ser muy altas, y tratar durante este periodo, es decir, a partir de noviembre, con compuestos de cobre, no cuando el periodo de la caída de hojas haya finalizado porque entonces las infecciones ya se habrán producido.



Figura 16. Izq: Chancros producidos por *Pseudomonas syringae*. Dcha: Gomosis y yemas muertas.
Fuente: Izq: S. G. Bado. Dcha: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

b. Gusano cabezudo

La actividad producida por esta plaga a causa de un insecto coleóptero *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus, 1758) (Figura17), puede resultar muy peligrosa si los cerezos sufren estrés hídrico, por lo que en épocas de sequía es necesario la aplicación de tratamientos preventivos con Clopirifos y/o Imidacloprid.

Esta plaga afecta tanto a plántones como a árboles adultos, donde el criterio de intervención se basa en realizar observaciones a partir de febrero, realizar tratamientos con las materias activas nombradas en el párrafo anterior antes del inicio de puesta en mayo o posteriormente tratar a mediados de septiembre.

Primero debilita los árboles cortando sus hojas y dañando las yemas. Cuando el vigor del árbol es reducido, deposita los huevos en el tronco. Las larvas de esta plaga se alimentan del cambium del tronco, hecho que corta el flujo de sabia y acaba secando por completo el cerezo. En el peor de los casos, el agricultor, tiene que arrancar los árboles afectados y quemar las raíces y los troncos.



Figura 17. Aspecto del gusano cabezudo.

Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

c. *Trips californiano*

Es una plaga causada por los insectos *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1790), o *Trips tabaco* (Figura 18) que presenta varias generaciones por temporada, inverna en estado adulto en la flor del cerezo. Las ninfas comienzan a colonizar desde la floración hasta la cosecha, por lo que, aunque el daño se ve en el momento de la cosecha, se produce mucho antes, el ataque suele comenzar al madurar el fruto.

Se recomienda llevar a cabo tratamientos preventivos con Clopirifos y/o Imidacloprid.



Figura 18. Síntomas en la cereza por la presencia de *Frankliniella occidentalis* o *Trips tabaco*.

Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

d. Pudrición o moho gris

Esta enfermedad del cerezo causada por el conocido hongo patógeno *Botrytis cinerea* (De Bary; Whetzel, 1765) afecta principalmente al fruto provocando su pudrición. En primavera lluvias produce también el atizamiento de las flores y bajo estas condiciones de humedad se pueden observar frutos recién cuajados con una pudrición marrón. Este hongo penetra, al igual que otras enfermedades explicadas, a través de aberturas naturales o heridas.

La eliminación de los restos de poda y el uso de fungicidas son los métodos de control que se llevan a cabo para combatir los daños de esta enfermedad.



Figura 19. Síntomas de *Botrytis cinerea* en la cereza.

Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

e. Plateado del cerezo

El plateado del cerezo es una enfermedad causada por el hongo *Chondrostereum purpureum* (Pouzar, 1787). El síntoma principal es la aparición de hojas plateadas con bordes curvados que posteriormente se necrosan, mueren y acaban cayendo al suelo. La principal fuente del inóculo son los troncos caídos o cortados y la penetración se produce a través de heridas producidas por la poda.

Plantar cerezos sanos, quemar los restos de poda y tratar las heridas para prevenir la infección son los métodos culturales realizados para luchar contra esta enfermedad. En cuanto al control químico, las pinturas protectoras con fungicidas para cubrir cortes de poda en la madera de dos o más años son los métodos más útiles.



Figura 20. Detalle del Plateado en hojas de cerezo.

Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

4. PLAGAS QUE CAUSAN EL AMARILLO DE HOJAS

El amarilleo de las hojas puede estar causado por enfermedades como la *Cilindrosporiosis* o *Antracnosis* o la *Gomosis* o *Chancro bacteriano*, explicados en este Anejo y por una serie de plagas comentadas en este apartado.

a. Tigre del almendro

Causada por el insecto *Monostera uncostata* (Mulsant & Rey, 1852) produce la decoloración amarillenta en el haz de las hojas a causa de las picaduras, provocando el secado de estas y su posterior caída.

El criterio de intervención se basa en realizar un tratamiento con Pirimicarb a la salida de los primeros adultos invernantes y después tratar de la misma manera cuando hay una presencia aproximada del 10-15% de las hojas con este insecto.

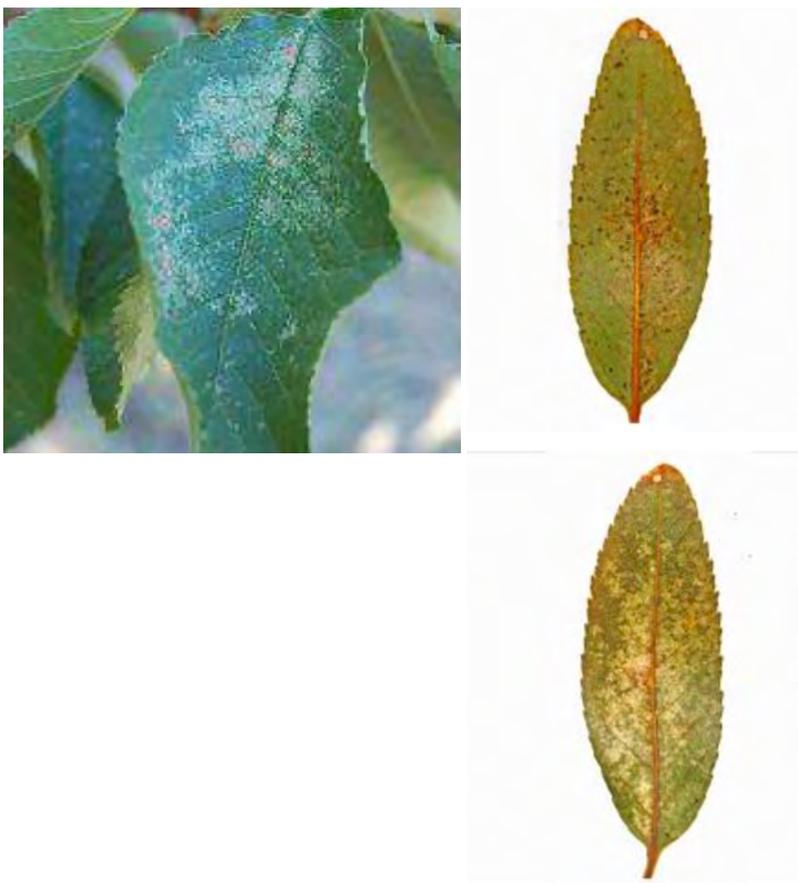


Figura 21. Síntomas causados en las hojas del cerezo por la presencia de *Monostira unicostata*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

b. *Minadora sinuosa*

Esta plaga causada por el insecto *Lyonettia clerkella* tiene un gran desarrollo y produce un gran porcentaje de defoliación cuando las temperaturas son bajas.

Si se observa un nivel de hojas ocupadas por este insecto superior al 15% se recomienda realizar un tratamiento a base de Imidacloprid 20% en pequeñas dosis después de la floración.



Figura 22. Síntomas causados en las hojas del cerezo por la presencia de *Lyonettia clerkella*.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

c. Araña amarilla

Tetranychus urticae es un ácaro cuya característica más evidente de su presencia es la decoloración del limbo de las hojas, que adquieren un aspecto plumizo.

El criterio de intervención para combatir este ácaro consiste en un tratamiento invernal con Aceite de Parafina y Polisulfuro de Calcio, y un tratamiento en vegetación con azufre y Acrinatrín.



Figura 23. Síntomas causados en las hojas del cerezo por la presencia de *Tetranychus urticae*.

Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

d. Eriofidos

Este ácaro cuyo nombre científico es *Aculus fockeui* produce en las hojas un doblado longitudinal hacia arriba y un amarilleamiento cerca de las nervaduras, llegando a producir en el peor de los casos, la caída de las hojas. En la plantación de cerezo puede atacar a frutos y hojas. El criterio de intervención contra esta plaga consiste en un tratamiento de invierno con Aceite de Parafina y Polisulfuro de Calcio, y un tratamiento en vegetación cuando aparecen los primeros síntomas en verano con azufre y Acrinatrín, como en el caso de la Araña amarilla.

A esta serie de plagas y enfermedades causantes del amarilleo de las hojas, pueden sumarse las quemaduras y el sombreo.

Las quemaduras en las hojas, que rara vez tienen tratamiento, son provocadas por las altas temperaturas y la baja humedad relativa presente en el medio. En cambio, el sombreo, se trata de hojas amarillas localizadas en el interior del árbol que no presentan ningún otro síntoma.



Figura 24. Izq: Quemaduras en las hojas de cerezo. Dcha: Sombreo en las hojas del cerezo.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

5. FISIOPATÍA: EL CRACKING DE LA CEREZA

El rajado o el ahora conocido como “cracking” es la principal fisiopatía de la cereza y se caracteriza por la aparición de grietas en la superficie externa del fruto, predominando esta aparición en la cavidad del pedúnculo donde se acumula fácilmente el agua.



Figura 25. Apariencia del rajado de la cereza.
Fuente: Guía de plagas y enfermedades del cerezo de la Junta de Extremadura.

Esta anomalía aparece casi siempre después de una lluvia en el momento de la madurez o bien después de un riego que siga a una época de sequía. Esta producido por un desequilibrio entre el agua de rápida absorción y el ritmo de crecimiento de la piel de la cereza, mucho más lento, y que, al no poder almacenarla, se agrieta.



Figura 26. Factores que afectan a la susceptibilidad del cracking de la cereza.

Fuente: José María Gascón (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

Se produce un exceso de agua que provoca un estrés hiposmótico, es decir, el agua fluye hacia el interior, se provoca un hinchado de la cereza y si esta situación continua, la célula se raja.

Se recomienda realizar un tratamiento preventivo a partir de la caída de los pétalos con aplicaciones foliares con Formiato de Calcio soluble en agua (33,6 % p/p) y K.

En California se han hecho ensayos con un osmoprotector compuesto de glicinbetaína denominado GreenStim y se ha conseguido reducir esta fisiopatía en un 50 – 60% al tratar las cerezas al inicio del cambio de color de verde a amarillo paja. Además, este producto no afecta a los parámetros de calidad y proporciona mayor uniformidad en la coloración de los frutos.

Es importante evitar daños provenientes de la enfermedad *Gnomonia*, causada por el hongo *Apiognomonía erythrostroma* (Pers Hönel, 1789), ya que la infección producida por este patógeno incrementa el número de cerezas rajadas, afectando, por tanto, de manera considerable a la cosecha y a la rentabilidad de la explotación.

Recomendación Tratamiento para CEREZA

- **Dosis:**
400 gr/Hl
+ Mojante/Penetrante
- **Momento:**
Cambio de color de Verde a Amarillo Paja
- **Persistencia tratamiento**
18-22 días



Color del Fruto en el momento del tratamiento

Figura 27. Recomendaciones para el tratamiento con GreenStim para el cracking de la cereza.

Fuente: José María Gascón (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

6. CONCLUSIONES

Durante muchas décadas el cerezo ha sido considerado como un árbol silvestre que no precisaba cuidados especiales para obtener producciones normales.

En las plantaciones modernas donde cualquier error en la producción puede ocasionar pérdidas considerables en la rentabilidad, hace que se consideren seriamente factores que antes se ignoraban en este cultivo, tales como el abonado y la defensa contra plagas y enfermedades.

En este Anejo han sido citados los agentes causantes de las plagas y enfermedades más frecuentes en este cultivo, así como las dosis de las materias activas en función de los criterios de intervención para cada uno de los casos estudiados.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alejo Rigau (1974). Cultivo del cerezo – Caracteres, clima, terreno, cultivo, plagas y enfermedades.
- Apuntes de la Asignatura Edafología de la Escuela Politécnica Superior de Huesca-Universidad de Zaragoza
- De Agricultura, C., Rural, D., Ambiente, M., Servicio, E., & Vegetal, S. (n.d.). Estación de Avisos Agrícolas CHANCRO BACTERIANO (Resina, Gomosis...) (Pseudomonas syringae). Retrieved March 30, 2021, from http://www.juntaex.es/filescms/con03/uploaded_files/SectoresTematicos/Agricultura/SanidadVegetal/Boletinfitosanitario/2015/Boletin_n26_2015.pdf
- De Difusión, P. (n.d.). Guía de plagas y enfermedades en cerezos. http://www.fdf.cl/biblioteca/publicaciones/2010/archivos/Guia_Plagas_Enf_Cerezos.pdf
- Delia, A., Martín, M., Mt, S., & Becedas, G. (n.d.). MOSCA DE LA CEREZA (Rhagoletis cerasi) (“Gusano de la cereza”) C E R E Z O SSV. MT García Becedas. Retrieved March 30, 2021, from http://www.juntaex.es/filescms/con03/uploaded_files/SectoresTematicos/Agricultura/SanidadVegetal/Boletinfitosanitario/2019/Boletin_n8_2019.pdf
- Estación de Avisos Agrícolas. (n.d.). Retrieved March 30, 2021, from http://www.juntaex.es/filescms/con03/uploaded_files/SectoresTematicos/Agricultura/SanidadVegetal/Boletinfitosanitario/2015/Boletin_n16_2015.pdf
- Gomosis del cerezo: Información, Tratamiento y Control. (2017, November 28). Variedades de Olivo Y Cerezo (Características, Plagas, Viveros, Precios...). <https://excelentesprecios.com/cerezo-gomosis-tratamiento>
- Guía de Gestión Integrada de plagas y enfermedades de frutales de hueso. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- José Capdevila Batlles (1981). Frutales y hortalizas – Erradicación de elementos hostiles. Biblioteca agrícola AEDOS.
- Norma Técnica de Producción Integrada en cerezo.
- Plagas y enfermedades del cerezo: Pulgón, Mosca, Monilia.... (2018, January 8). Variedades de Olivo Y Cerezo (Características, Plagas, Viveros, Precios...). <https://excelentesprecios.com/plagas-del-cerezo>
- ProteusNet. (2021). Organografía y fenología de frutales-Organografía - Yemas. Fruticultura.udl.es. <http://www.fruticultura.udl.es/Fruticultura/organografiaFenologiaFruiters/yemas.htm>

ANEJO 10:

MANEJO DE PODA

ÍNDICE DEL ANEJO 10

1. INTRODUCCIÓN
2. PODA DE INVIERNO
 - 2.1 PODA DE LIMPIEZA
 - 2.2 PODA DE FORMACIÓN
 - 2.2.1 PODA EN VASO ESPAÑOL
 - 2.2.2 PODA EN EJE CENTRAL
 - 2.2.3 PODA EN PALMETA DE RAMAS INCLINADAS
3. PODA DE VERANO
 - 3.1 PODA DE FRUCTIFICACIÓN
4. SISTEMA DE PODA EBRO
5. ÚTILES Y EQUIPOS DE PODA
6. PINZAMIENTOS
7. INCISIONES
8. CONCLUSIONES
9. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 10

1. FINAL DEL PRIMER VERDE EN CEREZO PODADO CON SISTEMA EBRO
2. 1. PINZAMIENTO NORMAL DE UN BROTE - 2. PINZAMIENTO PRECOZ DE UN TALLO - 3. SEGUNDO PINZAMIENTO DE UN REBROTE
3. INCISIONES, MUESCAS Y ENTALLADURAS POR ENCIMA Y POR DEBAJO DE LA YEMA
4. FINAL DEL PRIMER VERDE EN CEREZO PODADO CON SISTEMA EBRO
5. IZQ: SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EJE. DCHA: SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN VASO ESPAÑOL
6. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN Y FORMACIÓN DE DISTINTOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN CEREZOS

1. INTRODUCCIÓN

La poda es una decisión táctica y operacional que consiste en cortar ramificaciones excesivas y no deseadas para favorecer el crecimiento de otras más jóvenes. Una plantación mal podada se resentirá vegetativa y económicamente, aunque se riegue y se fertilice adecuadamente.

Es necesario adecuar la poda de formación y fructificación al vigor y desarrollo del cerezo, de acuerdo con la combinación patrón-variedad y con las técnicas y factores del cultivo, así como que el tipo de poda permita una buena aireación y penetración de la luz dentro del árbol.

La poda del cerezo está encaminada a conseguir árboles de pie bajo donde la defensa fitosanitaria es más fácil de realizar, la formación del árbol es más rápida, al igual que su entrada en producción y la copa adquiere más desarrollo al no tener que compartir las reservas con un gran tronco; árboles sólidos capaces de sostener grandes cosechas y que no se vean gravemente afectados por diversos factores climáticos; árboles bien aireados, ventilados y con luz suficiente en la copa para dar buenos rendimientos; y por último, árboles equilibrados, presentando un desarrollo homogéneo sin zonas debilitadas o más vigorosas unas que otras.

Después de la poda no puede darse ninguna labor hasta que las ramas se trituran y se incorporan dentro de la parcela, acción muy recomendada por los agricultores.

2. PODA DE INVIERNO

La poda de invierno o también denominada “en seco” se realiza en el mes de febrero y consiste en una poda mixta de limpieza y de formación que vigoriza la planta.

La poda de limpieza es una poda de mantenimiento del árbol, necesaria para todo tipo de árboles independientemente de la edad, especie y tamaño, cuyo objetivo principal es la eliminación de las ramas dañadas o secas, las ramas muy próximas al eje del árbol o mal orientadas y los chupones. En cambio, la poda de formación es una operación que tiene por objetivo dar una forma determinada al cerezo en los primeros años del árbol o mantenerla cuando es adulto.

2.1. PODA DE LIMPIEZA

En este caso la época más favorable para este tipo de poda es a finales de invierno para evitar los momentos de más frío, aunque también se puede llevar a cabo en verano para controlar, por ejemplo, el exceso de formaciones indeseadas como los chupones. Por tanto, esta poda se basa en la eliminación de ramas secas o dañadas, tocones rotos, sierpes, ramos débiles y mal situados, etc., es decir, toda formación del árbol que dificulta su desarrollo ya que compite con las reservas que este contiene.

2.2. PODA DE FORMACIÓN

La poda de formación se lleva a cabo desde que se planta el cerezo hasta los 3 o 4 años de la plantación, momento en el que el árbol está formado y sólo se practica la poda de limpieza y la poda de fructificación.

2.2.1. PODA EN VASO ESPAÑOL

El sistema de formación de esta plantación conocido como “vaso español” es propio de plantaciones que tienen un marco de plantación de 5 m entre calles y 2,5 m entre plantas y con patrones de vigor medio – alto como *Adara*.

La existencia de numerosas ramas ayuda a controlar de manera muy favorable el vigor de este cultivo, consiguiendo árboles de mediana altura que requieren un fácil mantenimiento en todas las fases de su desarrollo y en la recolección. Debido a la búsqueda en esta facilidad de manejo del árbol, se logra obtener una adecuada distribución de luz en la copa, favoreciendo así la obtención de cosechas de alta calidad, con buena salida en el mercado.

Es un sistema de conducción que no requiere estructura de soporte y su formación consiste en una serie de cortes repetidos para provocar la ramificación y multiplicación de las ramas portadoras y abrir de forma natural la copa del árbol.

Cuando comienza la actividad vegetativa de las yemas, se debe realizar un rebaje de la planta a una distancia de 30 - 60 cm del suelo, dependiendo de la altura a la que se quieran tener las primeras ramas, y a la presencia de yemas por debajo del corte. A continuación, se deben abrir los brotes que crezcan para obtener buenos ángulos de inserción y realizar un manejo que favorezca el crecimiento vegetativo de estos árboles.

a. PRIMER AÑO

Se planta en diciembre – enero y en junio se eligen los 3 brotes distribuidos uniformemente alrededor del tronco, que constituirán los brazos principales del cerezo (el resto de los brotes se rebajan a 4 o 5 yemas desde su inserción y en invierno se eliminan). De cara a la producción es necesario que las ramas no tengan el mismo punto de inserción y se dispongan escalonadamente en altura a distancias de 20 cm.

En invierno, se escoge un brote principal en cada uno de los brazos elegidos en verano y los demás, situados en el interior del vaso como en los laterales, son eliminados.

b. SEGUNDO AÑO

En el verano del segundo año se pinzan los brotes que se encuentran en el interior del vaso y se eliminan los chupones y los frutos que se hayan podido desarrollar durante este tiempo.

En el invierno de este año se controla el desarrollo de las 3 ramas principales y si es bueno, se cortan el resto de las ramas que se dejaron el verano anterior. Una vez se tienen controlados los 3 brazos se eligen las ramas (colocadas a ambos lados del brazo y a una distancia de 60 -70 cm del primer piso formado hasta ahora) para formar un segundo piso en cada uno de estos brazos. El resto de los brotes presentes en los brazos principales son suprimidos de la misma manera que en el año anterior, las ramas centrales se dejan para que favorezcan el crecimiento abierto del árbol y se podan cuando el árbol entre en producción. Las ramas horizontales se mantienen sin despunte para que produzcan cerezas.

c. TERCER AÑO

En el verano del tercer año se suprimen totalmente los frutos porque es una práctica que beneficia el desarrollo del cerezo. En el invierno de este año si las ramas han tenido un buen crecimiento durante el año no se despuntan. En cada uno de los brazos principales, se vuelve a seleccionar un tercer piso que con ramas secundarias y la poda que se realiza en cada uno de estos pisos sigue el mismo orden que los años anteriores.

d. CUARTO AÑO

Cuando el árbol completa su formación, se cambia la poda de despunte en la que se corta una parte de un ramo partiendo de una yema determinada, por la poda de raleo cuyo objetivo es mejorar la penetración de la luz y la de renovación, en la que se eliminan elementos envejecidos del árbol para sustituirlos por formaciones nuevas.

Por tanto, la poda de raleo, que permite la entrada de luz al centro del árbol, debilita el cerezo y favorece así la fructificación, dejando las ramas más débiles y horizontales y eliminando las más vigorosas y verticales.

La poda de renovación se consigue rebajando las ramas de fructificación a 10 - 20 cm de longitud. Se sugiere sacar, aproximadamente, un cuarto de la madera fructificada cada año, de manera que en cuatro años se cuente con toda la madera renovada. Es conveniente controlar el crecimiento del cerezo, reduciendo las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados una vez que el cultivo se encuentre en plena producción, de manera que los nuevos crecimientos sean menores a 60 cm.

2.2.2. PODA EN EJE CENTRAL

Con este tipo de poda se quiere conseguir un cerezo de tronco central, parte del árbol que es conocida como eje central, que se compone de un piso bajo a unos 50 cm del suelo con 3 o 4 ramas separadas entre sí aproximadamente 20 cm (en el primer invierno, excepto estas ramas seleccionadas que se abren con cañas para conseguir una horizontalidad en el árbol, se elimina todo lo que haya brotado hasta esos 50 cm). En los 3 años siguientes se forma un segundo piso a una altura de 1 m sobre el primero constituido con 2 o 3 ramas, de menor desarrollo que el primero (donde crece el mayor porcentaje de cereza) para contener el crecimiento en altura del frutal y necesario para que el árbol se mantenga en equilibrio.

2.2.3. PODA EN PALMETA DE RAMAS INCLINADAS

Propia del peral y el manzano, este tipo de poda que busca un árbol con un tronco central de 2 – 4 m de altura con 2 ramas insertadas a ambos lados cada 50 – 80 cm, también es válida para el cerezo, aunque poco habitual. Lo normal en este sistema de conducción es que se dispongan 4 pisos, estando el primero a unos 70 cm del suelo.

Es un método costoso ya que esta formación requiere postes de 3 m de altura, alambres en cada piso y cañas que sirvan de ayuda para la inclinación de las ramas en los primeros años de formación. Además, es un proceso lento en el que se tardan casi 6 años en tener la estructura completamente formada.

3. PODA DE VERANO

La poda de verano o también conocida como poda “en verde” se realiza en el mes de agosto y se trata de una poda de fructificación que establece elementos productivos o mantiene estos en el árbol, favoreciendo la entrada de luz en el centro de este.

3.1. PODA DE FRUCTIFICACIÓN

A diferencia de la poda de los elementos estructurales del árbol realizada en invierno, en verano se ejecuta una poda de fructificación basada en intervenciones en elementos no permanentes del cerezo cuya finalidad es la transformación y mantenimientos de estos elementos en formas fructíferas. Este tipo de poda se realiza cuando el cerezo ya ha completado su formación y ha entrado en producción, por lo que en el tercer y cuarto año este sistema se solapa con la poda de formación ya comentada.

La dificultad de la poda en especies frutales de hueso se incrementa en el cerezo debido a la dificultad en la cicatrización de este cultivo y su sensibilidad a la *Gomosis*. Además, también

destacan riesgos como los ataques criptogámicos en las heridas ocasionadas por la poda, que en ocasiones pueden llegar a ser tan graves que causan la muerte del árbol.

Debido a esta serie de causas, es preferible una poda ligera que evite los grandes cortes, para lo que previamente es necesario una poda de formación cuidadosa y la revisión anual del árbol.

La poda de fructificación debe buscar la fácil cicatrización de los tejidos y tiene que realizarse lejos de periodos fríos y con exceso de humedad, por lo que la mejor época para realizarla es a finales de verano, en agosto o principios de septiembre, antes del comienzo de las lluvias, cuando se hayan interrumpido los riegos.

4. SISTEMA DE PODA EBRO

Se trata de un nuevo sistema de conducción propio de plantaciones en semi-intensivo como la de estudio que deriva del conocido sistema de formación “vaso español”. El objetivo de este sistema es conseguir una entrada en producción más rápida para evitar los cortes repetidos de ramas del segundo y tercer año de plantación.

El agricultor de esta finca está empezando a llevar a cabo este sistema en su plantación gracias a la combinación de incisiones y la aplicación del fitoregulador Promalin antes de la brotación (utilizado para provocar que las yemas laterales se conviertan en ramas). Otros agricultores emplean también el fitoregulador *green tip* en las zonas de los ramos que desean que ramifiquen. La única dificultad que se presenta está relacionada con la baja aptitud del cerezo a la ramificación; por tanto, hay que saber cómo inducir la emisión de ramos sin despuntar las ramas principales.



Figura 1. Final del segundo verde en cerezo podado con Sistema Ebro.

Fuente: I. Iglesias et al; 2016

5. ÚTILES Y EQUIPOS DE PODA

En el caso de la plantación de estudio, en la poda de verano primero se pasarán los discos giratorios simulando una pre-poda y después con una acción manual haciendo uso de las tijeras se eliminarán las ramas interiores.

Por tanto, la clasificación de los útiles empleados en el trabajo de la poda puede diferenciarse de manera sencilla en equipos manuales y en equipos mecánicos.

Las pértigas, los serruchos, las hachas, las motosierras, las tijeras de podar de una mano y las de dos manos son los útiles manuales más frecuentes, utilizados estos dos últimos en el caso de la poda de esta plantación. Las tijeras de una mano son imprescindibles en la poda de despunte ya que se dan cortes de aproximadamente 2 cm de diámetro. En cambio, con las tijeras de dos manos, similares a las anteriores, se pueden conseguir cortes de mayor diámetro (hasta 3,5 cm.)

Hoy en día, en consecuencia, de las diferentes consideraciones económicas y por la falta de tiempo, las plantaciones de estas características exigen equipos de mayor rendimiento que los manuales.

En este caso se recomienda el conocido *topping*, una operación mecánica de poda que ejecuta un corte plano horizontal o en diversas pendientes de la copa. Esta tarea genera un gran rendimiento y abarata considerablemente los costes de la poda, ya que actúa como una operación de pre-poda que después es acompañada y finalizada con una tarea manual.

6. PINZAMIENTOS

Con independencia de las operaciones de poda, en muchos momentos del proceso de formación o a lo largo del ciclo productivo del cerezo es aconsejable la realización de operaciones como el desyemado, el desbrotado, el deshojado, el anillado de ramas o pinzamientos e incisiones (estas dos últimas realizadas en este caso) cuya eficacia está comprobada y resulta menos dañina que la propia poda.

Durante la primera brotación es una práctica que el agricultor utiliza frecuentemente debido a su sencillez y eficacia en árboles jóvenes de formación. En el pinzamiento (Figura 2) se actúa sobre brotes no lignificados de unos 20 cm de longitud, eliminando el último tercio mediante un corte de tijera, provocando así un corte poco peligroso para el cerezo y de fácil cicatrización. Es preferible ante las prácticas de desyemado y desbrotado que eliminan elementos del árbol produciendo mayores riesgos para este.



Figura 2. 1. Pinzamiento normal de un brote - 2. Pinzamiento precoz de un tallo - 3. Segundo pinzamiento de un rebrote.

Fuente: F. Gil-Albert Velarde (1997)

7. INCISIONES

Las incisiones (Figura 3) son una acción complementaria a la formación, cuyo objetivo es ramificar, es decir, sacar ramas nuevas laterales y favorecer el desarrollo de una yema en detrimento de otras que pueden estar incluso mejor situadas. En el caso de estudio esta tarea se recomienda en febrero solo en árboles de 2 años. Dicha labor consiste en realizar unos cortes con navaja sobre las yemas, de manera que profundicen hasta el cambium vascular. El desarrollo de estas yemas se ve claramente reforzado mientras el corte no cicatrice ya que localiza la aportación de reservas hidrocarbonadas en ella.

Como es lógico, si el corte se produce por debajo de la yema en vez de por encima, el efecto que se consigue es el contrario, debilitándose el árbol en lugar de vigorizarse.

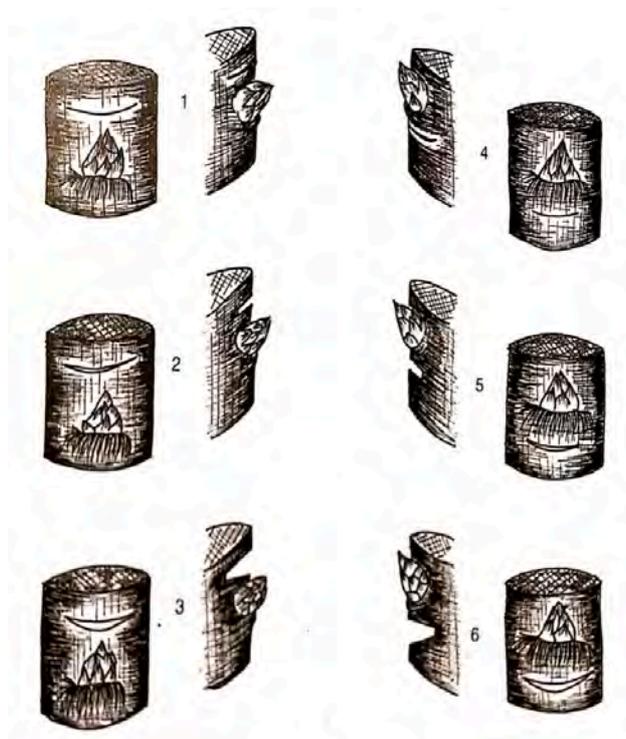


Figura 3. Incisiones, muescas y entalladuras por encima y por debajo de la yema.
Fuente: F. Gil-Albert Velarde (1997)



Figura 4. Ejemplo de incisiones en la madera de cerezo.

8. CONCLUSIONES

En esta plantación de Castejón de Alarba se recomienda una poda de invierno constituida por una poda de formación y limpieza y una poda de verano traducida en una poda de fructificación, ambas necesarias para el desarrollo del cerezo que se desea conseguir.

El porcentaje de cortes en la poda de formación es mayor en árboles jóvenes, y el de cortes en la poda de fructificación se refleja de manera más notoria en árboles en plena producción.

Se aconseja la mecanización por “topping” con podadora de discos ajustando el árbol a la altura deseada y facilitando con ello la recolección.

Actualmente para conseguir una entrada en producción más rápida, se está empezando a implantar el Sistema Ebro, una modificación del sistema anterior que se ayuda de la ramificación de las ramas portadoras mediante incisiones y la aplicación de bioreguladores sin la necesidad de despuntes, consiguiendo una entrada en producción más rápida.



Figura 5. Final del primer verde en cerezo podado con Sistema Ebro.

Fuente: I. Iglesias et al; 2016

En este proyecto se opta por la formación en “vaso español” porque es el sistema de conducción más cómodo desde el punto de vista del agricultor. Otros sistemas de conducción posibles, como

el sistema en eje con incisiones acompañado del doblado de ramas para favorecer la fructificación, en el que se orienta la producción de cereza muy próxima al centro, presenta un gran inconveniente ya que necesita una estructura de soporte porque si no el frutal vencería y acabaría tumbándose hacia un lado.

El marco de plantación propio para este sistema de conducción en eje es de 5 x 1,25 llegándose a dejar el árbol en alturas superiores a los 4 m, por lo que no es conveniente debido a que el mayor coste de la cereza es la recolección. Por este motivo se busca la producción en anchura y no en longitud, ya que si no los costes en esta labor se incrementan en gran medida al necesitar plataformas y maquinaria para cosechar la cereza.

Operaciones complementarias a la formación como los pinzamientos y las incisiones se recomiendan también en esta plantación para sacar un mayor rendimiento y calidad de las cerezas cosechadas.

Una plantación de cerezo de más de quince años llena de botones florales, sólo será renovada si la variedad se ha quedado anticuada.



Figura 6. Izq: Sistema de conducción en vaso español. Dcha: Sistema de conducción en eje central

Por último, es interesante conocer que en Chile se está empezando a trabajar con nuevos sistemas de conducción como los mencionados a continuación con el fin de maximizar la eficiencia en mano de obra y el espacio ocupado en la plantación, conseguir una adaptación óptima entre variedades y portainjertos, facilitar cada vez más el manejo y reducir el coste de la producción y sobre todo el de recolección.

Características generales de los nuevos sistemas de conducción

Sist. de Conducción	Pis/ha	Precocidad	Ramificación	Estructura de sostén	Mano de obra	Costos de formación (JH Ha)
 Eje central	800-1.200	++	+++	+	++	70-80
 SSA-TSA	1.500-3.00	+++	+++	++	+++	100-120
 Y-Trellis	1.000-1.300	++	+++	+++	+++	140-150
 UFO	1.500-2.200	++	+	+++	++	40-50
 KGB	900-1.300	+	-	-	+	10-12

Figura 7. Costos de implementación y formación de distintos sistemas de producción en cerezos.

Fuente: Carlos Tapia (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alejo Rigau (1974). Cultivo del cerezo – Caracteres, clima, terreno, cultivo, plagas y enfermedades.
- Iglesias, Miquel Peris Giner, S. Ruiz, & José Antonio Rubio. (2016, May). El cultivo del cerezo en España: producción, consumo e intercambios comerciales. ResearchGate; unknown.
https://www.researchgate.net/publication/305442644_El_cultivo_del_cerezo_en_Espana_produccion_consumo_e_intercambios_comerciales
- Tratado de Arboricultura frutal. Vol V: Poda de frutales. F. Gil-Albert Velarde. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Villarreal, P., Santagni, A., & Romagnoli, S. (n.d.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Ediciones Pautas tecnológicas: cerezo Manejo y análisis económico financiero Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Centro Regional Patagonia Norte. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pautas-tecnologicas-cerezo.pdf

ANEJO 11:

RECOLECCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

ÍNDICE DEL ANEJO 11

1. INTRODUCCIÓN
2. LA RECOLECCIÓN
 - 2.1 ÍNDICES DE LA RECOLECCIÓN
 - 2.1.1 COLOR DE LA EPIDERMIS
 - 2.1.2 SÓLIDOS SOLUBLES
 - 2.1.3 TAMAÑO
 - 2.1.4 FIRMEZA
 - 2.1.5 ACIDEZ
 - 2.2 LA LABOR DE LA RECOLECCIÓN
 - 2.3 CAUSAS DEL DETERIORO EN LA CEREZA
 - 2.3.1 DESHIDRATACIÓN DEL PEDÚNCULO
 - 2.3.2 *PITTING*
 - 2.3.3 PODREDUMBRES
3. TRANSPORTE
4. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DESPUÉS DE LA RECOLECCIÓN
 - 4.1 ENFRIAMIENTO
 - 4.2 LÍNEA DE EMPAQUETAMIENTO
 - 4.3 ALMACENAMIENTO
 - 4.4 ATMÓSFERAS MODIFICADAS
5. USOS Y PROPIEDADES DE LA CEREZA
6. LA SELECCIÓN
7. ENVASADO
8. CONCLUSIONES
9. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 11

1. CEREZAS RECOLECTADAS EN LA FINCA DE ESTUDIO
2. CAMPAÑA DE LA CEREZA EN LA FINCA DE ESTUDIO
3. DAÑOS OCASIONADOS POR *PITTING* EN CEREZA
4. DAÑOS OCASIONADOS POR PODREDUMBRES EN CEREZA
5. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO HIDROCOOLING

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 11

1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEREZO

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de la cereza depende del cuidado con el que se realicen las labores de recolección y conservación, siendo además este un fruto muy delicado. Algunos de los factores más relevantes que influyen directamente en el potencial productivo de la cereza son: la herencia de la temporada anterior, es decir, la nutrición y el riego; las temperaturas en la etapa de diferenciación de flores; la dormancia, que se traduce en la acumulación de frío; el clima en primavera, muy importante a la hora de las heladas y las lluvias; y el manejo llevado a cabo.

El interés científico y las repercusiones económicas sobre el sector agroalimentario han motivado que se dedique una especial atención al estudio de los factores (genéticos, como la selección varietal; fisiológicos, como el estado de madurez; agronómicos como la nutrición y las prácticas agrícolas; y ambientales como la temperatura) que afectan a la calidad y su repercusión sobre la conservación de la cereza.

En este caso la recolección se realiza de manera manual ya que su venta es en fresco, requiriendo mucha mano de obra, casi unos 300 temporeros en una explotación de estas características.

Se trata de un cultivo que tiene diferentes salidas en el mercado, siendo la más común su venta para el consumo en fresco, caso en el que deben recolectarse antes de que se debilite su color.

La maduración de este fruto se va precediendo en el tiempo, es decir, no todas las cerezas maduran a la vez, por lo que la recolección se prolonga, en este caso desde principios de junio hasta finales de julio. Las cerezas solo se conservan bien en el árbol, es un fruto no climatérico y después de recogidas no continúan el proceso de maduración, por lo que conviene recogerlas cuando hayan alcanzado las características organolépticas deseadas y no prematuramente.

Cuando se recolectan en buen tiempo, en las fechas óptimas de madurez, al momento de la cosecha y con las debidas precauciones, pueden conservarse algunos 5-6 días sin que se echen a perder, siempre y cuando estén en ambientes con las condiciones adecuadas de temperatura y humedad.

2. LA RECOLECCIÓN

La recolección es una labor muy importante en el ciclo del cultivo, no sólo por el cuidado que hay que tener con esta fruta para no ocasionarle marcas con los golpes, sino también por la rápida deshidratación del pedúnculo.

2.1. ÍNDICES DE LA RECOLECCIÓN

Como ya se ha comentado al principio de este Anejo, la cereza es un cultivo no climatérico, es decir, su tasa respiratoria y de producción de etileno no incrementan una vez cogidas del árbol.

A medida que la cereza madura, aumenta el contenido de sólidos solubles, el calibre y el color y disminuye la acidez y en menor medida también la firmeza.

El color de la epidermis y el contenido de sólidos solubles son los dos índices más utilizados para definir el momento de la recolección, pero además también se comentan aquí otros índices empleados.

2.1.1. COLOR DE LA EPIDERMIS

El color es un índice que varía dependiendo de la variedad y del estado de maduración, esta variación asimismo influye en el destino de la fruta, ya que cuando es más oscura, como en el caso de variedades como Bing, más avanzado está su estado de madurez y menos capacidad de conservación posee.

Para cumplir con los requisitos demandados por el consumidor, durante la recolección el jefe de cuadrilla vigilará que las cerezas sean clasificadas de manera correcta según las tablas de colores y entren dentro del rango exigido. Habitualmente los mercados exigen cerezas con aspecto brillante y color oscuro, por lo que se debe ejecutar la recolección un poco antes de que las cerezas presenten este color demandado, ya que luego, durante la conservación, todavía adquieren un color más oscuro y los frutos excesivamente oscuros son menos buscados.

2.1.2. SÓLIDOS SOLUBLES

Conforme avanza la madurez, los azúcares se acumulan en el fruto hasta el momento de la recolección. Debido a la importancia de este índice a nivel comercial, se mide en campo con un refractómetro y las cerezas no se cosechan hasta que no alcanzan un contenido en azúcares superior a 14 ° brix.

Es un índice que está influenciado por la variedad, la posición del fruto en el árbol, el tipo de plantación y la climatología.

2.1.3. TAMAÑO

A medida que la cereza va madurando aumenta su peso y su calibre, aspectos muy destacados a la hora de la comercialización. Para lograr un buen tamaño y calibre de este fruto, es importante realizar adecuadamente las labores de poda, fertilización y aplicación de productos fitosanitarios.

2.1.4. FIRMEZA

Desde el punto de vista del consumidor se buscan cerezas con un color atractivo, duras y firmes, por lo que este índice se mide paralelamente al contenido de sales solubles en cuanto a la

recolección se refiere, para así conseguir una cosecha uniforme en cuanto al contenido de azúcar y firmeza.

Durante la conservación las cerezas se ablandan y pierden firmeza; las cerezas con menos firmeza son más propensas a los daños por golpes y como la mayoría de los mercados exigen unos valores mínimos de este índice, su venta se dificulta en gran medida.

2.1.5. ACIDEZ

En el caso de la cereza, la acidez aumenta hasta la coloración del fruto, momento en el que este índice comienza a disminuir a medida que evoluciona el estado de maduración y conservación. Además de ser un parámetro muy importante de cara al consumidor, la acidez ayuda a mantener la calidad deseada durante la conservación, reduciendo la susceptibilidad a podredumbres.

2.2. LA LABOR DE LA RECOLECCIÓN

La recolección de la cereza para el consumo en fresco como es en este caso se realiza de manera completamente manual, teniendo mucho cuidado para evitar golpes que posteriormente afecten a la rentabilidad de la campaña. Por tanto, los temporeros que recogen la cereza son conocedores de que se trata de un fruto muy sensible a los daños ocasionados por golpes y que debe recogerse del pedúnculo y depositarlo seguidamente en las cajas de cosecha.

Una vez estas cajas estén llenas, los temporeros deben volcar las cerezas en las cajas de transporte con sumo cuidado, manteniéndose estas en la sombra y en ambientes frescos hasta su transporte a la central.



Figura 1. Campaña de la cereza en la finca de estudio.

2.3. CAUSAS DEL DETERIORO EN LA CEREZA

Como se ha dicho antes, una vez recogidas las cerezas, hay que tener especial cuidado con el ablandamiento, el oscurecimiento de la epidermis, la deshidratación de los pedúnculos, la aparición de *pitting* y de podredumbres, que este fruto puede ir desarrollando en las fases de cosecha.

Algunas variedades como Burlat, Summit o Sunburst son más propensas a estos daños que por ejemplo Lapins, cultivada en la plantación de estudio.

2.3.1. DESHIDRATACIÓN DEL PEDÚNCULO

El pedúnculo es el tejido verde de la cereza por el que esta fruta es tomada a la hora de la recolección para no dañar el fruto propiamente dicho. Este tejido tiende a deshidratarse y toma un color pálido y seco, lo que desencadena en un mal aspecto de la cereza de cara al consumidor reduciendo su valor comercial.

Se ha demostrado que la mejor forma de mantener el pedúnculo verde es reduciendo la transpiración de la cereza, consiguiéndose esto con un enfriamiento rápido (si es posible en un hidrocóoling como se lleva a cabo en el caso de la plantación de estudio) y manteniendo la fruta con buena humedad relativa (90-95%). También la utilización de bolsas durante el almacenamiento ayuda a mantener esta humedad necesaria para evitar en gran medida el deterioro de este tejido.

2.3.2. PITTING

El desarrollo del *pitting* es uno de los daños más visibles durante la conservación de la cereza. Las principales causas de este deterioro son los golpes durante la recolección, el almacenamiento y el empaque, por lo que debe extremarse el cuidado de las cerezas en estas fases del proceso. Se observa como una hendidura oscura en la superficie del fruto, lo que acarrea un mal aspecto y una disminución de la calidad en la comercialización.



Figura 2. Daños ocasionados por *pitting* en cereza.

Fuente: Carlos Tapia (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

Un estudio realizado en el INTA Alto Valle ha demostrado que la sensibilidad al pitting es mayor cuando la temperatura del fruto es menor a 10°C en la pulpa, es decir, se incrementa la sensibilidad a daños por golpes cuando se dan estas condiciones.

2.3.3. PODREDUMBRES

La aparición de podredumbres es otro deterioro habitual en la conservación de este fruto. Para reducir la incidencia de patógenos como *Botrytis*, *Penicilium*, *Alternaria* y *Rhizopus*, que son los más comunes, se recomienda usar agua clorada (100 - 200 ppm) y aplicar fungicidas preventivos. Se ha demostrado que las cerezas recolectadas con un estado de madurez más avanzado tienen mayor incidencia en la aparición de estos daños, por lo que no es conveniente, como ya se ha comentado en varias ocasiones y por varios motivos, cosechar este fruto en un estado de madurez muy avanzado, si no en el óptimo.



Figura 3. Daños ocasionados por podredumbres en cereza.

Fuente: Carlos Tapia (2019) – Ponencia de cerezo en la Escuela Politécnica Superior de Huesca

3. TRANSPORTE

Una vez que los temporeros cogen las cerezas del árbol, estos deben protegerlas manteniéndolas a la sombra, nunca al sol y teniendo sumo cuidado, evitando golpes y las vibraciones del camión en el transporte, para que estos posibles daños no se evidencien después y haya problemas a la hora de comercializar la fruta.

En el caso de esta explotación, la cereza se transporta del campo a la central en cajas de 5kg de plástico de 50 x 40 x 20 cm.

4. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DESPUÉS DE LA RECOLECCIÓN

La cereza es una fruta muy sensible en la que pueden aparecer deterioros y problemas relacionados con su conservación, pocas horas después de haber sido recolectada. Para ello, hay que tener especial cuidado y especialización en los siguientes procesos.

4.1. ENFRIAMIENTO

La temperatura es el parámetro más importante para tener en cuenta a la hora de medir la calidad de la cereza desde la recolección a la llegada al consumidor.

En el momento de la recolección, estos frutos sufren un estrés que deriva en un incremento de la tasa respiratoria y, por tanto, en la producción de calor denominada “calor de campo”. Este calor debe ser tratado antes de las cuatro horas en un proceso de enfriamiento, pero previamente los temporeros han tenido que situar la fruta a la sombra y transportarla cuanto antes a la central donde se lleva a cabo dicho proceso de enfriamiento.

Durante la fase de empaque, en la que es importante evitar los golpes para que no se desarrolle el conocido deterioro *pitting* (entre otros), el enfriamiento debe hacerse lo más rápido posible, para así reducir la tasa respiratoria y la deshidratación de los pedúnculos, reflejándose ello en una mejor conservación.

El sistema de enfriamiento por agua que tiene instalado el productor de cerezas de la plantación de estudio en Castejón de Alarba, el conocido *hidrocooling*, es un sistema muy rápido que reduce los problemas de deshidratación de la cereza.

Una vez que llegan las cerezas en el camión, se disponen en pallets de ocho alturas y se introducen en el hidrocooling, ya que es importante enviarlos a la zona de enfriado lo más rápido posible. En este sistema consistentes en un baño de agua fría a 6°C permanece la fruta durante unos seis minutos con un fungicida, para que de esta manera la cereza permanezca dura y tersa, en un punto estabilizado y con el pedúnculo verde sin deshidratarse.

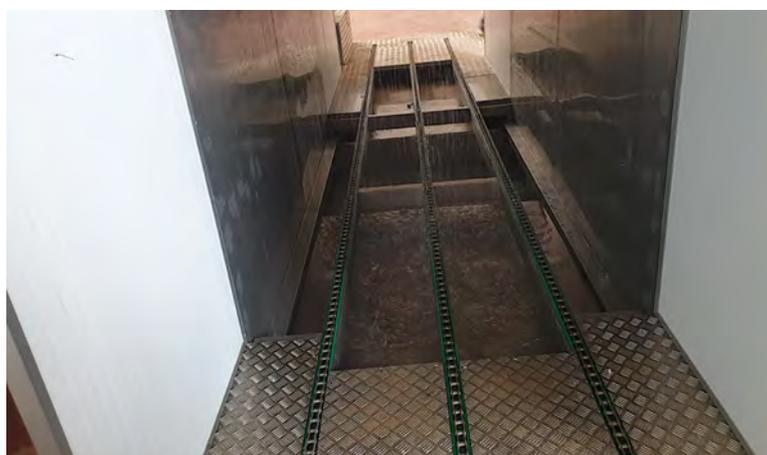


Figura 4. Sistema de enfriamiento *hidrocooling*.

4.2. LÍNEA DE EMPAQUETAMIENTO

Lo más común y lo que se realiza en este caso es el transporte en agua dentro de la máquina para de esta manera evitar golpes. Pasados los seis minutos y finalizado el proceso anterior, se transportan las cerezas a la máquina seleccionadora, una máquina que comparte el circuito del agua con el hidrocooling. Aquí, las cerezas se seleccionan según los parámetros elegidos y hay un operario que se encarga de vigilar que lo establecido se cumple. En este caso la máquina consta de doce salidas por las que se van clasificando las cerezas gracias a una cámara multi scan que lleva incorporada dicha seleccionadora, capaz de hacer 28 fotografías/segundo en rotación con diferentes posiciones.

Los defectos mas frecuentes en la línea de empaquetamiento son el congelamiento, el rajado, la pudrición y la picadura de pájaros, siendo estos aspectos clasificados según las exigencias del mercado de destino.

4.3. ALMACENAMIENTO

A la salida de la máquina seleccionadora, a través de unas cintas transportadoras llegan a la zona de paletizado donde se paletizan para almacenarlas en la cámara frigorífica a una temperatura de unos 0-1°C y una humedad que ronde el 95%, durante 10-12 horas hasta que son transportadas al muelle de carga y recogidas por los diferentes clientes.

En definitiva, en la fase de almacenamiento en la cámara, hay que tener especial cuidado con la temperatura y la humedad, ya que son factores de gran relevancia en la conservación de la cereza dado que comercialmente los daños ocasionados por algún error en el manejo de estos dos parámetros podrían acarrear grandes pérdidas económicas.

4.4. ATMÓSFERAS MODIFICADAS

En caso de envíos a lugares como Sudáfrica, Asia o los Emiratos Árabes, se utilizan bolsas fabricadas con polímeros especiales y que se cierran herméticamente, de permeabilidad selectiva a los gases, también llamadas atmósferas modificadas, capaces de mantener la calidad de la cereza reduciendo la tasa de respiración e incrementando la vida pos-cosecha.

Es muy importante que el uso de este tipo de bolsas se lleve a cabo siempre y cuando la cadena de frío este garantizada, ya que, si no puede verse afectado en gran medida el aroma de la cereza, dando lugar a cerezas de buena apariencia, pero pobre calidad.

5. USOS Y PROPIEDADES DE LA CEREZA

Las cerezas se comen principalmente como fruta fresca y también en confitura y desecadas, después de quitarle el hueso. También son utilizadas para la extracción de zumo y para la elaboración del vino de cerezas y bebidas alcohólicas como el *kirsch* y el *marrasquino*.

Prensando sus semillas se obtiene un aceite que contiene amigdalina y éstas machacadas y mezcladas con agua destilada, suministran un líquido que contiene esencia de almendras amargas y ácido cianhídrico, por lo que otro uso de este cultivo, es el de agua destilada de almendras amargas.

En menor intensidad, los huesos también se pueden utilizar artísticamente como elementos decorativos en determinadas figuras, al igual que sus hojas que son un componente de infusiones, y las cortezas, que se emplean en el curtido de pieles y en medicina como febrífugo.

La madera del cerezo es fácil de trabajar y muy apreciada por los carpinteros, torneros, ebanistas y fabricantes de instrumentos, teniendo gran número de aplicaciones.

Según Gil Albert Velarde, casi todas las variedades de cerezo ($2n= 16$ diploide) cultivadas en España deben considerarse comercialmente como auto-estériles y siempre debe recomendarse la polinización cruzada.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEREZO (g/100g)						
Parte comestible (analizada)	Agua	Proteína	Fibra	Azúcares	Ácido ascórb.mg.	AOP*
Drupa con piel sin hueso	81	0,6	1,7	11,9	5	Ácido metálico

*AOP = ácido orgánico predominante

Tabla 1. Composición química del cerezo.

Fuente: F. Gil-Albert Velarde

6. LA SELECCIÓN

La selección se basa en las cerezas de calibre igual o mayor a 24 mm que reúnan los patrones de sabor, color y dureza establecidos por la compañía.

El calibre se determina por diámetro máximo de la selección ecuatorial y para su comercialización se clasifican internamente en:

- Normal: de 24 a 26 mm
- Extra: de 26 a 28 mm
- Súper extra: > 28 mm

Deberán presentar un desarrollo apropiado y corresponderán a todas las características de la variedad, y una coloración y maduración uniformes.

También deberán estar exentas de defectos, a excepción de muy ligeras alteraciones superficiales de la piel, siempre que no perjudiquen la calidad, el aspecto del producto, ni su presentación en el envase.

7. ENVASADO

Finalmente, las cerezas se envasan en diferentes formatos para poder comercializarlas así en diferentes mercados dependiendo de la demanda del consumidor. Lo más común en este caso es la venta en cajas de poliespan, cartón o madera, de 5kg, 2kg o 1/2kg.

8. CONCLUSIONES

El cuidado y la manipulación de la cereza durante la recolección son aspectos determinantes a la hora de tener en cuenta de cara a la comercialización. Los mercados exigen cerezas firmes, tersas, duras y de color oscuro, por lo que el agricultor debe de ser capaz de cosechar frutos con estas características y que estas permanezcan y se sigan presentando una vez lleguen al cliente.

La recolección de la cereza se efectúa de manera que las diferentes cualidades de diversas variedades, buscadas tanto por el productor como por el consumidor, sean apreciadas y valoradas. El rápido enfriamiento, así como el control de la temperatura y la humedad, son necesarios para poder comercializar la fruta a nivel nacional y en mercados lejanos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura. El cultivo de la cereza. 2^{da} parte. (2021). Infoagro.com. https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/cereza2.htm
- Cosecha y Poscosecha de cerezas. (n.d.). Retrieved April 6, 2021, from https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-fyd50_posco.pdf
- Villarreal, P., Santagni, A., & Romagnoli, S. (n.d.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Ediciones Pautas tecnológicas: cerezo Manejo y análisis económico financiero Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Centro Regional Patagonia Norte. Retrieved April 6, 2021, from https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pautas-tecnologicas-cerezo.pdf

ANEJO 12:

DISEÑO AGRONÓMICO

ÍNDICE DEL ANEJO 12

1. INTRODUCCIÓN
2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN
3. BALANCE HÍDRICO
 - 3.1 ESTADO DEL AGUA EN EL SUELO
 - 3.2 AGUA FÁCILMENTE DISPONIBLE
 - 3.3 PRECIPITACIÓN EFECTIVA
 - 3.4 BALANCE HÍDRICO ANUAL
4. NECESIDAD NETAS DE RIEGO
 - 4.1 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS
 - 4.2 COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LAS NECESIDADES NETAS EN RIEGO LOCALIZADO
 - 4.2.1 COEFICIENTE CORRECTOR POR LOCALIZACIÓN (K_l)
 - 4.2.2 COEFICIENTE DE VARIACIÓN CLIMÁTICA (K_c)
 - 4.2.3 COEFICIENTE DE ADVECCIÓN (K_a)
 - 4.3 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS CORREGIDAS
5. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO
 - 5.1 EFICIENCIA DE APLICACIÓN
 - 5.1.1 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)
 - 5.1.2 CÁLCULO DE EFICIENCIA DE APLICACIÓN)
6. SUPERFICIE MOJADA POR EMISOR
 - 6.1 NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA
 - 6.2 FRECUENCIA Y DURACIÓN DE RIEGO
 - 6.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE SECTORES NECESARIO
7. RESUMEN DEL DISEÑO AGRONÓMICO
8. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 12

1. REPRESENTACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO A LO LARGO DEL AÑO
2. VALOR DE KA EN FUNCIÓN DE LA SUPERFICIE Y EL TIPO DE CULTIVO

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 12

1. DATOS DE RADIACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN CALCULADOS POR SOFTWARE CROPWAT
2. VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DURANTE EL AÑO CALCULADOS POR SOFTWARE CROPWAT
3. VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DURANTE EL AÑO
4. COEFICIENTE DE CULTIVO SEGÚN SU ESTADO DE DESARROLLO
5. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO
6. DATOS DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA CALCULADOS POR SOFTWARE CROPWAT
7. CÁLCULO DE LAS CANTIDADES MENSUALES DE RIEGO, EN MM
8. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO EN EL CULTIVO DE CEREZO
9. VALORES DE EFICIENCIA DE APLICACIÓN (EA) PARA RIEGO LOCALIZADO SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO
10. CÁLCULO DEL APORTE Y TIEMPO DE DURACIÓN DEL RIEGO
11. NÚMERO DE SECTORES, HECTÁREAS OCUPADAS Y COTAS SNM

1. INTRODUCCIÓN

El estudio agronómico debe complementar el estudio climático (basado en datos obtenidos del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) y de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)) en todo aquello que ayude a caracterizar una zona frutícola. Tiene una gran relevancia en la toma de decisiones y en los futuros aspectos económicos, por lo que en el presente Anejo se procede al cálculo de las necesidades hídricas que tendrá el cultivo.

Además, dicho diseño se apoya en datos del estudio edafológico de la finca, el diseño de la plantación y las características del agua de riego expuestas en sus correspondientes Anejos.

El cerezo tiene distintas necesidades hídricas según la etapa de crecimiento, por lo que se calcularán estas necesidades netas en las diversas etapas del cultivo. Para dimensionar el sistema de riego, se calculará la superficie y porcentaje de suelo mojado por cada emisor, la separación entre emisores, el número de emisores que se instalarán por planta, así como la dosis, duración e intervalo entre riegos.

2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración del cultivo de referencia se puede calcular con un gran número de ecuaciones empíricas y siempre utilizando datos meteorológicos.

Actualmente el método FAO Penman-Monteith (1990) se recomienda como método estándar para la definición y cálculo de la evapotranspiración de referencia ET_o , debido a que se trata del procedimiento más moderno y fiable.

La ecuación para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia mediante el método de FAO Penman-Monteith es la siguiente:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

dónde:

- ET_o : evapotranspiración de referencia (mm/día)
- R_n : radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m y día)
- R_a : radiación extraterrestre (mm/día)
- G : flujo del calor de suelo (MJ/m y día)
- T : temperatura media del aire a 2 metros de altura (°C)
- u_2 : presión de vapor de saturación (kPa)
- e_a : presión real de vapor (kPa)
- $e_s - e_a$: déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ : pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)

- g: constante psicométrica (kPa/°C)

Este parámetro ha sido calculado por el software CROPWAT 8.0, importando los datos meteorológicos necesarios de la estación de Calatayud, como se muestra en la Tabla 1.

País		Castejón de Alarba		Estación		CALATAYUD		
Altitud	523	m.	Latitud	41.10	°N	Longitud	1.38	°W
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo	
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día	
Enero	-7.7	17.4	78	1.2	4.2	6.9	1.10	
Febrero	-6.5	19.8	70	1.5	4.4	9.1	1.76	
Marzo	-3.9	25.3	66	1.6	6.1	13.8	2.91	
Abril	-1.2	26.8	67	1.4	7.3	18.1	3.59	
Mayo	1.2	32.0	62	1.3	8.3	21.4	4.64	
Junio	5.4	37.0	56	1.4	9.1	23.1	5.67	
Julio	8.9	39.2	50	1.5	11.1	25.5	6.48	
Agosto	7.8	39.0	51	1.4	9.6	21.8	5.74	
Septiembre	4.1	34.0	60	1.2	7.7	16.5	4.01	
Octubre	-0.9	30.2	71	1.2	6.2	11.6	2.72	
Noviembre	-4.0	22.8	80	1.0	4.7	7.7	1.44	
Diciembre	-7.7	17.5	82	1.1	3.5	5.8	1.00	
Promedio	-0.4	28.4	66	1.3	6.8	15.1	3.42	

Tabla 1. Datos de radiación y evapotranspiración calculados por software CROPWAT.

MES	ETo (mm/día)	ETo (mm/mes)
Enero	1,1	34,1
Febrero	1,76	49,3
Marzo	2,91	90,2
Abril	3,59	107,7
Mayo	4,64	143,8
Junio	5,67	170,1
Julio	6,48	200,9
Agosto	5,74	177,9
Septiembre	4,01	120,3
Octubre	2,72	84,3
Noviembre	1,44	43,2
Diciembre	1	31
TOTAL		1.252,9 mm/año

Tabla 2. Valores de evapotranspiración durante el año calculados por software CROPWAT.

Los datos obtenidos con el software CROPWAT 8.0 (Tabla 1 y Tabla 2) sirven de comparativa (con este software se obtiene un valor de 1.252,9 mm/año y el SIAR otorga un valor de 1.080,6 mm/año) con los datos proporcionados por el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante

(SIAR) que se muestran en la Tabla 3 y que se usarán para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo:

MES	MEDIA ET _o (mm/mes)	MES	MEDIA ET _o (mm/mes)
ENERO	27,23	JULIO	181,27
FEBRERO	40,58	AGOSTO	161,04
MARZO	71,31	SEPTIEMBRE	106,03
ABRIL	92,64	OCTUBRE	61,67
MAYO	130,16	NOVIEMBRE	29,24
JUNIO	158,91	DICIEMBRE	29,24

Tabla 3. Valores de evapotranspiración durante el año.

Fuente: Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR)

La evapotranspiración de un cultivo será diferente a la del cultivo de referencia (ET_o) en la medida en que sus características de cobertura del suelo, propiedades de la vegetación y resistencia aerodinámica difieran de las correspondientes de la pradera. Los efectos de las características que distinguen al cultivo del pasto están incorporados en el coeficiente del cultivo (K_c), obteniéndose la evapotranspiración del cultivo según siguiente ecuación:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

ET_c: evapotranspiración del cultivo

K_c: coeficiente de cultivo

ET_o: evapotranspiración potencial o de referencia

El coeficiente de cultivo es básicamente el cociente entre la evapotranspiración del cultivo ET_c y la evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_o, representando el efecto integrado de cuatro características principales que diferencian a un cultivo en particular del cultivo de referencia. Las características mencionadas son las siguientes:

- **Altura del cultivo.** La altura del cultivo tiene influencia en el valor de la resistencia aerodinámica, *r_a*, de la ecuación de Penman-Monteith, así como en la transferencia turbulenta del vapor del agua desde el cultivo hacia la atmosfera.
- **Albedo (reluctancia) de la superficie del cultivo y suelo.** El valor del albedo está afectado por la porción del suelo cubierta por la vegetación, así como por la humedad presente en la superficie del suelo. El albedo de las superficies del cultivo y suelo afectan el valor de la radiación neta de la superficie, *R_n*, la cual constituye la fuente principal de energía para el proceso de evapotranspiración.
- **Resistencia del cultivo.** La resistencia del cultivo a la transferencia del vapor de agua es afectada por el área foliar (cantidad de estomas), edad y condición de la hoja, así como por el grado de control estomático. La resistencia de la vegetación tiene influencia en el valor de la resistencia de la superficie, *r_s*.

- Evaporación que ocurre en el suelo, especialmente en la parte expuesta del mismo. Los ciclos vegetativos están constituidos por cuatro etapas:
- Etapa inicial. Desde la plantación hasta que el árbol sombrea el 10% del suelo. $K_c = 0$
- Etapa de desarrollo. Desde que acaba etapa anterior hasta que sombrea el 70-80% de la superficie del suelo. $K_c = 0,5$
- Etapa de mediados de periodo. Desde el final de la etapa anterior hasta que comienza el envejecimiento del follaje del árbol o cosecha (etapa de máxima evapotranspiración). $K_c = 0,9$
- Etapa final. Desde el final de la etapa anterior hasta la caída de hojas del cultivo. $K_c = 0,65$

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, el siguiente método propone la utilización de los coeficientes de cultivo de una plantación adulta en los meses en los que el cerezo tiene hoja (Tabla 4), siguiendo la siguiente evolución (Figura 1):

MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
K_c	0	0	0,4	0,5	0,7	0,9	0,95	0,9	0,75	0,6	0	0

Tabla 4. Coeficiente de cultivo según su estado de desarrollo.
Fuente: FAO, 2003

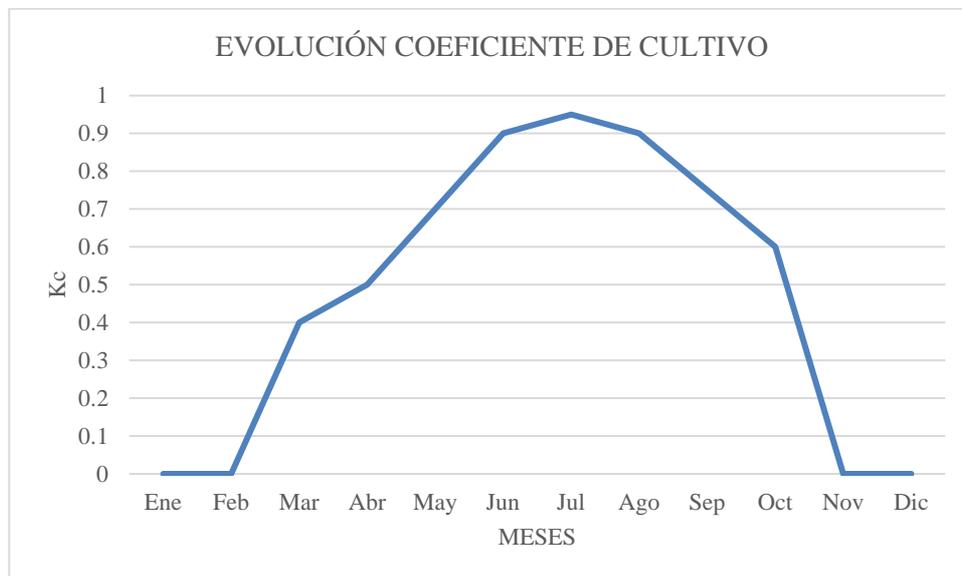


Figura 1. Representación de la variación del coeficiente de cultivo a lo largo del año.

Con este dato de K_c mensual y la evapotranspiración de referencia calculada por el método FAO Penman-Monteith, se puede calcular la evapotranspiración del cultivo (E_{Tc}), que se resume en la Tabla 5:

MESES	ET _o	K _c	ET _c
MARZO	71,31	0,40	28,52
ABRIL	92,64	0,50	46,32
MAYO	130,16	0,70	91,11
JUNIO	158,91	0,90	143,02
JULIO	181,27	0,95	172,21
AGOSTO	161,04	0,90	144,94
SEPTIEMBRE	106,03	0,75	79,52
OCTUBRE	61,67	0,60	37

Tabla 5. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.

3. BALANCE HÍDRICO

Se efectúa un balance hídrico para conocer las necesidades hídricas del cerezo y determinar si es necesario aportar agua en forma de riego.

Para poder determinar las necesidades hídricas, lo primero que se debe conocer es la precipitación efectiva, que es la fracción de lluvia total que es aprovechada por la planta, así como la evapotranspiración del cultivo (Tabla 5) y el agua fácilmente disponible.

- APORTES DE AGUA
 - ✓ Riego (R): principal aporte de agua, no toda el agua de lluvia penetra en el cultivo, una parte se pierde por evaporación.
 - ✓ Precipitación (PE)
- PÉRDIDAS DE AGUA
 - ✓ Evapotranspiración (ET): es la principal salida de agua y existen dos tipos: de referencia (ET_o) y del cultivo (ET_c)
 - ✓ Escorrentía (ESC)
 - ✓ Percolación profunda (PP) o lixiviación

Es importante intentar reducir tanto la evapotranspiración como la escorrentía, de manera que si se conocen esas variables, se puede saber R, es decir, el agua que se debe aportar a la plantación.

3.1. ESTADO DEL AGUA EN EL SUELO

Las características del suelo pueden cambiar el estado en que este se encuentre respecto a la cantidad de agua que disponga. Conociendo los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, así como la profundidad de suelo necesarios para un correcto desarrollo del cultivo y la densidad aparente del suelo, se puede hallar el agua disponible en una hectárea de suelo gracias a la siguiente fórmula:

$$\text{Agua disponible} = \frac{CC - PMP}{100} * (Da * \text{profundidad} * 10.000 \text{ m}^2)$$

Aplicando la fórmula según los datos del estudio edafológico, realizando una media de las tres muestras de suelo estudiadas:

dónde:

- Capacidad de campo (CC) = 15,94 %
- Punto de marchitez permanente (PMP) = 8,39 %
- Densidad aparente del suelo = 1,5
- Profundidad del suelo = 1,5 m

$$\text{Agua disponible} = \frac{15,94-8,39}{100} * (1,5 * 1,5 * 10000 \text{ m}^2) = 1.698,75 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que 1mm de altura de agua = 1L/m² = 10 m³/ha:

$$\text{Agua disponible} = 169,875 \text{ mm}$$

Por tanto, el agua disponible por hectárea será 169,875 mm.

3.2. AGUA FÁCILMENTE DISPONIBLE

Se puede definir como la fracción de agua que pueden aprovechar los cultivos sin que disminuya el rendimiento máximo. Se puede calcular con la siguiente formula:

$$\text{Agua fácilmente disponible} = \text{Reserva disponible} * \text{fracción de agotamiento}$$

donde la fracción de agotamiento (f) depende del cultivo, del suelo y del nivel de transpiración y por tanto es un valor que está tabulado. Para el cerezo se adopta una fracción de agotamiento (f) de 0,5. Por tanto, la reserva de agua fácilmente disponible por hectárea será de 84,94 mm.

3.3. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

La precipitación efectiva es la cantidad de agua de las precipitaciones que no se pierde por percolación profunda y escorrentías. En este caso se ha calculado con el software CROPWAT 8.0. Para el caso de estudio, empleando el método USDA S.C., los valores de precipitación efectiva (Pefec) son los siguientes:

Estación		Método Prec. Ef	
CALATAYUD		Método USDA S.C.	
	Precipit.	Prec. efec	
	mm	mm	
Enero	21.9	21.1	
Febrero	18.5	18.0	
Marzo	33.2	31.4	
Abril	47.8	44.1	
Mayo	43.5	40.5	
Junio	36.2	34.1	
Julio	30.6	29.1	
Agosto	19.7	19.1	
Septiembre	18.2	17.7	
Octubre	27.5	26.3	
Noviembre	39.5	37.0	
Diciembre	12.5	12.3	
Total	349.1	330.6	

Tabla 6. Datos de precipitación efectiva calculados por software CROPWAT.

3.4. BALANCE HÍDRICO ANUAL

A continuación, se procede a calcular el balance hídrico mes a mes, imprescindible para conocer en qué mes se inicia el riego y las dosis teóricas que se deben suministrar para que el cerezo tenga cubiertas sus necesidades hídricas. Para dicho cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Balance hídrico} = \text{Precipitación efectiva} - \text{Evapotranspiración del cultivo}$$

Como se muestra en la Tabla 7, en el mes de junio el balance comienza a ser negativo hasta el mes de octubre. Por lo tanto, en el período junio – octubre habrá que realizar aportaciones de agua al cultivo, ya que la precipitación efectiva no es suficiente para abastecer las necesidades totales del cultivo. Además, se observa que las máximas necesidades hídricas corresponden al mes de julio.

Datos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P efec	21,1	18	31,4	44,1	40,5	34,1	29,1	19,1	17,7	26,3	37	12,3
ETc	0	0	28,52	46,32	91,11	143,02	172,21	144,94	79,52	37	0	0
ETR	0	0	28,52	46,32	91,11	62,27	29,1	19,1	17,7	26,3	0	0
Reserva	70,4	85	85	82,78	32,17	0	0	0	0	0	37	49,3
Déficit	0	0	0	0	0	- 77,75	- 143,11	- 125,84	- 61,82	- 10,7	0	0
Exceso	0	3,4	2,88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Riego	0	0	0	0	0	77,75	143,11	125,84	61,82	10,7	0	0

Tabla 7. Cálculo de las cantidades mensuales de riego, en mm.

4. NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Es obligatoria la evaluación de las necesidades hídricas del cerezo en base a los parámetros climáticos y coeficientes de cultivo, por lo que se procede al cálculo de las necesidades hídricas para las 25,4 ha de cerezo citadas, teniendo en cuenta que se satisfacen en todos los casos mediante riego por goteo.

4.1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS

En el riego localizado por goteo, el cálculo de las necesidades netas es un valor muy importante, puesto que las reservas de agua en el suelo son muy limitadas y es necesario diseñar la instalación de riego para las máximas necesidades. Las necesidades netas de riego se calculan por la siguiente ecuación:

$$Nn = (ETc - Pefec) * K1 * Kc * Ka$$

dónde:

- Nn: necesidades netas de riego, expresadas en mm/día.
- ETc: evapotranspiración del cultivo, expresada en mm/día.
- Pefec: precipitación efectiva, expresada en mm.
- K1: coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.
- Kc: coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.
- Ka: coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

Previamente al cálculo de las necesidades netas de riego, es necesario establecer el valor de todos los coeficientes.

4.2. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LAS NECESIDADES NETAS EN RIEGO LOCALIZADO

En el sistema de riego localizado de alta frecuencia es necesario mantener el bulbo húmedo cerca de la capacidad de campo para que el árbol pueda absorber el agua con facilidad y garantizar unos correctos niveles de transpiración. Al no mojar todo el suelo, tenemos un suelo con un mayor incremento de temperaturas, por lo que la transpiración suele ser mayor que en otros sistemas de riego. Los coeficientes que vamos a utilizar para corregir el valor de las necesidades netas de riego son los siguientes:

4.2.1. COEFICIENTE CORRECTOR POR LOCALIZACIÓN (K1)

Este coeficiente se calcula a partir de la fracción de área sombreada (FAS) y se define como la fracción de la superficie de suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en solsticio de verano, respecto a la superficie total. Se calcula estableciendo un cociente entre la superficie que ocupa la copa del árbol entre el marco de plantación. De esta manera, en el caso más extremo, si

la superficie de la copa del árbol fuera igual que el marco de plantación, todo el suelo estaría sombreado, por lo que la FAS sería igual a la unidad.

En este caso se considera que el diámetro de la copa es de 2,5 m y que el marco de plantación es de (5 x 2,5) m.

Se calcula según la siguiente formula:

$$FAS = \frac{\text{Área sombreada}}{\text{Marco de plantación}} = \frac{\pi \cdot (1,25)^2}{5 \cdot 2,5} = 0,393$$

Después, se debe sustituir este valor FAS en cuatro formulas propuestas por distintos autores y se elige un valor medio, descartando los valores extremos:

- Ajiburi et al. $Kl = 1,34 \cdot FAS = 0,53$
- Decroix $Kl = 0,1 + FAS = 0,49$
- Hoare et al. $Kl = FAS + 0,5 \cdot (1 - FAS) = 0,7$
- Séller $Kl = FAS + 0,15 \cdot (1 - FAS) = 0,48$

El valor medio de los dos valores centrales corresponde a 0,485; que será el valor de Kl.

4.2.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN CLIMÁTICA (Kc)

Se trata de una corrección por variación climática, provocado por la variación climática de un año a otro. Aunque el riego localizado se caracteriza por una optimización en la utilización del agua para riego, es necesario aumentar estas necesidades entre un 10% - 20%.

Se tomará el valor de $Kc = 1,15$ ya que se trata de una zona en la que el mes de máxima necesidad de agua la $ET_o \leq 6,5$ mm/día.

4.2.3. COEFICIENTE DE ADVECCIÓN (Ka)

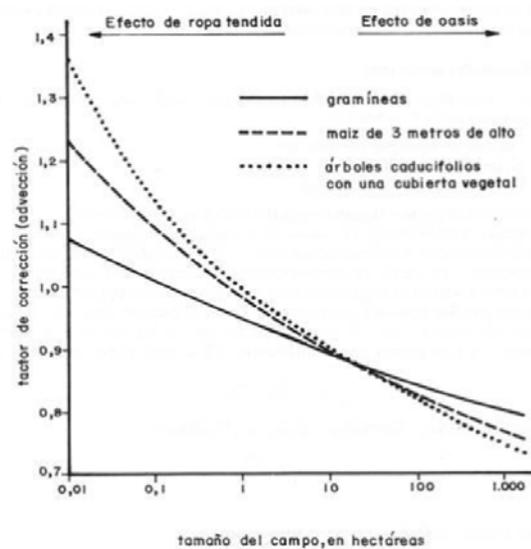


Figura 2. Valor de Ka en función de la superficie y el tipo de cultivo.

Fuente: Miguel Ángel Monge Redondo

Los efectos del movimiento de aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo, ya que depende del propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. En caso de parcelas pequeñas, el microclima del cultivo será muy distinto según esté rodeado de una masa verde o de un terreno sin cultivar, lo que origina un aire más caliente en el segundo caso. Por consiguiente, el coeficiente K_a viene determinado en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada.

Por tanto, en el caso de esta plantación, al tratarse de parcelas que se encuentren en campos de riego inferiores a 50 hectáreas y mayores de 10, se escoge un valor de $K_a = 0,98$

4.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS CORREGIDAS

Teniendo en cuenta los tres factores de corrección expuestos anteriormente:

- $K_l = 0,485$
- $K_c = 1,15$
- $K_a = 0,98$

se pueden corregir las necesidades netas como sigue:

$$N_n = (ET_c - P_{efec}) * K_l * K_c * K_a$$

En el mes más exigente para el cultivo, que es el mes de julio:

$$N_n = 143,11 * 0,485 * 1,15 * 0,98 = 78,22 \text{ mm/mes}$$

En la Tabla 8 se resumen las necesidades netas de riego que presenta el cerezo a lo largo del año:

MES	ETc - Pefec	Kl	Kc	Ka	Nn (mm/día)	Nn (mm/mes)
Junio	77,75	0,485	1,15	0,98	1,42	42,49
Julio	143,11	0,485	1,15	0,98	2,52	78,22
Agosto	125,84	0,485	1,15	0,98	2,22	68,78
Septiembre	61,82	0,485	1,15	0,98	1,12	33,79
Octubre	10,7	0,485	1,15	0,98	0,19	5,85
TOTAL						229,13

Tabla 8. Cálculo de las necesidades de riego en el cultivo de cerezo.

5. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Las necesidades totales de riego siempre son mayores que las necesidades netas, ya que es necesario aportar una cantidad extra de agua que compense pérdidas por otros factores. Las necesidades totales se calculan con la siguiente fórmula:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a * (1 - N_l) * 0,90}$$

dónde:

- N_t , necesidades totales, en mm/día (litros/m² y día)
- N_n , necesidades netas, en mm/día (litros/m² y día)
- E_a , eficiencia de aplicación, en decimal
- N_l , necesidades de lavado, en decimal

El factor 0,90 de la fórmula incluye la variabilidad en el tiempo de la uniformidad de emisión de los goteros. Esta uniformidad está relacionada con el mantenimiento de la instalación y la calidad del gotero. Si se tienen garantías suficientes de un manejo y mantenimiento adecuado de la instalación, puede suprimirse este factor en la fórmula o bien darle un valor de 0,95. En el caso de estudio se suprime, al igual que la fracción de lavado ya que en el caso estudiado no hay presencia de agua ni suelo salinos.

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

5.1. EFICIENCIA DE APLICACIÓN

La eficiencia de aplicación se relaciona con el porcentaje de agua que se pierde cuando se riega. Esta pérdida estimada es la suma del agua que se evapora, más la que es arrastrada por el viento (incide fuertemente cuando se riega por aspersión, pero no así en el riego localizado) y el agua que se infiltra en profundidad. Las mayores eficiencias corresponderán al riego localizado ya que es el tipo de riego que presenta menores pérdidas. La eficiencia puede relacionarse directamente con la textura del terreno y la forma en que circula el agua en el interior de este. Para el cálculo de la eficiencia de aplicación debemos considerar diversas pérdidas producidas.

A efectos de cálculo, se tomarán los siguientes valores de eficiencia para riego localizado, que se basan en la textura predominante del terreno donde crece el cultivo, considerando por otra parte un manejo adecuado del sistema.

VALORES DE EFICIENCIA DE APLICACIÓN		
Arena	Limo	Arcilla
0,85	0,9	0,95

Tabla 9. Valores de eficiencia de aplicación (E_a) para riego localizado según la textura del suelo.

Fuente: Miguel Ángel Monge Redondo

Al ser la textura del suelo de la plantación de estudio predominantemente franco – arenosa, es razonable tomar $E_a = 0,85$.

5.2. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES

Con los datos obtenidos y la fórmula de las necesidades totales anteriormente explicada, se obtienen unas necesidades totales de:

$$Nt = \frac{78,22}{0,85} = 92,02 \text{ mm/mes}$$

Estas necesidades corresponden al mes de julio, el mes que presenta mayor demanda hídrica por la mayor tasa de evapotranspiración. Las necesidades totales diarias serán:

$$Nt = \frac{92,02 \text{ mm/mes}}{31 \text{ días}} = 2,97 \text{ mm/día}$$

Las necesidades totales unitarias, es decir, la dosis por árbol se obtiene multiplicando por el marco de plantación, en este caso de 5 x 2,5:

$$Ntu = 2,97 * (5 * 2,5) = 37 \text{ L/árbol y día}$$

Las necesidades netas de riego para el mes de julio son de 37 L por árbol y día, y unas necesidades totales por hectárea de:

$$Nt = 37 \times 800 = 29700 \text{ L/ha y día} = 29,7 \text{ m}^3/\text{ha y día}$$

6. SUPERFICIE MOJADA POR EMISOR

Esta superficie se define como el área que resulta de proyectar el bulbo húmedo que produce ese emisor en el suelo. Se utiliza la superficie mojada debido a la dificultad que existe para medir el volumen de suelo a humedecer. Para su determinación, lo más correcto es disponer de pruebas de campo. Al no disponer de esta información, se recurre a estimaciones. En el caso de la plantación de estudio, para suelos en los que predomina la textura franco – arenosa, se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = (0,7 + 0,11 * q) * 0,96$$

- D: diámetro de la superficie horizontal mojada, en m.
- q: caudal aportado por el emisor, en l/h.

Cuanto menor sea el caudal emitido por el emisor, más económica será la instalación del sistema de riego, por lo que interesará instalar, en la medida de lo posible, aquellos emisores que emitan un menor caudal. En el mercado existen emisores de 2 l/h, 4 l/h, 8 l/h, etc.

En este caso, debido a que se trata de una plantación de alta densidad, donde se instala una línea de riego por fila de cultivo, se va a emplear el emisor de 4 l/h. Por las variaciones de cota en la parcela, se optará por el uso de goteros autocompensantes. Estos emisores adaptan el tamaño del

conducto dependiendo de la presión de entrada. Suelen tener una membrana flexible que se deforma bajo el efecto de la presión, regulando el caudal. La característica de la autocompensación tiene lugar entre unas determinadas presiones que debe indicar el fabricante.

Dónde, sustituyendo en la fórmula anterior:

$$D = (0,7 + 0,11 * 4) * 0,96 = 1,09 \text{ m}$$

Por lo tanto, la superficie mojada por cada emisor vendrá determinada según el área del círculo, que será:

$$Se = \pi * (D^2/4) = 0,94 \text{ m}^2$$

6.1. NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA

En este apartado, se desea conocer el número de emisores que se van a necesitar por árbol. Las distancias entre emisores más comunes en el mercado son de 0,30 – 0,40 – 0,50 – 0,60 – 0,75 – 1,00 y 1,25 m. Por este motivo, conociendo el marco de plantación, el número de goteros se deberá redondear a uno de estos valores.

En el caso de esta plantación, el espaciamiento entre emisores es 0,75 m y el número de emisiones por planta se calcula conociendo tres datos principales: el porcentaje de suelo mojado, la superficie que ocupa cada planta y la superficie mojada de un emisor. Debido a que el riego por goteo humedece únicamente una pequeña parte del suelo, para garantizar un riego adecuado, se aconseja que exista un porcentaje de solape entre bulbos mojados. En plantaciones de estas características, en las que predomina la textura franco - arenosa, se escoge un porcentaje de solape del 30%.

La distancia entre goteros, incorporado el solape entre bulbos, se calcula según la expresión:

$$De = r * (2 - \frac{S}{100}) = 0,545 * (2 - \frac{30}{100}) = 0,9265 \text{ m}$$

dónde:

- r: radio de la superficie horizontal mojada, en m.
- S: porcentaje de solape entre bulbos

Por tanto, el número de emisores por árbol:

$$ne = \frac{SP}{Dc} = \frac{2,5}{0,75} = 3,3 \text{ goteros/árbol}$$

dónde:

- SP: distancia entre árboles dentro de la línea
- Dc: espaciamiento entre emisores

Sustituyendo los datos calculados en la formula, da que cada planta necesita 3,3 emisores.

Con todo ello se expone que los goteros serán autocompensantes de 4 l/h con una separación entre emisores de 0,75 m.

6.2. FRECUENCIA Y DURACIÓN DEL RIEGO

La dosis de riego proporcionada a cada planta (D_r) se calcula como:

$$D_r = n_e * q_e * t_r * f_r$$

dónde:

- D_r = dosis de riego
- n_e = número de emisores que nutren la planta
- q_e = caudal de emisión
- t_r = duración de riego
- f_r = frecuencia de riego

Una vez determinados el número de emisores y fijado el caudal, quedan dos incógnitas pendientes de definirse en la ecuación anterior: por un lado, el tiempo de riego, y, por otro, la frecuencia de los riegos. En la práctica puede fijarse una de ellas para despejar la otra. Para ello puede recurrirse a algún criterio adicional que condicione el diseño, como por ejemplo alguno de los siguientes:

Capacidad de infiltración o conductividad hidráulica del terreno: conviene que la capacidad de infiltración de terreno no sea inferior al caudal proporcionado por el emisor para evitar encharcamientos. Esta limitación, una vez seleccionado el caudal del emisor, afectaría al tiempo de riego en la medida en la que podría imponer tiempos elevados si existen limitaciones en cuanto a la infiltración.

Capacidad del terreno para absorber el agua: es el reservorio de poros en los que el agua se encuentra a disposición de las plantas. Si el agua aportada excede de dicho volumen de almacenamiento el terreno se encharcará generando problemas sobre la plantación.

Profundidad de las raíces: este hecho condiciona en combinación con el anterior puesto que permitirá calcular la lámina de riego que puede aportarse a un determinado terreno en el que se ha implantado un cultivo.

Limitaciones temporales: en ocasiones la ejecución de los riegos está limitada a determinadas franjas horarias con lo que el tiempo de riego deberá ser tal que la duración del riego del conjunto de sectores proyectados no exceda del cómputo total de horas disponibles. Esta restricción es frecuente en riego de zonas verdes o entornos urbanos en los que tiende a regarse en horas de poca afluencia. Analizaremos esta limitación también en el apartado siguiente referido a la sectorización de la instalación.

Una vez establecido el tipo de goteros, se procede a calcular la frecuencia y duración de los riegos para garantizar las necesidades netas.

Las necesidades totales determinan el agua necesaria en el riego, la cual viene determinada por el caudal del emisor, el número de emisores y el tiempo de trabajo.

La duración del riego en horas se obtiene con la siguiente expresión:

$$T_r = \frac{Nt * I}{n_e * q} = \frac{37 * 1}{3,3 * 4} = 3,7 \text{ horas}$$

A continuación, se expone la Tabla 10, donde se calcula el tiempo de riego necesario para cubrir las necesidades del árbol, entre otras necesidades.

Cálculos	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Necesidades netas N_n (mm)	42,49	78,22	68,78	33,79	5,85
Aportes reales N_t (mm)	49,99	92,02	80,92	39,75	6,88
Aporte real (l/cerezo y mes)	624,85	1150,25	1011,47	496,91	86,03
Aporte real (l/ cerezo y día)	20,82	37	32,63	16,56	2,77
Aporte (m^3 / ha y mes)	499,88	920,2	809,18	397,53	68,82
Aporte (m^3 / ha y día)	16,67	29,68	26,10	13,25	2,22
Caudal de riego (mm/h)	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056
Tiempo de riego (h/mes)	90	114,7	99,2	49,8	8,37
Tiempo de riego (h/día)	3	3,7	3,2	1,66	0,27

Tabla 10. Cálculo del aporte y tiempo de duración del riego.

Para su cálculo:

- N_t : Cálculo de las necesidades de riego totales.
- Aporte real mes = $N_t \times$ Marco de plantación (5 x 2,5)
- Aporte real día = Aporte real mes / N° días de dicho mes
- Caudal de riego = (Caudal del emisor (4 l/h) * 4 emisores/árbol)/ Marco de plantación
- T_r diario = $\frac{N_t * I}{n_e * q}$
- T_r mensual = $\frac{N_t * I}{n_e * q} * N^\circ$ días de dicho mes

6.3. CÁLCULO DE NÚMERO DE SECTORES NECESARIO

Existen diferentes razones por las cuales no es eficiente regar de forma simultánea todo el cultivo: las hay de índole económico (coste de instalación o de operación), energético (potencia a disponer en los equipos de bombeo), hidráulico (equilibrios de presiones, dimensiones de las conducciones) o del cultivo (diferentes tipos de cultivo con necesidades distintas), etc. Pero además de las razones de índole técnicas o económicas, las hay de orden legal, en forma de reglamentos que limitan la duración de los riegos y con ello el número y características de los sectores.

En la mayoría de las ocasiones, el proceso de sectorización se realiza en varias etapas sucesivas y los condicionantes propios de cada proyecto imponen la solución, que en ocasiones será única, pero que a menudo será la óptima de entre un conjunto de alternativas posibles.

En riego por goteo a los bloques se les denominan unidades de riego. Las unidades pueden estar divididas en varias subunidades o superficies más pequeñas. Se suelen agrupar las subunidades que maniobran dentro de un mismo turno de riego. Dependiendo del diseño de la instalación de

riego, el control de la unidad puede hacerse sobre las subunidades en conjunto o bien cada subunidad puede controlarse de manera independiente.

Existen también consideraciones de diseño hidráulico que limitan también en gran medida la sectorización en forma de coeficientes de uniformidad, de equilibrio de caudales dentro de una instalación o de reparto de presiones de manera que el comportamiento hidráulico sea adecuado. En el caso de esta plantación, se debe comprobar la siguiente restricción para calcular el número de unidades de riego (Nur):

$$Nur = \frac{I \cdot 24}{Tr} = 6$$

dónde:

- Nur: número de unidades de riego
- I: el intervalo entre riegos
- Tr: tiempo de riego

La superficie de cada unidad de riego se deducirá como:

$$S \text{ unidad de riego} = S \text{ parcela} / Nur = 25,4 \text{ ha} / 6 = 4,23 \text{ ha}$$

En el supuesto de una línea de goteros por cada hilera de plantas, el caudal del sistema se obtendría como:

$$Q_t = [(S / Dc \cdot Dl) \cdot q] / 3.600$$

dónde

- Q_t : caudal total en litros/segundo
- S: superficie de la parcela, en m²
- Dc: distancia comercial entre goteros, en metros.
- Dl: distancia entre líneas de cultivo, en m
- q: caudal del emisor en l/h

$$Q_t = [(25400 / 0,75 \cdot 5) \cdot 4] / 3.600 = 7,52 \text{ l/s}$$

Por tanto, al disponer de una balsa de 4.000 m³ y cuatro pozos capaces de elevar un caudal de 5 l/s, no será limitante el caudal disponible.

Se opta por dividir la plantación en 10 unidades de riego (cumpliendo la restricción mínima de las 6 unidades de riego obtenidas con la fórmula, ya que estas abarcarían aproximadamente 4,23 ha/unidad de riego).

La Tabla 11 muestra el número de sectores en los que se divide esta plantación, las hectáreas ocupadas por cada sector (similares para cada uno de ellos) y las cotas sobre el nivel del mar. Como es lógico, los sectores que ocupan un volumen de hectáreas inferior, es decir, más pequeños, se hacen coincidir con las zonas más altas, ya que a la hora de bombear el agua es más económico.

Número de sectores	Hectáreas	Cotas snm
1	1,3	950 - 970
2	2,4	970 - 980
3	2,16	975 - 1000
4	3,14	950 - 975
5	2,35	955 - 975
6	2,5	970 - 990
7	2,18	990 - 1010
8	1,92	1010 - 1025
9	2	1000 - 1025
10	1,96	1025 - 1045

Tabla 11. Número de sectores, hectáreas ocupadas y cotas snm.

7. RESUMEN DEL DISEÑO AGRONÓMICO

La entrada del periodo vegetativo de las variedades de cerezo *Lapins* y *Sonata* coincide con el inicio de la primavera, cuando estos frutales finalizan su reposo y se inicia la brotación, alargándose hasta finales de verano o principios de otoño.

Según el balance hídrico realizado en este Anejo, es necesario regar de junio a octubre (presentando las máximas necesidades hídricas en el mes de julio) ya que la precipitación efectiva no es suficiente para abastecer las necesidades totales del cultivo.

En el caso de esta plantación, se recomienda sectorizar en 10 unidades de riego, ya que esto permite tener más opciones a la hora de regar, en función del desnivel existente y del tipo de suelo presente.

Las necesidades hídricas irán en función de la producción y tamaño del árbol, por lo que el primer año serán del 37,5% de las necesidades totales, el segundo del 50%, el tercero del 62,5% y a partir del cuarto año serán del 100%.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Monge Redondo MA. Diseño agronómico e hidráulico de riegos a presión. Española EA, editor 2018.

ANEJO 13:

*SITUACIÓN DE PARTIDA PARA EL
CÁLCULO DEL DISEÑO
HIDRÁULICO*

ÍNDICE DEL ANEJO 13

1. INTRODUCCIÓN
2. CONSIDERACIONES INICIALES
 - 2.1 POZOS
 - 2.2 OBRAS DE REGULACIÓN
 - 2.3 INFRAESTRUCTURAS, EDIFICACIONES, CAPTACIONES Y CORRIENTES DEL ENTORNO
3. OROGRAFÍA Y DATOS DE PARTIDA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 13

1. DETALLE DE UNO DE LOS POZOS DE LA PLANTACIÓN
2. LOCALIZACIÓN DE LA Balsa DE REGULACIÓN, LA CASETA DE RIEGO Y LOS POZOS
3. IZDA: VISTA PANORÁMICA DE LA Balsa DE REGULACIÓN. DCHA: DETALLE DE LA Balsa
4. IZDA: EDIFICACIÓN DE LA CASETA. DCHA: INTERIOR DE LA CASETA CON EQUIPAMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 13

1. DISEÑO DE LAS TUBERÍAS DE LLENADO DE LA Balsa DESDE LOS POZOS
2. UBICACIÓN DE LA Balsa DE REGULACIÓN Y LA CASETA DE RIEGO

1. INTRODUCCIÓN

Previamente al diseño de la instalación, se expone la situación de la que parte la plantación de estudio para hacer frente a dichos cálculos.

2. CONSIDERACIONES INICIALES

2.1. POZOS

El esquema de construcción de los cuatro pozos que abastecen la plantación consta de una tubería de impulsión en la que se localiza un contador volumétrico WOLTMANN WMAP para la medición del caudal a derivar. También dispone de una tubería piezométrica instalada, encargada de indicar el nivel de agua en cada momento. A continuación, aparece en la Figura 1, el estado actual de uno de los pozos.



Figura 1. Detalle de uno de los pozos de la plantación.

El factor limitante de la instalación siempre es el aporte de agua. Según el aforamiento de estos pozos, cada uno de estos aporta un caudal de $18\text{m}^3/\text{h}$, por lo que la finca tendrá una disponibilidad de $72\text{m}^3/\text{h}$ para ser regada. Además, cada una de las bombas sumergidas de estos pozos, tiene que ser capaz de suministrar como mínimo 8kg de presión para poder sacar el agua a la superficie, ya que se encuentran a una profundidad de 80m . El tramo de tubería que está dentro del pozo será de PVC junta elástica con DN:110; PN:10 atm, ya que en el fondo del pozo se necesita mayor presión para empujar el agua hacia arriba y que llegue a la superficie. Una vez en la superficie, la Tabla 1 detalla el cálculo para el diseño de las tuberías de llenado de la balsa de aprovechamiento desde los cuatro pozos. Dichas tuberías serán de PVC junta elástica con DN:110; PN:6 atm (se detallarán en el Documento de Planos):

TUBERÍAS DE LLENADO DE BALSA DESDE LOS POZOS

TRAMO	m Pe	Q.L.H	Q. acum	Mafer.	K	Q (l/sg)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/sg)	Nº Reynolds	K.D	f	F	Pc m/mtrs	P. Tramo
pozo 1			19000	pvc	0.007	5,00	309	110	e	103,552	0,553	45999,5538	0,00007	0,02100	0,02119	0,00367	1,136
pozo 2			19000	pvc	0.007	5,00	428,48	110	e	103,552	0,553	45999,5538	0,00007	0,02100	0,02119	0,00367	1,574
pozo 3			19000	pvc	0.007	5,00	401,7	110	e	103,552	0,553	45999,5538	0,00007	0,02100	0,02119	0,00367	1,475
pozo 4			19000	pvc	0.007	5,00	228,6	110	e	103,552	0,553	45999,5538	0,00007	0,02100	0,02119	0,00367	0,832

Tabla 1. Diseño de las tuberías de llenado de la balsa desde los pozos.

2.2. OBRAS DE REGULACIÓN

Es preciso indicar que el aprovechamiento tiene una balsa de regulación impermeabilizada, con una altura máxima de taludes de 4 m y con capacidad para almacenar 4.000 m³, llenada mediante los cuatro pozos, lo que asegura un suministro continuo y elimina posibles restricciones asociadas al gasto de agua.

Las medidas de la balsa son de 25x30 m y la altura de coronación máxima es de 4,5 m.

Su cota, obtenida del MDT 5x5 del IGN y coordenadas UTM (Datum ETRS 89) del huso 30 son las indicadas en la Tabla 2 junto con el polígono y parcela en el que se encuentra según el catastro.

	Y	Z	POLÍGONO	PARCELA	MUNICIPIO
BALSA	613354	4559800	965	11	83 y 85
CASETA	613405	4559909	958	11	81
					50075A01100083
					50075A01100085
					50075A01100081

Tabla 2. Ubicación de la balsa de regulación y la caseta de riego.

En la Figura 2 se señala la localización de la balsa de regulación, la caseta de riego y 3 de los pozos sobre una captura aérea. Además, en color rojo se señalan también las parcelas a regar.



Figura 2. Localización de la balsa de regulación, la caseta de riego y los pozos.

A continuación, en la Figura 3 se muestra una vista panorámica de la balsa de regulación:



Figura 3. Izda: vista panorámica de la balsa de regulación. Dcha: detalle de la balsa.

La finca ya dispone de una caseta de riego (Figura 4) construida en la parcela 81 del polígono 11 que hace las funciones de almacén y estación de bombeo, desde donde se distribuirá el agua de riego al sistema de microaspersión. Se encuentra ubicada a 100 m al norte de la balsa de regulación y está construida en chapa sobre una losa de hormigón con unas dimensiones de 10 x 4 m de planta y una altura de 3,5 m en el lado S y 3 m en el lado N pintada de color rojo teja. Dentro de esta caseta se alojará la bomba, el ciclón para la eliminación de finos del agua de riego, el cuadro eléctrico, el grupo electrógeno y el depósito de combustible, calculados a continuación en el Anejo 14.

Posteriormente la fertilización se centra en un plan de fertirrigación mineral, haciendo uso de tres depósitos de 1000 l cada uno incorporados con un agitador para facilitar su dosificación.



Figura 4. Izda: edificación de la caseta. Dcha: interior de la caseta con equipamiento.

2.3. INFRAESTRUCTURAS, EDIFICACIONES, CAPTACIONES Y CORRIENTES DEL ENTORNO

Las corrientes naturales (ya que no existen corrientes artificiales u otro tipo de instalaciones) más cercanas, aunque con caudales muy ocasionales, son el Barranco de Sacejo, que pasa junto al pozo 1 y el Barranco de La Nevera justo al lado del pozo 2.

La infraestructura más cercana es la balsa de aprovechamiento que se encuentra a 250, 400, 300 y 228 m de los pozos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

La captación más cercana es la toma del aprovechamiento que se encuentra a 510 m al noroeste del pozo 4.

El camino de La Loma, por el que se accede a la finca, se encuentra justo al lado del pozo número 4.

La edificación más cercana es la caseta de riego que se encuentra a 120 m al suroeste del pozo 4.

2.4. OROGRAFÍA Y DATOS DE PARTIDA

La orografía de la finca, con cierto desnivel, hace que se requiera de la utilización de diversos tamaños de tuberías terciarias y laterales.

Para el cálculo se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- La finca se compone de 10 unidades de riego, con diferentes tramos cada uno. Además, cuenta con una electroválvula independiente para cada zona, con lo que en total se dispondrá de 10 electroválvulas.
- El marco de plantación es de 5 x 2,5 m.
- El número de cerezos por hectárea es 800.
- Se instalará un lateral de riego por cada fila de árboles, con una separación entre emisores de 0,75 m, lo que equivale a 4 emisores/árbol.
- El tiempo de riego disponible para cada sector es de 3,7 h, considerando la situación más desfavorable (es decir, para los máximos requerimientos hídricos, calculados en el Anejo de Diseño Agronómico).
- Las tuberías se calcularán teniendo en cuenta la velocidad del agua, no debiendo ser este parámetro superior a 1,5 m/s en ningún caso.

ANEJO 14:
DISEÑO HIDRÁULICO

ÍNDICE DEL ANEJO 14

1. INTRODUCCIÓN
2. INSTALACIÓN
 - 2.1 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN
3. DIMENSIONAMIENTO DE LATERALES Y TERCIARIAS
 - 3.1 SECTOR 1
 - 3.2 SECTOR 2
 - 3.3 SECTOR 3
 - 3.4 SECTOR 4
 - 3.5 SECTOR 5
 - 3.6 SECTOR 6
 - 3.7 SECTOR 7
 - 3.8 SECTOR 8
 - 3.9 SECTOR 9
 - 3.10 SECTOR 10
4. PROGRAMACIÓN DE RIEGO
5. CÁLCULO DE LA TUBERÍA GENERAL DE IMPULSIÓN DESDE EL CABEZAL DE RIEGO HASTA LOS HIDRANTES
6. CÁLCULO DE LA TUBERÍA GENERAL DE ASPIRACIÓN Balsa – Caseta
7. CABEZAL DE RIEGO
 - 7.1 GRUPO ELECTRÓGENO
 - 7.2 SISTEMA DE FILTRADO
 - 7.2 EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN
 - 7.3 VÁLVULAS DE MANEJO
 - 7.4 VÁLVULAS DE LAVADO
 - 7.5 ELEMENTOS DE MEDIDA
 - 7.5.1 MANÓMETRO
 - 7.5.2 CONTADOR
 - 7.5.3 PROGRAMADOR DE RIEGO
 - 7.5.4 ELEMENTOS SINGULARES
8. RESUMEN DEL DIMENSIONADO DE LA RED HIDRÁULICA
9. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO 14

1. DISEÑO DE LA BOMBA CENTRÍFUGA MONOBLOC IR40-315B
2. DISEÑO DEL VARIADOR DE VELOCIDAD TRIFÁSICO VR1B-21*
3. DISEÑO DEL PILOTO REGULADOR DE PRESIÓN 31-10R DE 3 VÍAS
4. DISEÑO DEL GRUPO ELECTRÓGENO D71: DEUTZ BF4M2012C
5. DISEÑO DEL FILTRO HIDRÁULICO VERTICAL DE MALLA AF-204S
6. DISEÑO DE LA VÁLVULA DE MANEJO VICTAULIC
7. DISEÑO DEL SOLENOIDE AQUATIVE AC/DC
8. DISEÑO DEL PROGRAMADOR DE RIEGO AGRÓNIC 4000

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 14

1. SECTORIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN
2. LÍNEA DE RIEGO POR GOTEO PC
3. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 1
4. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 2
5. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 3
6. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 4
7. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 5
8. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 6
9. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 7
10. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 8
11. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 9
12. DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SECTOR 10
13. PROGRAMACIÓN DE RIEGO
14. DISEÑO DE LA TUBERÍA GENERAL DE IMPULSIÓN DESDE EL CABEZAL DE RIEGO HASTA LOS HIDRANTES
15. DISEÑO DE LA TUBERÍA GENERAL DE ASPIRACIÓN Balsa – Caseta
16. DIMENSIONADO DE LATERALES, TUBERÍAS TERCIARIAS Y DE DISTRIBUCIÓN PARA CADA SECTOR

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de optimizar el uso del agua se ha buscado plantear un sistema de riego con la mayor eficiencia posible, habiéndose seleccionado el riego localizado por goteo. Para dimensionar el sistema de tuberías a emplear en el riego localizado, se parte de los datos obtenidos en los Anejos: Diseño Agronómico (12) y Situación de partida para el cálculo del diseño hidráulico (13), junto con el mapa de curvas de nivel.

En este Anejo se van a seleccionar los diámetros y trimbrajes de la red de tuberías, ya sean laterales, tuberías terciarias, tuberías secundarias o de distribución.

Una vez dimensionada la red de distribución, se procederá al cálculo del diámetro de la tubería necesaria para transportar el agua almacenada en la balsa de riego hasta los filtros, y las características que tendrán que tener dichos filtros para lograr un correcto funcionamiento del sistema de riego localizado de alta frecuencia.

2. INSTALACIÓN

En el diseño hidráulico se determina en primer lugar la unidad de riego, donde se tiene en cuenta la tolerancia de presiones y caudales, pérdidas de carga, longitudes y diámetros de tuberías laterales y terciarias, como luego se verá.

Posteriormente se determina el trazado de la red, válvulas y accesorios, y, por último, la composición del cabezal de riego. En general se diseñará de tal manera que no se concentren los caudales durante las operaciones de riego en una zona determinada de la finca con la finalidad de emplear menores diámetros de tuberías.

Distinguiremos entre tuberías laterales (aquellas que portan los emisores de riego o goteros) y tuberías terciarias (que distribuyen el caudal a las tuberías laterales); las tuberías laterales se conectan a las terciarias formando las unidades de riego. Tendremos también las tuberías secundarias o de distribución en parcela, que suministran caudal a las tuberías terciarias, y, por último, las tuberías principales que conectan la toma de caudal con las distintas tuberías secundarias.

En el cabezal de riego se sitúa la toma de agua, el equipo de bombeo, el equipo de filtrado y el dispositivo de fertirriego. En la entrada a las unidades de riego se encuentra la válvula o la electroválvula y en cada unidad puede instalarse, si se necesita, un regulador de presión, que puede ir combinado en la válvula (válvula reductora de presión).

2.1. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Se deben definir los elementos que componen la instalación de riego, que son:

- Cabezal de riego: Es el conjunto de sistemas que permiten que el agua llegue a los emisores de riego en las condiciones que se requieren. En el cabezal de riego se incluyen: equipo de bombeo, equipo de filtrado, equipo de inyección de fertilizantes y equipo de control.
- Emisores: son los elementos que aplican el agua. Es preciso evitar las obturaciones de los mismos.
- Tubería secundaria: su misión es suministrar el caudal a las tuberías terciarias. El material utilizado será el PVC (policloruro de vinilo).
- Porta ramal o terciaria: es la tubería que alimenta a los laterales. Al principio de esta se coloca una válvula de control automático que da lugar a una subunidad de riego.
- Ramal o portaemisores: también conocido como lateral, son tubería de último orden a las que se van acoplado los goteros. El material utilizado será el PE (polietileno).
- Válvulas de manejo: especialmente diseñadas y construidas para funciones de regulación hasta altas presiones.

3. DIMENSIONAMIENTO DE LATERALES Y TERCIARIAS

La finca se ha agrupado en sectores compuestos por un número de hectáreas similares, buscando la facilidad a la hora de realizar el diseño hidráulico, de forma que sea lo más económico posible y se facilite el manejo de la plantación.

Es una finca con bastante desnivel, ya que existe una diferencia de casi 100 m desde el punto más alto al más bajo, lo que influye en el cálculo de los diámetros de las tuberías y en el dimensionamiento de la bomba, debido a que esta se dimensiona en función de la suma de la presión de trabajo, el desnivel existente y la pérdida de carga dentro de las tuberías.

El dimensionamiento de los laterales y las tuberías terciarias de cada sector se realizará siempre para la situación más desfavorable. Dicho dimensionamiento conservador del sistema de riego debería garantizar un correcto funcionamiento.

A continuación, la Tabla 1 muestra el número de sectores en los que se ha dividido la plantación, los metros de manguera que se utilizan en cada sector, las hectáreas ocupadas por cada uno de ellos, el caudal, la cota snm y las horas de riego.

Nº SECTOR	M. LIN. PE DN20 0,75cm*4L/h	HECTÁREAS	CAUDAL (m³/h)	COTAS SNM	TOTAL m³ / día (4 L/m² y día)	HORAS DE RIEGO
1	2730	1,3	14,6	950-970	52	3,56
2	4786	2,4	25,6	970-980	96	3,75
3	4344	2,16	23,2	975-1000	86,4	3,72
4	6402	3,14	34,2	950-975	125,6	3,67
5	4769	2,35	25,5	955-975	94	3,69
6	5008	2,5	26,8	970-990	100	3,73
7	4450	2,18	23,8	990-1010	87,2	3,66
8	3830	1,92	20,5	1010-1025	76,8	3,75
9	3994	2	21,4	1000-1025	80	3,74
10	3911	1,96	20,9	1025-1045	78,4	3,75

Tabla 1. Sectorización de la plantación.



Línea NaanPC 20 - 3.8 (naranja)

Longitud del lateral (m)	Espaciamiento entre goteros (cm)					
	30	40	50	60	75	100
20	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
40	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1
60	3.3	1.6	0.9	0.6	0.4	0.2
80	7.4	3.6	2.1	1.4	0.8	0.4
100	14.2	6.9	4.0	2.6	1.6	0.8
120	24.1	11.6	6.8	4.5	2.6	1.4
140		18.2	10.6	6.9	4.1	2.2
160			15.5	10.1	6.0	3.2
180				14.2	8.4	4.5
200				19.2	11.4	6.0
220					15.1	7.9
240					19.2	10.2
260						12.8
280						15.8
300						19.2

Tabla 2. Línea de riego por goteo PC.

En relación con la longitud del lateral (m), el caudal del gotero (l/h) y el espaciamiento entre emisores (cm), se obtiene la pérdida de presión (m) del lateral de riego, eligiendo para las líneas de riego por goteo en este caso concreto, la manguera de PE NaanPC de DN: 20; espesor 1,2 mm; PN 0.5-3,5 bar; caudal 3,8 l/h, según la Tabla 2. Por tanto, se llega a una pérdida de carga de 2,6

m para los laterales de riego de esta finca, ya que el lateral máximo se encuentra en el sector 1 (217,92 m). El agua se alimenta desde el centro del lateral, no desde un extremo (con lo que la longitud a efectos de pérdidas de carga de cada lateral realmente es la mitad).

Antes de comenzar los cálculos, que se efectuarán con las fórmulas extraídas de una hoja Excel de una empresa de riego, se considera una presión de trabajo nominal de 20 m.c.a, ya que para que se diseñe de manera correcta el riego, la presión de funcionamiento debe oscilar entre 1 y 3 kg/cm².

3.1. SECTOR 1

En el sector uno partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 217,92 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 110 m de longitud.

SECTOR 1		manq. GOT 0,75m ² 4l/h		MARCO DE PLANTACIÓN: 5*2,5 CEREZA														
TRAMO	m Pe	Q L/H	Q acum	Mater	K	Q (l/s)	Long PVC	Ø Nomin	Atm.	Ø interior	V (m/s)	Nº Reynolds	K/D	f	F	Pc (m/m)	P T (ramo)	
1ª TRAMO	217,92	1182	1182	pvc	0,007	0,32	5	83	8	59,330	0,117	5887,3095	0,00012	0,03071	0,03031	0,00043	0,002	
2ª TRAMO	213,78	1140	2322	pvc	0,007	0,64	5	83	8	59,330	0,231	11800,5734	0,00012	0,03031	0,03025	0,00139	0,007	
3ª TRAMO	210,92	1125	3427	pvc	0,007	0,95	5	83	8	59,330	0,344	16470,4574	0,00012	0,02735	0,02739	0,00279	0,014	
4ª TRAMO	208,13	1110	4537	pvc	0,007	1,21	5	83	8	59,330	0,458	21812,8071	0,00012	0,02554	0,02542	0,00448	0,023	
5ª TRAMO	206,91	1104	5641	pvc	0,007	1,57	5	83	8	59,330	0,597	27917,8767	0,00012	0,02427	0,02436	0,00573	0,034	
6ª TRAMO	205,88	1098	6739	pvc	0,007	1,87	5	83	8	59,330	0,677	32891,5376	0,00012	0,02330	0,02341	0,00623	0,046	
7ª TRAMO	203,45	1085	7824	pvc	0,007	2,47	5	83	8	59,330	0,786	37912,8944	0,00012	0,02255	0,02255	0,00724	0,059	
8ª TRAMO	190,41	1016	8839	pvc	0,007	2,46	55	83	8	59,330	0,888	4264,9122	0,00012	0,02193	0,02206	0,01467	0,823	
9ª TRAMO	204,65	1031	9871	pvc	0,007	2,70	5	83	8	59,330	0,938	47742,0035	0,00012	0,02142	0,02153	0,01843	0,832	
10ª TRAMO	183,15	977	10808	pvc	0,007	3,03	5	83	8	59,330	1,035	52437,9114	0,00012	0,02101	0,02111	0,02181	0,109	
11ª TRAMO	168,42	938	11806	pvc	0,007	3,28	5	83	8	59,330	1,105	56751,1105	0,00012	0,02067	0,02077	0,02213	0,120	
12ª TRAMO	150,08	869	12806	pvc	0,007	3,59	5	83	8	59,330	1,217	60804,0331	0,00012	0,02040	0,02050	0,02228	0,141	
13ª TRAMO	33,85	891	891	pvc	0,007	0,65	5	83	8	59,330	0,098	817,8932	0,00012	0,02027	0,01982	0,00002	0,000	
14ª TRAMO	53,1	283	464	pvc	0,007	0,83	5	83	8	59,330	0,067	2225,3648	0,00012	0,01623	0,01679	0,00009	0,000	
15ª TRAMO	66,43	354	818	pvc	0,007	0,23	5	83	8	59,330	0,082	3332,9670	0,00012	0,01685	0,01682	0,00023	0,001	
16ª TRAMO	100,42	536	1354	pvc	0,007	0,38	75	83	8	59,330	0,136	6920,2058	0,00012	0,01612	0,01611	0,00055	0,042	
17ª TRAMO	113,14	603	1957	pvc	0,007	0,54	5	83	8	59,330	0,197	9408,9582	0,00012	0,01567	0,01565	0,00105	0,095	
GENERAL A+B			14683	pvc	0,007	4,05	3	75	8	70,631	1,032	58890,2520	0,00010	0,02044	0,02055	0,01982	0,047	
2730P4																		
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCARIA:																		1,525

Tabla 3. Diseño de tuberías del sector 1.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 1 está dividido en dos tramos y, según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 3), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm.

3.2. SECTOR 2

En el sector dos partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 119,26 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 185 m de longitud.

SECTOR 2		mang. GOT. 0,75m * 4L/h				MARCO DE PLANTACIÓN: 5'2,5 CEREZA											
TRAMO	m Pe	Q L/h	G scum	Mare	K	Q (mag)	Long PVC	Ø Nominal	Atm.	Ø Interior	V (mag)	Nº Reynolds	Kf0	f	F	Pc mínima	P. Tramo
1ª TRAMO	9,10	49	49	0%	0,007	0,01	0	93	A	59,330	0,005	236,6270	0,00012	0,13179	0,10952	0,00000	0,000
2ª TRAMO	33,22	177	226	0%	0,007	0,06	5	85	A	59,330	0,023	1067,3713	0,00012	0,06415	0,06014	0,00003	0,000
3ª TRAMO	59,04	315	541	0%	0,007	0,15	10	83	A	59,330	0,054	2801,1276	0,00012	0,04671	0,04536	0,00012	0,003
4ª TRAMO	86,89	483	1004	0%	0,007	0,28	5	85	A	59,330	0,101	4628,4640	0,00012	0,03365	0,03762	0,00033	0,002
5ª TRAMO	100,13	534	1538	0%	0,007	0,43	5	83	A	59,330	0,155	7398,2274	0,00012	0,03365	0,03362	0,00069	0,003
6ª TRAMO	103,5	552	2091	0%	0,007	0,59	5	85	A	59,330	0,210	10049,9180	0,00012	0,03110	0,03101	0,00118	0,006
7ª TRAMO	106,16	566	2657	0%	0,007	0,74	5	83	A	59,330	0,267	12771,8056	0,00012	0,02919	0,02917	0,00179	0,009
8ª TRAMO	108,81	580	3237	0%	0,007	0,90	5	85	A	59,330	0,325	15561,6369	0,00012	0,02775	0,02776	0,00253	0,013
9ª TRAMO	111,58	595	3832	0%	0,007	1,09	5	83	A	59,330	0,385	18422,4957	0,00012	0,02691	0,02696	0,00360	0,017
10ª TRAMO	114,5	611	4443	0%	0,007	1,23	5	85	A	59,330	0,446	21358,2187	0,00012	0,02597	0,02575	0,00441	0,022
11ª TRAMO	117,36	628	5069	0%	0,007	1,41	5	83	A	59,330	0,509	24367,2708	0,00012	0,02488	0,02497	0,00557	0,028
12ª TRAMO	118,86	634	5703	0%	0,007	1,58	5	85	A	59,330	0,573	27414,7621	0,00012	0,02421	0,02430	0,00686	0,034
13ª TRAMO	96,68	526	8229	0%	0,007	1,73	5	83	A	59,330	0,628	29944,8883	0,00012	0,02372	0,02382	0,00802	0,040
14ª TRAMO	100,74	537	8786	0%	0,007	1,86	5	85	A	59,330	0,680	32827,8118	0,00012	0,02328	0,02339	0,00926	0,046
15ª TRAMO	102,6	548	9314	0%	0,007	2,03	5	83	A	59,330	0,735	35193,5527	0,00012	0,02288	0,02289	0,01068	0,053
16ª TRAMO	105,32	562	9876	0%	0,007	2,19	5	85	A	59,330	0,791	37881,3052	0,00012	0,02251	0,02262	0,01216	0,061
17ª TRAMO	106,09	578	10453	0%	0,007	2,35	5	83	A	59,330	0,848	40635,2790	0,00012	0,02217	0,02228	0,01362	0,069
18ª TRAMO	111,32	634	10466	0%	0,007	2,51	5	85	A	59,330	0,909	43498,4685	0,00012	0,02185	0,02196	0,01500	0,076
19ª TRAMO	114,26	639	10956	0%	0,007	2,68	5	83	A	59,330	0,970	46419,0361	0,00012	0,02155	0,02165	0,01753	0,088
20ª TRAMO	117,11	645	11280	0%	0,007	2,86	5	85	A	59,330	1,033	49421,6803	0,00012	0,02127	0,02137	0,01981	0,098
21ª TRAMO	118,74	633	11914	0%	0,007	3,03	5	83	A	59,330	1,097	52498,1149	0,00012	0,02101	0,02111	0,02183	0,109
22ª TRAMO	119,26	636	11590	0%	0,007	3,21	5	85	A	59,330	1,160	55523,8620	0,00012	0,02076	0,02086	0,02416	0,121
23ª TRAMO	117,91	623	12179	0%	0,007	3,38	5	83	A	59,330	1,224	58547,0368	0,00012	0,02054	0,02064	0,02659	0,133
24ª TRAMO	114,42	610	12789	0%	0,007	3,55	5	85	A	59,330	1,285	61480,7077	0,00012	0,02034	0,02044	0,02902	0,145
25ª TRAMO	111,06	592	13381	0%	0,007	3,72	5	75	A	70,651	0,949	54035,7140	0,00010	0,02080	0,02091	0,01960	0,068
26ª TRAMO	106,53	579	13980	0%	0,007	3,86	5	75	A	70,651	0,990	56373,1444	0,00010	0,02062	0,02073	0,01667	0,073
27ª TRAMO	106,01	565	14525	0%	0,007	4,03	5	75	B	70,651	1,030	58956,3011	0,00010	0,02045	0,02056	0,01575	0,079
28ª TRAMO	103,49	552	15077	0%	0,007	4,19	5	75	B	70,651	1,069	60885,1641	0,00010	0,02030	0,02041	0,01684	0,084
29ª TRAMO	100,97	538	15916	0%	0,007	4,34	5	75	B	70,651	1,107	63059,7934	0,00010	0,02015	0,02026	0,01794	0,090
30ª TRAMO	98,44	525	16141	0%	0,007	4,46	5	75	B	70,651	1,144	65179,9157	0,00010	0,02002	0,02013	0,01904	0,095
31ª TRAMO	95,92	512	16652	0%	0,007	4,63	5	75	B	70,651	1,181	67245,7902	0,00010	0,01989	0,02000	0,02013	0,101
32ª TRAMO	94,54	504	17157	0%	0,007	4,77	5	75	B	70,651	1,218	69281,6685	0,00010	0,01979	0,01986	0,02125	0,106
1ª TRAMO	10,61	57	57	0%	0,007	0,02	5	85	B	59,330	0,006	272,0351	0,00012	0,12187	0,10952	0,00000	0,000
2ª TRAMO	12,66	68	124	0%	0,007	0,03	5	83	B	59,330	0,012	536,6312	0,00012	0,06267	0,07437	0,00001	0,000
3ª TRAMO	15,31	82	208	0%	0,007	0,06	5	85	B	59,330	0,021	989,1720	0,00012	0,06682	0,06213	0,00002	0,000
4ª TRAMO	21,03	112	318	0%	0,007	0,09	10	83	B	59,330	0,032	1528,3708	0,00012	0,05933	0,05369	0,00005	0,003
5ª TRAMO	40,74	217	595	0%	0,007	0,16	5	85	B	59,330	0,054	2572,9241	0,00012	0,04688	0,04553	0,00011	0,001
6ª TRAMO	101,9	543	1079	0%	0,007	0,30	5	83	B	59,330	0,108	5185,9885	0,00012	0,03754	0,03707	0,00037	0,002
7ª TRAMO	101,35	541	1619	0%	0,007	0,45	5	85	B	59,330	0,163	7784,1531	0,00012	0,03307	0,03317	0,00075	0,004
8ª TRAMO	100,8	538	2157	0%	0,007	0,60	5	83	B	59,330	0,217	10368,8150	0,00012	0,03064	0,03076	0,00124	0,006
9ª TRAMO	100,25	535	2691	0%	0,007	0,75	5	85	B	59,330	0,270	12838,9752	0,00012	0,02909	0,02906	0,00183	0,009
10ª TRAMO	99,7	532	3223	0%	0,007	0,90	5	83	B	59,330	0,324	15485,2336	0,00012	0,02778	0,02781	0,00251	0,013
11ª TRAMO	99,15	529	3762	0%	0,007	1,04	5	85	B	59,330	0,377	18337,3903	0,00012	0,02675	0,02680	0,00328	0,016
12ª TRAMO	98,59	526	4278	0%	0,007	1,19	5	83	B	59,330	0,430	20995,1889	0,00012	0,02591	0,02598	0,00413	0,021
13ª TRAMO	98,04	523	4801	0%	0,007	1,33	5	85	B	59,330	0,482	23078,8958	0,00012	0,02520	0,02526	0,00506	0,025
14ª TRAMO	97,49	520	5321	0%	0,007	1,48	5	83	B	59,330	0,535	25678,4809	0,00012	0,02460	0,02469	0,00607	0,030
15ª TRAMO	97,1	518	5839	0%	0,007	1,62	5	85	B	59,330	0,587	28608,0787	0,00012	0,02408	0,02417	0,00715	0,036
16ª TRAMO	95,9	511	6350	0%	0,007	1,76	5	83	B	59,330	0,638	30626,8050	0,00012	0,02362	0,02372	0,00830	0,042
17ª TRAMO	95,38	509	6899	0%	0,007	1,91	5	85	B	59,330	0,689	32972,4008	0,00012	0,02321	0,02332	0,00952	0,048
18ª TRAMO	94,98	507	7385	0%	0,007	2,05	5	83	B	59,330	0,740	35407,6408	0,00012	0,02285	0,02295	0,01081	0,054
19ª TRAMO	94,59	504	7870	0%	0,007	2,19	5	85	B	59,330	0,791	37832,8614	0,00012	0,02252	0,02262	0,01216	0,061
20ª TRAMO	94,19	502	8372	0%	0,007	2,33	5	83	B	59,330	0,841	40247,8691	0,00012	0,02222	0,02232	0,01358	0,068
GENERAL A+E			25529	0%	0,007	7,09	5	75	B	70,651	1,810	103050,0590	0,00010	0,01833	0,01841	0,04356	0,218
4786,01																	2,883
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCIARIA:																	

Tabla 4. Diseño de tuberías del sector 2.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 2 está dividido en dos tramos y según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 4), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera

tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. En el primer tramo de este sector (en 40 m), también será necesario colocar una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN: 6 atm, debido a que el diámetro interno mínimo requerido es 70,63 mm.

3.3. SECTOR 3

En el sector tres partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 169,52 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 150 m de longitud.

SECTOR 3 mang. GOT. 0,75m * 4L/h MARGO DE PLANTACIÓN: 5*2,5 CEREZA

TRAMO	m Pe	Q L/h	Q acum.	Mate	K	Q (laj)	Long PVC	# Homis.	Atm.	Ø interior	V (mag)	Nº Registros	KD	f	E	Pc mínima	P. Tramo
1ºA TRAMO	27,02	144	144	pvc	0,007	0,04	80	0,0	6	50,330	0,014	682,7754	0,00012	0,07731	0,07044	0,00001	0,000
2º TRAMO	97,88	322	886	pvc	0,007	0,19	5	85	6	50,330	0,067	3202,3759	0,00012	0,04362	0,04262	0,00016	0,001
3º TRAMO	96,89	527	1184	pvc	0,007	0,33	3	83	6	50,330	0,120	5737,8664	0,00012	0,03643	0,03604	0,00045	0,002
4º TRAMO	100,38	535	1729	pvc	0,007	0,46	5	80	6	50,330	0,174	8311,5577	0,00012	0,03276	0,03259	0,00085	0,004
5º TRAMO	109,6	535	2313	pvc	0,007	0,64	5	83	6	50,330	0,232	11121,8472	0,00012	0,03027	0,03021	0,00140	0,007
6º TRAMO	120,34	642	2955	pvc	0,007	0,92	5	85	6	50,330	0,287	14207,1090	0,00012	0,02840	0,02841	0,00215	0,011
7º TRAMO	122,91	656	3611	pvc	0,007	1,00	3	85	6	50,330	0,363	17358,4593	0,00012	0,02700	0,02705	0,00336	0,015
8º TRAMO	130,84	698	4309	pvc	0,007	1,20	5	83	6	50,330	0,433	20715,8628	0,00012	0,02586	0,02593	0,00418	0,021
9º TRAMO	139	741	5050	pvc	0,007	1,40	5	81	6	50,330	0,507	24279,5837	0,00012	0,02490	0,02493	0,00553	0,028
10º TRAMO	144,91	775	5623	pvc	0,007	1,62	5	85	6	50,330	0,585	27995,0041	0,00012	0,02409	0,02419	0,00712	0,036
11º TRAMO	150,62	803	6227	pvc	0,007	1,84	3	83	6	50,330	0,669	31856,8290	0,00012	0,02336	0,02349	0,00936	0,045
12º TRAMO	153,98	821	7448	pvc	0,007	2,07	5	80	6	50,330	0,748	36804,7967	0,00012	0,02279	0,02290	0,01103	0,055
13º TRAMO	155,44	829	8277	pvc	0,007	2,30	5	81	6	50,330	0,832	39790,2010	0,00012	0,02227	0,02238	0,01331	0,067
14º TRAMO	158,9	857	9114	pvc	0,007	2,53	3	85	6	50,330	0,916	43813,0390	0,00012	0,02182	0,02192	0,01581	0,079
15º TRAMO	158,36	845	9953	pvc	0,007	2,77	3	85	6	50,330	1,001	47873,3167	0,00012	0,02141	0,02151	0,01852	0,091
16º TRAMO	159,33	850	10836	pvc	0,007	3,00	3	85	6	50,330	1,086	51958,4527	0,00012	0,02105	0,02115	0,02145	0,107
17º TRAMO	160,18	854	11892	pvc	0,007	3,24	5	81	6	50,330	1,172	56063,3863	0,00012	0,02072	0,02082	0,02459	0,123
18º TRAMO	161,03	859	12921	pvc	0,007	3,48	5	81	6	50,330	1,258	60194,1175	0,00012	0,02043	0,02052	0,02788	0,140
19º TRAMO	161,88	863	13984	pvc	0,007	3,72	3	75	6	70,631	0,945	58343,4978	0,00010	0,02080	0,02091	0,01360	0,068
20º TRAMO	162,73	866	14252	pvc	0,007	3,96	5	75	6	70,631	1,010	57554,2435	0,00010	0,02053	0,02064	0,01522	0,078
21º TRAMO	163,58	872	15125	pvc	0,007	4,20	5	75	6	70,631	1,072	51077,2058	0,00010	0,02028	0,02039	0,01684	0,085
22º TRAMO	164,43	877	16002	pvc	0,007	4,44	3	75	6	70,631	1,134	64818,6547	0,00010	0,02005	0,02016	0,01874	0,094
23º TRAMO	165,28	881	16883	pvc	0,007	4,69	3	75	6	70,631	1,197	69178,3202	0,00010	0,01984	0,01994	0,02064	0,103
24º TRAMO	166,13	886	17769	pvc	0,007	4,94	5	75	6	70,631	1,260	71756,2923	0,00010	0,01964	0,01974	0,02263	0,113
1ºB TRAMO	7,31	39	39	pvc	0,007	0,01	5	85	6	50,330	0,004	187,4246	0,00012	0,10772	0,11699	0,00000	0,000
2º TRAMO	23,72	127	165	pvc	0,007	0,05	3	83	6	50,330	0,017	795,5938	0,00012	0,07287	0,06704	0,00002	0,000
3º TRAMO	40,66	217	302	pvc	0,007	0,11	5	85	6	50,330	0,036	1830,0940	0,00012	0,02628	0,02636	0,00006	0,000
4º TRAMO	62,72	335	717	pvc	0,007	0,20	80	83	6	50,330	0,072	3446,2059	0,00012	0,04280	0,04170	0,00019	0,015
GENERAL B+C			2531	pvc	0,007	0,70	5	63	6	50,330	0,254	12167,4825	0,00012	0,02668	0,02653	0,00164	0,008
1ºD TRAMO	169,52	904	3436	pvc	0,007	0,95	5	65	6	50,330	0,345	18513,8911	0,00012	0,02734	0,02736	0,00280	0,014
2º TRAMO	168,67	903	4305	pvc	0,007	1,20	3	83	6	50,330	0,438	20838,5080	0,00012	0,02582	0,02588	0,00422	0,021
3º TRAMO	167,82	945	5230	pvc	0,007	1,45	5	83	6	50,330	0,525	25141,3274	0,00012	0,02470	0,02479	0,00589	0,029
4º TRAMO	166,97	891	6130	pvc	0,007	1,70	5	83	6	50,330	0,615	29422,3552	0,00012	0,02382	0,02382	0,00778	0,039
GENERAL A+D			23889	pvc	0,007	6,64	130	110	6	101,592	0,787	65775,7300	0,00007	0,01984	0,01936	0,00009	0,014
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCIARIA:	4344,67																2,386

Tabla 5. Diseño de tuberías del sector 3.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 3 está dividido en cuatro tramos y según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 5), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. En el primer tramo de este sector (en 30 m), también será necesario colocar una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN:6 atm, debido a que el diámetro interno mínimo requerido es 70,63 mm.

3.4. SECTOR 4

En el sector cuatro partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 182,42 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 196 m de longitud.

SECTOR 4 mang. GOT: 0,75m² 4L/h MARCO DE PLANTACIÓN: 5*2,5 CEREZA

TRAMO	m Pe	Q L/h	Q acum	Mars	K	Q (mag)	Long PVC	# Humis	Atm.	Ø interior	V (mag)	Nº Reynolds	Kf	f	ε	Pe mínima	P. Tramos
1º TRAMO	36,67	197	197	pvc	0,007	0,05	5	63	6	59,330	0,020	945,3285	0,00012	0,06785	0,06311	0,00002	0,000
2º TRAMO	180,73	964	1161	pvc	0,007	0,32	5	63	6	59,330	0,117	5579,1658	0,00012	0,03873	0,03632	0,00042	0,002
3º TRAMO	181,01	965	2126	pvc	0,007	0,59	5	63	6	59,330	0,214	10220,1623	0,00012	0,03096	0,03388	0,00121	0,006
4º TRAMO	181,31	967	3093	pvc	0,007	0,86	5	63	6	59,330	0,311	14888,8605	0,00012	0,02807	0,02899	0,00233	0,012
5º TRAMO	181,62	969	4062	pvc	0,007	1,13	5	63	6	59,330	0,408	19525,5071	0,00012	0,02623	0,02630	0,00377	0,019
6º TRAMO	181,93	970	5032	pvc	0,007	1,40	5	63	6	59,330	0,506	24190,1018	0,00012	0,02482	0,02501	0,00590	0,027
7º TRAMO	182,42	973	6005	pvc	0,007	1,67	5	63	6	59,330	0,603	28867,2690	0,00012	0,02392	0,02402	0,00752	0,038
8º TRAMO	105,9	395	6570	pvc	0,007	1,82	100	63	6	59,330	0,660	31882,4833	0,00012	0,02344	0,02354	0,00882	1,411
9º TRAMO																	1,515
10º TRAMO	36,66	207	207	pvc	0,007	0,06	5	63	6	59,330	0,021	998,3511	0,00012	0,06863	0,06197	0,00002	0,000
11º TRAMO	62,32	332	540	pvc	0,007	0,15	5	63	6	59,330	0,054	2594,2049	0,00012	0,04875	0,04542	0,00011	0,001
12º TRAMO	89	475	1014	pvc	0,007	0,28	5	63	6	59,330	0,102	4676,1207	0,00012	0,03824	0,03772	0,00034	0,002
13º TRAMO	94,9	506	1520	pvc	0,007	0,42	5	63	6	59,330	0,153	7309,3095	0,00012	0,03367	0,03373	0,00088	0,003
14º TRAMO	100,8	536	2058	pvc	0,007	0,57	5	63	6	59,330	0,207	9690,7714	0,00012	0,03124	0,03114	0,00114	0,006
15º TRAMO	104,64	558	2616	pvc	0,007	0,73	5	63	6	59,330	0,263	12576,6890	0,00012	0,02931	0,02929	0,00174	0,009
16º TRAMO	107,84	575	3191	pvc	0,007	0,89	5	63	6	59,330	0,321	15341,6530	0,00012	0,02785	0,02788	0,00246	0,012
17º TRAMO	111,04	592	3783	pvc	0,007	1,05	5	63	6	59,330	0,380	18188,8834	0,00012	0,02689	0,02675	0,00332	0,017
18º TRAMO	114,24	609	4393	pvc	0,007	1,22	5	63	6	59,330	0,441	21117,7202	0,00012	0,02574	0,02561	0,00412	0,022
19º TRAMO	117,44	626	5019	pvc	0,007	1,39	5	63	6	59,330	0,504	24128,8234	0,00012	0,02484	0,02502	0,00547	0,027
20º TRAMO	120,64	643	5663	pvc	0,007	1,57	5	63	6	59,330	0,569	27221,9731	0,00012	0,02425	0,02434	0,00676	0,034
21º TRAMO	123,84	660	6323	pvc	0,007	1,76	5	63	6	59,330	0,635	30397,1691	0,00012	0,02384	0,02374	0,00824	0,041
22º TRAMO	127,04	678	7001	pvc	0,007	1,94	5	63	6	59,330	0,703	33654,4116	0,00012	0,02311	0,02321	0,00967	0,049
23º TRAMO	130,6	697	7697	pvc	0,007	2,14	5	63	6	59,330	0,773	37002,3307	0,00012	0,02263	0,02273	0,01169	0,059
24º TRAMO	131,69	702	8399	pvc	0,007	2,33	5	63	6	59,330	0,844	40379,3968	0,00012	0,02220	0,02231	0,01366	0,068
25º TRAMO	133,78	708	9108	pvc	0,007	2,53	5	63	6	59,330	0,915	43783,8100	0,00012	0,02182	0,02192	0,01579	0,079
26º TRAMO	135,88	714	9822	pvc	0,007	2,73	5	63	6	59,330	0,987	47216,4287	0,00012	0,02146	0,02156	0,01807	0,090
27º TRAMO	134,97	720	10541	pvc	0,007	2,93	5	63	6	59,330	1,059	50676,9904	0,00012	0,02116	0,02126	0,02051	0,103
28º TRAMO	136,06	726	11267	pvc	0,007	3,13	5	63	6	59,330	1,132	54165,3011	0,00012	0,02087	0,02097	0,02311	0,116
29º TRAMO	137,15	731	11999	pvc	0,007	3,33	5	63	6	59,330	1,206	57681,5690	0,00012	0,02060	0,02070	0,02587	0,129
30º TRAMO	138,25	737	12736	pvc	0,007	3,54	5	63	6	59,330	1,280	61228,6203	0,00012	0,02036	0,02045	0,02880	0,144
31º TRAMO																	1,210
1º TRAMO	39,38	210	210	pvc	0,007	0,06	5	63	6	59,330	0,021	1009,6836	0,00012	0,06807	0,06169	0,00002	0,000
2º TRAMO	52,58	280	490	pvc	0,007	0,14	5	63	6	59,330	0,049	2397,8097	0,00012	0,04829	0,04677	0,00010	0,000
3º TRAMO	64,93	346	837	pvc	0,007	0,23	5	63	6	59,330	0,084	4622,5816	0,00012	0,04067	0,03996	0,00024	0,001
4º TRAMO	77,47	411	1250	pvc	0,007	0,35	5	63	6	59,330	0,128	8008,8739	0,00012	0,03584	0,03559	0,00049	0,002
5º TRAMO	85,08	454	1704	pvc	0,007	0,47	5	63	6	59,330	0,171	11840,2828	0,00012	0,03280	0,03272	0,00062	0,004
6º TRAMO	91,64	490	2193	pvc	0,007	0,61	5	63	6	59,330	0,220	16545,0148	0,00012	0,03070	0,03063	0,00128	0,006
7º TRAMO	97	517	2711	pvc	0,007	0,75	5	63	6	59,330	0,272	21930,0496	0,00012	0,02904	0,02903	0,00195	0,009
8º TRAMO	102,18	545	3256	pvc	0,007	0,90	5	63	6	59,330	0,327	28191,8910	0,00012	0,02771	0,02774	0,00255	0,013
9º TRAMO	108,68	599	3855	pvc	0,007	1,07	5	63	6	59,330	0,385	34837,8794	0,00012	0,02680	0,02699	0,00340	0,017
10º TRAMO	114,36	610	4445	pvc	0,007	1,23	5	63	6	59,330	0,447	41970,0129	0,00012	0,02597	0,02574	0,00442	0,022
11º TRAMO	119,95	640	5095	pvc	0,007	1,41	5	63	6	59,330	0,511	49445,4713	0,00012	0,02486	0,02495	0,00560	0,028
12º TRAMO	125,99	672	5787	pvc	0,007	1,60	5	63	6	59,330	0,579	57675,7923	0,00012	0,02415	0,02425	0,00688	0,035
13º TRAMO	135,57	723	6480	pvc	0,007	1,80	5	63	6	59,330	0,651	66811,7597	0,00012	0,02361	0,02361	0,00861	0,043
14º TRAMO	146,3	780	7260	pvc	0,007	2,02	5	63	6	59,330	0,729	76802,7990	0,00012	0,02292	0,02302	0,01054	0,053
15º TRAMO	156,41	834	8094	pvc	0,007	2,25	5	63	6	59,330	0,813	87613,0736	0,00012	0,02238	0,02249	0,01279	0,064
16º TRAMO	164,61	878	8972	pvc	0,007	2,49	5	63	6	59,330	0,901	99133,5622	0,00012	0,02189	0,02199	0,01537	0,077
17º TRAMO	171,22	913	9885	pvc	0,007	2,75	5	63	6	59,330	0,993	111323,8679	0,00012	0,02144	0,02155	0,01829	0,091
18º TRAMO	149,9	799	10684	pvc	0,007	2,97	5	63	6	59,330	1,074	124364,3654	0,00012	0,02110	0,02123	0,02101	0,105
19º TRAMO	127,6	881	11365	pvc	0,007	3,16	5	63	6	59,330	1,142	146305,9490	0,00012	0,02083	0,02093	0,02347	0,117
20º TRAMO	115,75	617	11982	pvc	0,007	3,33	5	63	6	59,330	1,204	170003,7595	0,00012	0,02061	0,02071	0,02591	0,128
21º TRAMO	124,29	683	12645	pvc	0,007	3,51	5	75	6	70,631	0,856	11064,0135	0,00010	0,02105	0,02116	0,01259	0,061
22º TRAMO	134,43	717	13362	pvc	0,007	3,71	5	75	6	70,631	0,947	13659,2570	0,00010	0,02081	0,02092	0,01395	0,068
23º TRAMO	140,22	748	14110	pvc	0,007	3,92	5	75	6	70,631	1,000	16379,2007	0,00010	0,02057	0,02069	0,01495	0,075
24º TRAMO	139,34	743	14853	pvc	0,007	4,13	5	75	6	70,631	1,053	19260,1917	0,00010	0,02036	0,02047	0,01639	0,082
GENERAL IN+H+C			34198	pvc	0,007	3,43	90	110	6	103,632	1,129	94098,6900	0,00007	0,01017	0,01099	0,01160	1,044
	694,75																2,589
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCIARIA:																	2,589

Tabla 6. Diseño de tuberías del sector 4.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 4 está dividido en tres tramos y según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 6), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. En el último tramo de este sector (en 20 m), también será necesario colocar una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN:6 atm, debido a que el diámetro interno mínimo requerido es 70,63 mm.

3.5. SECTOR 5

En el sector cinco partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 118,42 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 370 m de longitud.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

Según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 7), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. Será necesario también una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN: 6 atm durante 60 m, una tubería de PVC junta elástica con DN:90 mm; PN:6 atm durante 85 m y finalmente, una tubería de PVC junta elástica con DN:110 mm; PN:6 atm durante 95 m.

ANEJO 14: DISEÑO HIDRÁULICO

SECTOR 5

manj. GOT. 0,75m * 4L/h

MARCO DE PLANTACIÓN: 5'2,5 CEREA

TRAMO	m Pe	Q.L.H	Q. acum	Mater	K	Q (l/s)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/s)	Nº Reynolds	K/D	f	F	Pc m/m	P T/mo
1º TRAMO	70,14	374	374	pvc	0,007	0,40	5	83	ø	59,330	0,038	1793,3547	0,00012	0,0539	0,0594	0,0006	0,000
2º TRAMO	71,94	384	758	pvc	0,007	0,24	5	83	ø	59,330	0,078	3042,8000	0,00012	0,0486	0,0493	0,0000	0,001
3º TRAMO	73,82	384	1141	pvc	0,007	0,32	5	83	ø	59,330	0,146	5936,4967	0,00012	0,0382	0,0340	0,0000	0,002
4º TRAMO	74,4	387	1528	pvc	0,007	0,43	5	83	ø	59,330	0,199	7463,1477	0,00012	0,0359	0,0357	0,0000	0,003
5º TRAMO	74,95	400	1928	pvc	0,007	0,54	5	83	ø	59,330	0,193	9304,0295	0,00012	0,0371	0,0369	0,0000	0,005
6º TRAMO	75,08	400	2328	pvc	0,007	0,65	5	83	ø	59,330	0,238	11269,8423	0,00012	0,0305	0,0300	0,0000	0,007
7º TRAMO	74,51	387	2716	pvc	0,007	0,70	5	83	ø	59,330	0,278	13300,2417	0,00012	0,0284	0,0283	0,0000	0,009
8º TRAMO	73,89	384	3100	pvc	0,007	0,87	5	83	ø	59,330	0,345	15494,7440	0,00012	0,0257	0,0259	0,0000	0,012
9º TRAMO	73,28	391	3491	pvc	0,007	0,98	5	83	ø	59,330	0,395	17859,2673	0,00012	0,0245	0,0240	0,0000	0,015
10º TRAMO	74,55	388	3879	pvc	0,007	1,09	5	83	ø	59,330	0,385	18886,0323	0,00012	0,0246	0,0249	0,0000	0,018
11º TRAMO	76,06	406	4285	pvc	0,007	1,20	5	83	ø	59,330	0,435	20836,1729	0,00012	0,0282	0,0280	0,0000	0,021
12º TRAMO	76,62	409	4743	pvc	0,007	1,32	5	83	ø	59,330	0,477	22759,6796	0,00012	0,0257	0,0256	0,0000	0,025
13º TRAMO	76,14	406	5149	pvc	0,007	1,43	5	83	ø	59,330	0,517	24754,8034	0,00012	0,0249	0,0248	0,0000	0,029
14º TRAMO	76,66	409	5598	pvc	0,007	1,54	5	83	ø	59,330	0,558	26717,3877	0,00012	0,0245	0,0244	0,0000	0,033
15º TRAMO	76,91	410	5998	pvc	0,007	1,66	5	83	ø	59,330	0,600	28659,3248	0,00012	0,0238	0,0246	0,0000	0,037
16º TRAMO	76,01	405	6373	pvc	0,007	1,77	5	83	ø	59,330	0,640	30578,1894	0,00012	0,0230	0,0230	0,0000	0,042
17º TRAMO	74,95	400	6773	pvc	0,007	1,88	5	83	ø	59,330	0,681	32469,8612	0,00012	0,0238	0,0238	0,0000	0,047
18º TRAMO	73,65	383	7186	pvc	0,007	1,99	5	83	ø	59,330	0,720	34445,2000	0,00012	0,0239	0,0239	0,0000	0,051
19º TRAMO	72,37	386	7592	pvc	0,007	2,10	5	83	ø	59,330	0,759	36303,7414	0,00012	0,0222	0,0223	0,0000	0,057
20º TRAMO	71,08	379	7931	pvc	0,007	2,20	5	83	ø	59,330	0,797	38145,1973	0,00012	0,0228	0,0228	0,0000	0,062
21º TRAMO	69,54	371	8302	pvc	0,007	2,31	5	83	ø	59,330	0,834	39969,1083	0,00012	0,0223	0,0226	0,0000	0,067
22º TRAMO	67	367	8699	pvc	0,007	2,41	5	83	ø	59,330	0,870	41779,9190	0,00012	0,0226	0,0226	0,0000	0,072
23º TRAMO	64,39	343	9082	pvc	0,007	2,50	5	83	ø	59,330	0,905	43279,4238	0,00012	0,0287	0,0288	0,0000	0,077
24º TRAMO	61,79	330	9332	pvc	0,007	2,59	5	83	ø	59,330	0,938	44622,025	0,00012	0,0271	0,0281	0,0000	0,082
25º TRAMO	61,38	327	9599	pvc	0,007	2,68	5	83	ø	59,330	0,971	45936,9082	0,00012	0,0285	0,0285	0,0000	0,088
26º TRAMO	62,79	335	9894	pvc	0,007	2,78	5	75	ø	70,631	0,709	49369,5332	0,00010	0,0234	0,0225	0,0000	0,040
27º TRAMO	64,21	342	10237	pvc	0,007	2,87	5	75	ø	70,631	0,733	41744,287	0,00010	0,0288	0,0289	0,0000	0,043
28º TRAMO	65,62	350	10587	pvc	0,007	2,97	5	75	ø	70,631	0,758	43454,6986	0,00010	0,0282	0,0283	0,0000	0,045
29º TRAMO	67,04	358	11044	pvc	0,007	3,07	5	75	ø	70,631	0,783	44958,5934	0,00010	0,0286	0,0278	0,0000	0,048
30º TRAMO	71,94	384	11428	pvc	0,007	3,17	5	75	ø	70,631	0,808	46473,9313	0,00010	0,0281	0,0282	0,0000	0,051
31º TRAMO	77,1	379	11887	pvc	0,007	3,28	5	75	ø	70,631	0,832	47652,2239	0,00010	0,0236	0,0247	0,0000	0,054
32º TRAMO	69,21	369	12176	pvc	0,007	3,38	5	75	ø	70,631	0,853	49169,1883	0,00010	0,0222	0,0233	0,0000	0,057
33º TRAMO	57,03	304	12480	pvc	0,007	3,47	5	75	ø	70,631	0,885	50368,0819	0,00010	0,0211	0,0222	0,0000	0,060
34º TRAMO	43,64	233	12743	pvc	0,007	3,53	5	75	ø	70,631	0,901	51337,8686	0,00010	0,0203	0,0214	0,0000	0,062
35º TRAMO	40,84	218	12931	pvc	0,007	3,59	5	75	ø	70,631	0,917	52174,4600	0,00010	0,0205	0,0200	0,0000	0,064
36º TRAMO	42,17	225	13156	pvc	0,007	3,65	5	75	ø	70,631	0,933	53056,7080	0,00010	0,0208	0,0209	0,0000	0,066
37º TRAMO	30,46	162	13318	pvc	0,007	3,70	5	75	ø	70,631	0,944	53781,9386	0,00010	0,0202	0,0203	0,0000	0,067
38º TRAMO	14,16	76	13394	pvc	0,007	3,72	25	30	ø	84,757	0,693	45072,9276	0,00008	0,0285	0,0287	0,0000	0,142
39º TRAMO	50,11	287	13691	pvc	0,007	3,79	5	30	ø	84,757	0,673	45974,6544	0,00008	0,0246	0,0248	0,0000	0,079
40º TRAMO	75,66	404	14084	pvc	0,007	3,91	5	30	ø	84,757	0,682	47336,5738	0,00008	0,0233	0,0246	0,0000	0,081
41º TRAMO	87,54	467	14531	pvc	0,007	4,04	5	30	ø	84,757	0,715	48500,7112	0,00008	0,0218	0,0210	0,0000	0,083
42º TRAMO	98,3	524	15056	pvc	0,007	4,18	5	30	ø	84,757	0,741	50664,9654	0,00008	0,0202	0,0214	0,0000	0,085
43º TRAMO	107,7	574	15530	pvc	0,007	4,34	5	30	ø	84,757	0,770	52691,9276	0,00008	0,0206	0,0207	0,0000	0,087
44º TRAMO	115,81	618	16048	pvc	0,007	4,51	5	30	ø	84,757	0,800	54671,4452	0,00008	0,0208	0,0200	0,0000	0,040
45º TRAMO	117,11	625	16572	pvc	0,007	4,69	5	30	ø	84,757	0,831	56778,2947	0,00008	0,0202	0,0204	0,0000	0,043
46º TRAMO	118,42	632	17104	pvc	0,007	4,86	5	30	ø	84,757	0,862	58930,6586	0,00008	0,0203	0,0205	0,0000	0,046
47º TRAMO	117,83	628	17642	pvc	0,007	5,04	5	30	ø	84,757	0,893	61048,4275	0,00008	0,0202	0,0203	0,0000	0,049
48º TRAMO	113,58	606	18138	pvc	0,007	5,21	5	30	ø	84,757	0,923	63065,9248	0,00008	0,0208	0,0200	0,0000	0,052
49º TRAMO	110,47	589	18527	pvc	0,007	5,37	5	30	ø	84,757	0,952	65036,6589	0,00008	0,0205	0,0207	0,0000	0,055
50º TRAMO	108,83	590	18908	pvc	0,007	5,53	5	30	ø	84,757	0,980	66932,8489	0,00008	0,0203	0,0205	0,0000	0,058
51º TRAMO	107,2	572	19479	pvc	0,007	5,69	5	110	ø	103,692	0,675	58390,4974	0,00007	0,0249	0,0201	0,0000	0,023
52º TRAMO	103,58	552	20032	pvc	0,007	5,84	5	110	ø	103,692	0,693	57907,5100	0,00007	0,0207	0,0200	0,0000	0,024
53º TRAMO	98,04	523	20595	pvc	0,007	5,99	5	110	ø	103,692	0,710	59347,4748	0,00007	0,0207	0,0200	0,0000	0,025
54º TRAMO	92,27	462	22047	pvc	0,007	6,12	5	110	ø	103,692	0,727	60702,1083	0,00007	0,0207	0,0200	0,0000	0,026
55º TRAMO	84,94	453	22500	pvc	0,007	6,25	5	110	ø	103,692	0,742	61961,4048	0,00007	0,0209	0,0201	0,0000	0,027
56º TRAMO	77,1	411	22911	pvc	0,007	6,38	5	110	ø	103,692	0,756	63081,5754	0,00007	0,0201	0,0204	0,0000	0,028
57º TRAMO	70,26	375	23286	pvc	0,007	6,47	5	110	ø	103,692	0,767	64113,3043	0,00007	0,0204	0,0207	0,0000	0,029
58º TRAMO	63,45	338	23624	pvc	0,007	6,59	5	110	ø	103,692	0,779	65049,8322	0,00007	0,0208	0,0201	0,0000	0,030
59º TRAMO	56,63	302	23926	pvc	0,007	6,66	5	110	ø	103,692	0,789	65876,6122	0,00007	0,0203	0,0206	0,0000	0,031
60º TRAMO	49,83	266	24192	pvc	0,007	6,72	5	110	ø	103,692	0,797	66608,3709	0,00007	0,0209	0,0201	0,0000	0,031
61º TRAMO	43,05	230	24421	pvc	0,007	6,78	5	110	ø	103,692	0,805	67240,5932	0,00007	0,0205	0,0207	0,0000	0,032
62º TRAMO	36,27	193	24615	pvc	0,007	6,84	5	110	ø	103,692	0,811	67771,1079	0,00007	0,0202	0,0201	0,0000	0,032
63º TRAMO	30,9	165	24780	pvc	0,007	6,88	5	110	ø	103,692	0,817	68210,8572	0,00007	0,0209	0,0201	0,0000	0,033
64º TRAMO	27,31	146	24925	pvc	0,007	6,92	5	110	ø	103,692	0,821	68577,8893	0,00007	0,0207	0,0209	0,0000	0,033
65º TRAMO	23,72	127	25052	pvc	0,007	6,93	5	110	ø	103,692	0,823	68914,0043	0,00007	0,0205	0,0207	0,0000	0,033
66º TRAMO	20,13	107	25159	pvc	0,007	6,99	5	110	ø	103,692	0,829	69271,8021	0,00007	0,0203	0,0205	0,0000	0,033
67º TRAMO	16,54	88	25247	pvc	0,007	7,01	5	110	ø	103,692	0,832	69541,8828	0,00007	0,0201	0,0204	0,0000	0,034
68º TRAMO	12,99	69	25317	pvc	0,007	7,03	5	110	ø</								

SECTOR 6 mang. GOT 0,75m³/4h MARCO DE PLANTACIÓN: 5'2,5 CEREA

TRAMO	m Pe	QL/H	Q acum	Mater.	K	Q (lsg)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/sg)	Nº Reynolds	KD	f	F	Pc m/mra	P Tramo
1º TRAMO	8,26	44	44	pvc	0,007	0,01	5	63	6	59,330	0,004	211,7823	0,00012	0,14014	0,1125	0,0000	0,000
2º TRAMO	11,76	63	107	pvc	0,007	0,03	5	63	6	59,330	0,011	513,3028	0,00012	0,08544	0,0782	0,0001	0,000
3º TRAMO	15,35	82	189	pvc	0,007	0,06	5	63	6	59,330	0,019	591,9152	0,00012	0,07501	0,0683	0,0002	0,000
4º TRAMO	18,03	93	286	pvc	0,007	0,08	5	63	6	59,330	0,023	1393,1495	0,00012	0,06959	0,0596	0,0004	0,000
5º TRAMO	18,6	93	384	pvc	0,007	0,11	5	63	6	59,330	0,033	1841,0942	0,00012	0,06310	0,0551	0,0000	0,000
6º TRAMO	21,85	117	501	pvc	0,007	0,14	5	63	6	59,330	0,050	2406,2674	0,00012	0,04758	0,0468	0,0010	0,001
7º TRAMO	25,06	134	634	pvc	0,007	0,18	5	63	6	59,330	0,064	3043,2333	0,00012	0,04432	0,04325	0,0015	0,001
8º TRAMO	28,15	150	784	pvc	0,007	0,22	50	63	6	59,330	0,070	3770,953	0,00012	0,04140	0,04011	0,0022	0,011
9º TRAMO	60,27	321	1106	pvc	0,007	0,31	5	63	6	59,330	0,111	5315,8381	0,00012	0,03728	0,03691	0,0039	0,002
10º TRAMO	62,44	333	1439	pvc	0,007	0,40	5	63	6	59,330	0,145	6911,7057	0,00012	0,03450	0,03424	0,0052	0,003
11º TRAMO	65,41	349	1788	pvc	0,007	0,50	5	63	6	59,330	0,180	8931,9458	0,00012	0,03246	0,03231	0,0069	0,004
12º TRAMO	68,54	368	2163	pvc	0,007	0,60	5	63	6	59,330	0,226	10361,8201	0,00012	0,03086	0,03078	0,0104	0,006
13º TRAMO	71,84	383	2530	pvc	0,007	0,70	5	63	6	59,330	0,255	12751,6230	0,00012	0,02855	0,02852	0,0135	0,008
14º TRAMO	75,19	401	2937	pvc	0,007	0,82	5	63	6	59,330	0,255	14430,9932	0,00012	0,02844	0,02845	0,0163	0,011
15º TRAMO	79,87	428	3383	pvc	0,007	0,93	5	63	6	59,330	0,338	16708,7833	0,00012	0,02749	0,02752	0,0200	0,014
16º TRAMO	87,19	465	3878	pvc	0,007	1,00	5	63	6	59,330	0,385	19404,2590	0,00012	0,02612	0,02617	0,0239	0,017
17º TRAMO	96,48	505	4393	pvc	0,007	1,21	5	63	6	59,330	0,438	20877,9589	0,00012	0,02581	0,02588	0,0264	0,021
18º TRAMO	104,54	538	4930	pvc	0,007	1,30	5	63	6	59,330	0,462	22668,3446	0,00012	0,02568	0,02566	0,0285	0,023
19º TRAMO	113,56	580	5500	pvc	0,007	1,53	5	63	6	59,330	0,553	21949,9304	0,00012	0,02440	0,02440	0,0295	0,023
20º TRAMO	124,02	601	6108	pvc	0,007	1,71	5	63	6	59,330	0,630	25043,7776	0,00012	0,02378	0,02387	0,0288	0,029
																	0,937
21º TRAMO	10,13	54	54	pvc	0,007	0,02	5	63	6	59,330	0,005	259,7282	0,00012	0,12480	0,10241	0,0000	0,000
22º TRAMO	28,04	150	204	pvc	0,007	0,06	5	63	6	59,330	0,020	578,0558	0,00012	0,06551	0,05236	0,0002	0,000
3º TRAMO	38,05	203	407	pvc	0,007	0,11	5	63	6	59,330	0,041	1354,2429	0,00012	0,05154	0,04310	0,0007	0,000
4º TRAMO	52,22	279	686	pvc	0,007	0,19	40	63	6	59,330	0,079	3233,8378	0,00012	0,04322	0,04227	0,0017	0,007
5º TRAMO	68,39	305	1050	pvc	0,007	0,29	5	63	6	59,330	0,105	5041,6234	0,00012	0,03785	0,03736	0,0030	0,002
6º TRAMO	79,52	424	1474	pvc	0,007	0,41	5	63	6	59,330	0,148	7051,4760	0,00012	0,03427	0,03402	0,0034	0,003
7º TRAMO	141,2	753	2227	pvc	0,007	0,62	5	63	6	59,330	0,224	10305,7746	0,00012	0,03026	0,03051	0,0031	0,007
8º TRAMO	139,27	743	2570	pvc	0,007	0,62	5	63	6	59,330	0,258	14271,0580	0,00012	0,02837	0,02837	0,0037	0,011
9º TRAMO	137,34	732	3002	pvc	0,007	1,03	5	63	6	59,330	0,372	17337,9174	0,00012	0,02384	0,02389	0,0030	0,016
10º TRAMO	135,4	722	4424	pvc	0,007	1,23	5	63	6	59,330	0,445	21639,6091	0,00012	0,02570	0,02577	0,0038	0,022
11º TRAMO	133,47	712	5130	pvc	0,007	1,43	5	63	6	59,330	0,500	24631,0105	0,00012	0,02480	0,02489	0,0050	0,029
12º TRAMO	130,1	694	5930	pvc	0,007	1,62	5	63	6	59,330	0,586	28027,3039	0,00012	0,02408	0,02448	0,0073	0,036
13º TRAMO	126,74	676	6806	pvc	0,007	1,81	5	63	6	59,330	0,654	31623,8635	0,00012	0,02349	0,02359	0,0087	0,043
14º TRAMO	123,37	658	7814	pvc	0,007	1,99	5	63	6	59,330	0,720	34440,0079	0,00012	0,02293	0,02299	0,0103	0,051
15º TRAMO	120,1	641	8904	pvc	0,007	2,17	5	63	6	59,330	0,784	37563,3102	0,00012	0,02238	0,02236	0,0118	0,059
16º TRAMO	123,27	657	10162	pvc	0,007	2,36	5	63	6	59,330	0,850	40379,8548	0,00012	0,02217	0,02227	0,0134	0,069
17º TRAMO	124,58	674	11503	pvc	0,007	2,54	5	63	6	59,330	0,917	43874,0111	0,00012	0,02181	0,02181	0,0155	0,079
18º TRAMO	125,89	671	12938	pvc	0,007	2,72	5	63	6	59,330	0,984	47801,8181	0,00012	0,02148	0,02159	0,0173	0,090
19º TRAMO	127,2	678	10470	pvc	0,007	2,91	5	63	6	59,330	1,053	50303,1629	0,00012	0,02118	0,02128	0,0208	0,101
20º TRAMO	128,51	685	11812	pvc	0,007	3,10	5	63	6	59,330	1,121	53998,0554	0,00012	0,02081	0,02101	0,0222	0,114
21º TRAMO	129,82	682	13254	pvc	0,007	3,29	5	63	6	59,330	1,191	58981,0938	0,00012	0,02005	0,02025	0,0232	0,127
22º TRAMO	131,13	689	14763	pvc	0,007	3,49	5	63	6	59,330	1,261	64348,7257	0,00012	0,01942	0,01951	0,0240	0,140
23º TRAMO	132,44	706	16330	pvc	0,007	3,68	5	75	6	70,631	0,940	57645,8223	0,00010	0,02064	0,02095	0,0138	0,067
24º TRAMO	133,75	713	17937	pvc	0,007	3,88	5	75	6	70,631	0,991	59425,9105	0,00010	0,02032	0,02073	0,0149	0,073
25º TRAMO	135,05	720	19593	pvc	0,007	4,08	5	75	6	70,631	1,042	61334,0070	0,00010	0,02040	0,02051	0,0158	0,080
26º TRAMO	136,36	727	21300	pvc	0,007	4,28	5	75	6	70,631	1,093	63274,3172	0,00010	0,02030	0,02031	0,0174	0,088
27º TRAMO	137,67	734	23055	pvc	0,007	4,49	5	75	6	70,631	1,145	65230,3111	0,00010	0,02002	0,02012	0,0187	0,095
28º TRAMO	138,98	741	24860	pvc	0,007	4,69	5	75	6	70,631	1,198	67201,5767	0,00010	0,01984	0,01934	0,0207	0,103
29º TRAMO	140,29	748	26714	pvc	0,007	4,90	5	75	6	70,631	1,251	69187,0300	0,00010	0,01957	0,01927	0,0224	0,112
30º TRAMO	141,6	755	28599	pvc	0,007	5,11	5	90	6	84,757	0,980	69122,949	0,00008	0,01915	0,01927	0,0101	0,050
31º TRAMO	138,34	738	29337	pvc	0,007	5,32	5	90	6	84,757	0,942	64400,1241	0,00008	0,01939	0,02011	0,0105	0,054
32º TRAMO	134,15	715	29863	pvc	0,007	5,51	5	90	6	84,757	0,977	63807,3093	0,00008	0,01984	0,01936	0,01148	0,057
33º TRAMO	129,64	691	29644	pvc	0,007	5,71	5	90	6	84,757	1,011	63134,5362	0,00008	0,01971	0,01982	0,01221	0,061
																	1,848
GENERAL A+B			28712	pvc	0,007	7,42	5	90	6	84,757	1,315	82893,376	0,00008	0,01871	0,01882	0,01359	0,068
	50002																
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCARIA:																	1,946

Tabla 8. Diseño de tuberías del sector 6.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 6 está dividido en dos tramos y según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 8), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. Al final del último tramo también será necesario colocar una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN:6 atm durante 35 m y una tubería de PVC junta elástica con DN:90 mm; PN:6 atm durante

20 m, ya que los diámetros requeridos en estos metros son mayores debido a la velocidad que alcanza el agua dentro de la tubería y las pérdidas de carga producidas por ello.

3.7. SECTOR 7

En el sector siete partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 146,65 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 120 m de longitud.

SECTOR 7		mang. GOT, 0,75m * 4L/h				MARCO DE PLANTACIÓN: 5'2,5 CEREZA											
TRAMO	m Pa	Q L/h	G scum	Mare	K	Q (mag)	Long PVC	Ø Nominal	Atm.	Ø Interior	V (mag)	Nº Represas	Kf0	f	F	Pc mínima	P. Tramos
1ª TRAMO	16,24	57	57	0%	0,017	0,02	10	50	0	50,330	0,009	416,3955	0,00012	0,09770	0,09502	0,00001	0,000
2ª TRAMO	146,65	782	889	0%	0,007	0,24	5	65	0	50,330	0,087	4176,4186	0,00012	0,04010	0,03943	0,00026	0,001
3ª TRAMO	146,65	782	1651	0%	0,007	0,46	5	65	0	50,330	0,188	7306,4517	0,00012	0,00014	0,03300	0,00078	0,004
4ª TRAMO	146,65	782	2403	0%	0,007	0,68	5	65	0	50,330	0,284	11806,4849	0,00012	0,02987	0,02963	0,00153	0,008
5ª TRAMO	146,65	782	3215	0%	0,007	0,90	5	65	0	50,330	0,323	15456,5180	0,00012	0,02790	0,02782	0,00280	0,012
6ª TRAMO	146,65	782	3997	0%	0,007	1,11	5	65	0	50,330	0,402	18216,5511	0,00012	0,02634	0,02640	0,00396	0,016
7ª TRAMO	146,65	782	4779	0%	0,007	1,33	5	65	0	50,330	0,480	22976,5842	0,00012	0,02523	0,02531	0,00502	0,020
8ª TRAMO	146,65	782	5582	0%	0,007	1,54	5	65	0	50,330	0,559	28736,6173	0,00012	0,02435	0,02444	0,00656	0,033
9ª TRAMO	146,65	782	6344	0%	0,007	1,76	5	65	0	50,330	0,637	30606,6504	0,00012	0,02382	0,02372	0,00629	0,041
10ª TRAMO	146,65	782	7126	0%	0,007	1,96	5	65	0	50,330	0,716	34256,6835	0,00012	0,02302	0,02312	0,01019	0,051
11ª TRAMO	146,65	782	7908	0%	0,007	2,21	5	65	0	50,330	0,795	38016,7166	0,00012	0,02249	0,02230	0,01227	0,061
12ª TRAMO	146,65	782	8690	0%	0,007	2,41	5	65	0	50,330	0,873	41776,7497	0,00012	0,02204	0,02214	0,01452	0,073
13ª TRAMO	146,65	782	9472	0%	0,007	2,63	5	65	0	50,330	0,952	45536,7828	0,00012	0,02164	0,02174	0,01684	0,085
14ª TRAMO	146,65	782	10254	0%	0,007	2,85	5	65	0	50,330	1,030	49296,8159	0,00012	0,02128	0,02138	0,01952	0,098
15ª TRAMO	146,65	782	11036	0%	0,007	3,07	5	65	0	50,330	1,109	53056,8490	0,00012	0,02096	0,02106	0,02227	0,111
16ª TRAMO	146,65	782	11819	0%	0,007	3,29	5	65	0	50,330	1,187	56816,8821	0,00012	0,02067	0,02077	0,02516	0,126
17ª TRAMO	146,65	782	12601	0%	0,007	3,50	5	65	0	50,330	1,266	60576,9152	0,00012	0,02040	0,02050	0,02826	0,141
18ª TRAMO	146,65	782	13383	0%	0,007	3,72	5	65	0	50,330	1,345	64336,9483	0,00012	0,02016	0,02025	0,03146	0,157
19ª TRAMO	146,65	782	14165	0%	0,007	3,93	5	65	0	50,330	1,423	68096,9814	0,00012	0,01993	0,02003	0,03488	0,174
20ª TRAMO																	1,221
21ª TRAMO	2,68	15	15	0%	0,017	0,00	5	65	0	50,330	0,002	73,8418	0,00012	0,25282	0,17312	0,00000	0,000
22ª TRAMO	7,76	41	57	0%	0,007	0,02	5	65	0	50,330	0,006	272,8043	0,00012	0,12148	0,10041	0,00000	0,000
23ª TRAMO	12,63	67	124	0%	0,007	0,03	5	65	0	50,330	0,012	536,6312	0,00012	0,08257	0,07437	0,00001	0,000
24ª TRAMO	26,64	153	277	0%	0,007	0,06	5	65	0	50,330	0,028	1330,8466	0,00012	0,05932	0,05619	0,00004	0,000
25ª TRAMO	46,63	250	527	0%	0,007	0,15	5	65	0	50,330	0,053	2531,8445	0,00012	0,04714	0,04578	0,00011	0,001
26ª TRAMO	46,95	250	777	0%	0,007	0,22	5	65	0	50,330	0,078	3735,4192	0,00012	0,04152	0,04073	0,00021	0,001
27ª TRAMO	47,07	251	1028	0%	0,007	0,29	5	65	0	50,330	0,103	4942,2706	0,00012	0,03808	0,03758	0,00034	0,002
28ª TRAMO	47,19	252	1280	0%	0,007	0,36	75	65	0	50,330	0,129	6152,1987	0,00012	0,03689	0,03535	0,00060	0,038
29ª TRAMO																	0,041
30ª TRAMO	5,32	28	305	0%	0,007	0,06	5	65	0	50,330	0,031	1467,3468	0,00012	0,05719	0,05441	0,00004	0,000
31ª TRAMO	10,6	57	362	0%	0,007	0,10	5	65	0	50,330	0,039	1739,1275	0,00012	0,05374	0,05149	0,00006	0,000
32ª TRAMO	14,78	79	441	0%	0,007	0,12	5	65	0	50,330	0,044	2118,0793	0,00012	0,05011	0,04836	0,00008	0,000
33ª TRAMO	18,95	101	542	0%	0,007	0,15	5	65	0	50,330	0,054	2603,9479	0,00012	0,04669	0,04537	0,00012	0,001
34ª TRAMO	23,12	123	665	0%	0,007	0,16	5	65	0	50,330	0,067	3196,7332	0,00012	0,04364	0,04264	0,00016	0,001
35ª TRAMO	27,29	148	811	0%	0,007	0,23	5	65	0	50,330	0,081	3896,4353	0,00012	0,04097	0,04023	0,00023	0,001
36ª TRAMO	32,72	175	985	0%	0,007	0,27	5	65	0	50,330	0,099	4735,3688	0,00012	0,03858	0,03803	0,00032	0,002
37ª TRAMO	40,1	214	1199	0%	0,007	0,33	5	65	0	50,330	0,120	5763,5039	0,00012	0,03638	0,03599	0,00045	0,002
38ª TRAMO	55,56	296	1495	0%	0,007	0,42	5	65	0	50,330	0,150	7186,0347	0,00012	0,03413	0,03396	0,00066	0,003
39ª TRAMO	59,6	316	1913	0%	0,007	0,50	5	65	0	50,330	0,182	8716,1490	0,00012	0,03234	0,03219	0,00082	0,005
40ª TRAMO	63,63	339	2182	0%	0,007	0,60	30	65	0	50,330	0,216	10347,5906	0,00012	0,03066	0,03078	0,00124	0,037
41ª TRAMO																	0,052
GENERAL B+C			3042	0%	0,007	0,95	5	65	0	50,330	0,345	16489,7893	0,00012	0,02795	0,02798	0,00280	0,014
42ª TRAMO	124,16	662	4084	0%	0,007	1,14	5	65	0	50,330	0,411	19883,1600	0,00012	0,02618	0,02625	0,00362	0,019
43ª TRAMO	126,53	676	4788	0%	0,007	1,32	5	65	0	50,330	0,479	22927,3593	0,00012	0,02524	0,02532	0,00500	0,026
44ª TRAMO	128,9	689	5457	0%	0,007	1,52	5	65	0	50,330	0,568	26232,2883	0,00012	0,02446	0,02455	0,00634	0,032
45ª TRAMO	131,27	700	6157	0%	0,007	1,71	5	65	0	50,330	0,619	29947,8958	0,00012	0,02379	0,02388	0,00789	0,039
46ª TRAMO	133,64	713	6869	0%	0,007	1,91	5	65	0	50,330	0,680	33924,4480	0,00012	0,02320	0,02331	0,00955	0,048
47ª TRAMO	136,01	725	7595	0%	0,007	2,11	5	65	0	50,330	0,763	38511,6778	0,00012	0,02268	0,02280	0,01142	0,057
48ª TRAMO	138,38	738	8330	0%	0,007	2,31	5	65	0	50,330	0,837	43038,6722	0,00012	0,02224	0,02234	0,01347	0,067
49ª TRAMO	140,75	751	9084	0%	0,007	2,52	5	65	0	50,330	0,913	47868,4322	0,00012	0,02183	0,02194	0,01571	0,078
50ª TRAMO	143,13	763	9847	0%	0,007	2,74	5	65	0	50,330	0,989	52738,2143	0,00012	0,02146	0,02157	0,01815	0,091
51ª TRAMO																	0,457
GENERAL A+D			24012	0%	0,007	6,67	5	80	0	64,757	1,182	80804,8370	0,00008	0,01911	0,01921	0,01616	0,081
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCIARIA:	4450,33																1,302

Tabla 9. Diseño de tuberías del sector 7.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 7 está dividido en cuatro tramos y según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 9), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm.

3.8. SECTOR 8

En el sector ocho partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 143,45 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 150 m de longitud.

SECTOR 8		mang. GOT: 0,75m ² 4L/h		MARCO DE PLANTACIÓN: 5*2,5 CEREZA													
TRAMO	m Pe	Q L/h	Q acum	Mater:	K	Q (mag)	Long PVC	# Homs:	Atm.	Ø Interior	V (mag)	Nº Reynolds	Kf	f	Σ	Po (m/m)	P. Tramos
1º TRAMO	11,00	59	59	pvc	0,007	0,02	5	63	6	59,330	0,008	284,3421	0,00012	0,11079	0,03876	0,00000	0,000
2º TRAMO	44,18	236	295	pvc	0,007	0,06	5	63	6	59,330	0,030	1417,0963	0,00012	0,05794	0,05593	0,00004	0,000
3º TRAMO	63,73	340	685	pvc	0,007	0,16	5	63	6	59,330	0,084	3051,1009	0,00012	0,04431	0,04324	0,00015	0,001
4º TRAMO	81,02	432	1087	pvc	0,007	0,30	5	63	6	59,330	0,107	5126,4134	0,00012	0,03786	0,03719	0,00037	0,002
5º TRAMO	99,98	533	1600	pvc	0,007	0,44	5	63	6	59,330	0,161	7691,8509	0,00012	0,03348	0,03327	0,00074	0,004
6º TRAMO	117,47	627	2227	pvc	0,007	0,62	5	63	6	59,330	0,224	10703,7233	0,00012	0,03008	0,03051	0,00131	0,007
7º TRAMO	125,39	693	2895	pvc	0,007	0,80	5	63	6	59,330	0,281	13918,6806	0,00012	0,02855	0,02895	0,00208	0,010
8º TRAMO	140,59	750	3645	pvc	0,007	1,01	5	63	6	59,330	0,366	17323,3183	0,00012	0,02664	0,02699	0,00311	0,016
9º TRAMO	143,45	765	4410	pvc	0,007	1,23	5	63	6	59,330	0,443	21201,3050	0,00012	0,02572	0,02579	0,00435	0,022
10º TRAMO	143,45	765	5175	pvc	0,007	1,44	5	63	6	59,330	0,520	24879,2817	0,00012	0,02476	0,02495	0,00576	0,029
11º TRAMO	143,45	765	5940	pvc	0,007	1,65	5	63	6	59,330	0,597	28957,2794	0,00012	0,02398	0,02408	0,00738	0,037
12º TRAMO	143,45	765	6705	pvc	0,007	1,86	5	63	6	59,330	0,674	32235,2651	0,00012	0,02333	0,02343	0,00915	0,046
13º TRAMO	143,45	765	7470	pvc	0,007	2,08	5	63	6	59,330	0,751	35913,2518	0,00012	0,02278	0,02288	0,01109	0,055
14º TRAMO	143,45	765	8235	pvc	0,007	2,29	5	63	6	59,330	0,827	39991,2395	0,00012	0,02230	0,02240	0,01316	0,066
15º TRAMO	143,45	765	9001	pvc	0,007	2,50	5	63	6	59,330	0,904	43269,2252	0,00012	0,02187	0,02198	0,01546	0,077
16º TRAMO	143,45	765	9766	pvc	0,007	2,71	5	63	6	59,330	0,981	46947,2119	0,00012	0,02150	0,02160	0,01789	0,089
17º TRAMO	143,45	765	10531	pvc	0,007	2,93	5	63	6	59,330	1,058	50825,1986	0,00012	0,02116	0,02127	0,02047	0,102
18º TRAMO	143,45	765	11296	pvc	0,007	3,14	5	63	6	59,330	1,135	54903,1853	0,00012	0,02086	0,02096	0,02322	0,116
19º TRAMO	143,45	765	12061	pvc	0,007	3,35	5	63	6	59,330	1,212	59181,1720	0,00012	0,02058	0,02068	0,02612	0,131
20º TRAMO	143,45	765	12826	pvc	0,007	3,56	5	63	6	59,330	1,289	63659,1587	0,00012	0,02033	0,02043	0,02917	0,146
21º TRAMO	143,45	765	13591	pvc	0,007	3,76	5	75	6	70,631	0,364	54883,2021	0,00010	0,02073	0,02085	0,01388	0,070
22º TRAMO	143,45	765	14356	pvc	0,007	3,99	5	75	6	70,631	1,018	57972,7109	0,00010	0,02050	0,02061	0,01542	0,077
23º TRAMO	143,45	765	15121	pvc	0,007	4,20	5	75	6	70,631	1,072	61062,2198	0,00010	0,02029	0,02039	0,01693	0,085
24º TRAMO	143,45	765	15886	pvc	0,007	4,41	5	75	6	70,631	1,126	64151,7286	0,00010	0,02008	0,02019	0,01850	0,092
25º TRAMO	143,45	765	16651	pvc	0,007	4,63	5	75	6	70,631	1,180	67241,2374	0,00010	0,01989	0,02000	0,02013	0,101
26º TRAMO	143,45	765	17416	pvc	0,007	4,84	5	75	6	70,631	1,235	70330,7462	0,00010	0,01972	0,01982	0,02183	0,109
27º TRAMO	143,45	765	18181	pvc	0,007	5,05	5	30	6	84,757	0,895	61183,5459	0,00008	0,02020	0,02032	0,00980	0,049
28º TRAMO	143,45	765	18946	pvc	0,007	5,26	5	30	6	84,757	0,933	63758,1366	0,00008	0,02003	0,02015	0,01055	0,053
29º TRAMO	139,4b	744	19690	pvc	0,007	5,47	5	30	6	84,757	0,969	66261,4751	0,00008	0,01986	0,01999	0,01131	0,057
30º TRAMO	138,36	736	20428	pvc	0,007	5,67	5	30	6	84,757	1,006	68744,7122	0,00008	0,01973	0,01984	0,01206	0,060
	3630,29																
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCIARIA:																	1,769

Tabla 10. Diseño de tuberías del sector 8.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

Según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 10), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. Al final de este sector también será

necesario colocar una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN:6 atm durante 30 m y una tubería de PVC junta elástica con DN:90 mm; PN:6 atm durante 20 m, ya que los diámetros requeridos en estos metros son mayores debido a la velocidad que alcanza el agua dentro de la tubería y las pérdidas de carga producidas por ello.

3.9. SECTOR 9

En el sector nueve partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 137,25 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 245 m de longitud.

SECTOR 9		manq. GOT. 0,75m * 4L/h				MARCO DE PLANTACIÓN: 5'2,5 CEREZA											
TRAMO	m Pe	Q.L/H	Q. acum	Mater.	K	Q (l/sg)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/sg)	Nº Reynolds	K/D	f	F	Pc m/mtrs	P. Tramo
1º TRAMO	9,57	51	51	pvc	0,007	0,01	5	83	6	59,330	0,005	246,3700	0,00012	0,1281	0,10478	0,00000	0,000
2º TRAMO	26,67	142	193	pvc	0,007	0,06	5	83	6	59,330	0,0193	921,1751	0,00012	0,01833	0,01349	0,00002	0,000
3º TRAMO	39,7	242	405	pvc	0,007	0,11	5	83	6	59,330	0,041	1647,0639	0,00012	0,00601	0,01498	0,00007	0,000
4º TRAMO	45,14	241	646	pvc	0,007	0,18	5	83	6	59,330	0,065	3104,4310	0,00012	0,00400	0,014302	0,00016	0,001
5º TRAMO	46,35	247	893	pvc	0,007	0,25	5	83	6	59,330	0,090	4232,8220	0,00012	0,00276	0,01392	0,00027	0,001
6º TRAMO	49,11	252	1145	pvc	0,007	0,32	40	83	6	59,330	0,118	5951,9780	0,00012	0,00178	0,01357	0,00042	0,017
7º TRAMO	52,79	262	1410	pvc	0,007	0,40	5	83	6	59,330	0,144	8106,4873	0,00012	0,00142	0,01325	0,00051	0,003
8º TRAMO	56,47	301	1738	pvc	0,007	0,48	5	83	6	59,330	0,175	10763,3691	0,00012	0,00122	0,01325	0,00065	0,004
9º TRAMO	60,41	322	2060	pvc	0,007	0,57	5	83	6	59,330	0,207	13902,2324	0,00012	0,00123	0,01313	0,00075	0,006
10º TRAMO	65,16	348	2407	pvc	0,007	0,67	5	83	6	59,330	0,242	17572,0024	0,00012	0,00135	0,01291	0,00090	0,008
11º TRAMO	69,92	373	2780	pvc	0,007	0,77	5	83	6	59,330	0,279	21705,8195	0,00012	0,00156	0,01284	0,00104	0,010
12º TRAMO	74,16	393	3170	pvc	0,007	0,88	5	83	6	59,330	0,319	26287,6420	0,00012	0,00189	0,01291	0,00124	0,012
13º TRAMO	78,68	420	3595	pvc	0,007	1,00	5	83	6	59,330	0,361	31284,3681	0,00012	0,00233	0,01298	0,00134	0,015
14º TRAMO	83,19	444	4039	pvc	0,007	1,12	5	83	6	59,330	0,403	36647,3084	0,00012	0,00287	0,01333	0,00137	0,019
15º TRAMO	87,7	468	4507	pvc	0,007	1,25	5	83	6	59,330	0,445	42416,3518	0,00012	0,00351	0,01330	0,00142	0,023
16º TRAMO	109,58	584	5091	pvc	0,007	1,41	5	83	6	59,330	0,512	24475,4695	0,00012	0,00495	0,01264	0,00191	0,028
17º TRAMO	108,81	580	5172	pvc	0,007	1,38	5	83	6	59,330	0,510	27285,3038	0,00012	0,00424	0,01243	0,00199	0,034
18º TRAMO	108,05	576	5248	pvc	0,007	1,34	5	83	6	59,330	0,508	30035,0571	0,00012	0,00371	0,01281	0,00207	0,040
19º TRAMO	107,49	573	5321	pvc	0,007	1,29	5	83	6	59,330	0,495	32751,6423	0,00012	0,00324	0,01234	0,00203	0,047
20º TRAMO	107,23	572	5393	pvc	0,007	1,26	5	83	6	59,330	0,474	35540,0112	0,00012	0,00283	0,01233	0,01088	0,054
21º TRAMO	106,96	570	5463	pvc	0,007	1,22	5	83	6	59,330	0,450	38383,3674	0,00012	0,00246	0,01226	0,01120	0,062
22º TRAMO	106,7	569	5532	pvc	0,007	1,17	5	83	6	59,330	0,423	41281,0124	0,00012	0,00213	0,01223	0,01105	0,070
23º TRAMO	106,7	569	5602	pvc	0,007	1,13	5	83	6	59,330	0,394	44234,8374	0,00012	0,00182	0,01213	0,01177	0,079
24º TRAMO	106,93	570	5672	pvc	0,007	1,09	5	83	6	59,330	0,372	47246,4694	0,00012	0,00154	0,01205	0,01178	0,088
25º TRAMO	107,17	572	5743	pvc	0,007	1,05	5	83	6	59,330	0,349	50324,2549	0,00012	0,00137	0,01199	0,01198	0,097
26º TRAMO	107,18	572	5815	pvc	0,007	1,00	5	83	6	59,330	0,327	53472,2939	0,00012	0,00126	0,01195	0,01147	0,107
27º TRAMO	107,01	571	5886	pvc	0,007	0,96	5	83	6	59,330	0,304	56785,0891	0,00012	0,00120	0,01188	0,01105	0,118
28º TRAMO	106,83	570	5956	pvc	0,007	0,92	5	83	6	59,330	0,281	60257,4492	0,00012	0,00117	0,01182	0,01071	0,129
29º TRAMO	106,66	569	6026	pvc	0,007	0,88	5	83	6	59,330	0,258	63895,5676	0,00012	0,00116	0,01182	0,01035	0,140
30º TRAMO	109,27	613	6107	pvc	0,007	1,04	5	75	6	70,631	0,323	52521,0443	0,00010	0,00289	0,01200	0,01130	0,040
31º TRAMO	114,94	613	6187	pvc	0,007	1,01	5	75	6	70,631	0,313	55405,0490	0,00010	0,00289	0,01181	0,01122	0,071
32º TRAMO	114,81	612	6267	pvc	0,007	0,98	5	75	6	70,631	0,303	58377,3320	0,00010	0,00291	0,01182	0,01158	0,077
33º TRAMO	119,32	630	6348	pvc	0,007	1,10	5	75	6	70,631	0,311	61447,5480	0,00010	0,00333	0,01184	0,01152	0,083
34º TRAMO	123,83	660	6429	pvc	0,007	1,24	5	75	6	70,631	0,348	64714,4979	0,00010	0,00395	0,01188	0,01157	0,090
35º TRAMO	127,77	681	6511	pvc	0,007	1,33	5	75	6	70,631	0,383	68100,3037	0,00010	0,00468	0,01188	0,01190	0,097
36º TRAMO	129,75	692	6593	pvc	0,007	1,42	5	75	6	70,631	0,418	71610,7531	0,00010	0,00551	0,01192	0,01200	0,105
37º TRAMO	131,67	702	6675	pvc	0,007	1,52	5	75	6	70,631	0,455	75246,5539	0,00010	0,00645	0,01196	0,01205	0,112
38º TRAMO	131,78	708	6757	pvc	0,007	1,61	5	90	6	84,757	0,407	61913,5508	0,00008	0,00415	0,01187	0,01103	0,090
39º TRAMO	133,9	714	6839	pvc	0,007	1,71	5	90	6	84,757	0,442	64703,7415	0,00008	0,00500	0,01181	0,01104	0,094
40º TRAMO	135,01	720	6921	pvc	0,007	1,81	5	90	6	84,757	0,477	67593,8540	0,00008	0,00595	0,01180	0,01147	0,097
41º TRAMO	136,13	726	7003	pvc	0,007	1,91	5	90	6	84,757	0,513	70523,0678	0,00008	0,00690	0,01182	0,01124	0,091
42º TRAMO	137,25	732	7085	pvc	0,007	2,02	5	90	6	84,757	0,549	73593,3831	0,00008	0,00795	0,01186	0,01103	0,095
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCARIA:																	2,288

Tabla 11. Diseño de tuberías del sector 9.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

Según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 11),

por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm. Al final de este sector también será necesario colocar una tubería de PVC junta elástica con DN:75 mm; PN:6 atm durante 40 m y una tubería de PVC junta elástica con DN:90 mm; PN:6 atm durante 25 m, ya que los diámetros requeridos en estos metros son mayores debido a la velocidad que alcanza el agua dentro de la tubería y las pérdidas de carga producidas por ello.

3.10. SECTOR 10

En el sector diez partimos de las siguientes premisas:

- ✓ Longitud de la tubería lateral más desfavorable: 111,21 m de longitud.
- ✓ Tubería terciaria más desfavorable: 145 m de longitud.

Elección de tuberías:

- Laterales de riego

Para los laterales de riego se elige una tubería de PE con DN: 20 mm; espesor: 1,2 mm; PN: 0,5-3,5 atm.

- Tubería terciaria

El sector 10 está dividido en dos tramos y según la Excel de una empresa de riego con la que se ha realizado el cálculo, el diámetro interno mínimo recomendado para el inicio de la tubería terciaria en este sector, es 59,33 mm (Tabla 12), por lo que, haciendo uso del catálogo comercial, la primera tubería que cumple este criterio es la tubería de PVC junta elástica con DN:63 mm; PN:6 atm.

SECTOR 10

manj. GOT 0,75m² 4l/h

MARCO DE PLANTACIÓN: 5'2,5 CERFEZA

TRAMO	m Pe	QL/H	Q acum	Mater.	K	Q (lsg)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/sg)	Nº Reynolds	KD	f	F	Pc m/mtr	P T rano
1ª TRAMO	17,91	95	95	pvc	0,007	0,03	5	63	0	53,330	0,090	468,2035	0,00012	0,09330	0,08938	0,00001	0,000
2ª TRAMO	31,11	183	278	pvc	0,007	0,07	5	63	0	53,330	0,043	1254,0454	0,00012	0,00004	0,06727	0,00003	0,000
3ª TRAMO	31,33	187	465	pvc	0,007	0,12	5	63	0	53,330	0,043	2000,1341	0,00012	0,00000	0,04678	0,00008	0,000
4ª TRAMO	31,55	188	653	pvc	0,007	0,17	5	63	0	53,330	0,043	2869,0004	0,00012	0,00021	0,04405	0,00004	0,001
5ª TRAMO	31,92	170	823	pvc	0,007	0,21	5	63	0	53,330	0,077	3187,4733	0,00012	0,04183	0,04088	0,00021	0,001
6ª TRAMO	32,86	175	998	pvc	0,007	0,26	5	63	0	53,330	0,056	4659,0074	0,00012	0,03911	0,03952	0,00030	0,001
7ª TRAMO	33,8	180	1178	pvc	0,007	0,31	15	63	0	53,330	0,113	5394,0026	0,00012	0,03789	0,03036	0,00040	0,006
8ª TRAMO	27,44	146	1324	pvc	0,007	0,36	5	63	0	53,330	0,127	6100,1095	0,00012	0,03678	0,03643	0,00050	0,006
9ª TRAMO	105,54	593	1917	pvc	0,007	0,51	5	63	0	53,330	0,194	8001,1437	0,00012	0,03224	0,03210	0,00054	0,005
10ª TRAMO	105,69	599	2491	pvc	0,007	0,57	5	63	0	53,330	0,241	11941,1223	0,00012	0,02938	0,02933	0,00050	0,007
11ª TRAMO	107,85	575	3066	pvc	0,007	0,63	5	63	0	53,330	0,259	14301,0433	0,00012	0,02836	0,02836	0,00058	0,011
12ª TRAMO	109	591	3657	pvc	0,007	0,69	5	63	0	53,330	0,367	17101,5496	0,00012	0,02740	0,02745	0,00058	0,015
13ª TRAMO	109,88	596	4253	pvc	0,007	1,15	5	63	0	53,330	0,446	19318,8171	0,00012	0,02611	0,02617	0,00050	0,020
14ª TRAMO	110,22	598	4731	pvc	0,007	1,31	5	63	0	53,330	0,475	22744,8031	0,00012	0,02523	0,02523	0,00043	0,025
15ª TRAMO	110,55	590	5224	pvc	0,007	1,48	5	63	0	53,330	0,535	25675,2591	0,00012	0,02460	0,02469	0,00057	0,030
16ª TRAMO	110,88	591	5742	pvc	0,007	1,64	5	63	0	53,330	0,594	28422,1982	0,00012	0,02401	0,02410	0,00071	0,037
17ª TRAMO	111,21	593	6285	pvc	0,007	1,81	5	63	0	53,330	0,654	31271,5273	0,00012	0,02349	0,02359	0,00087	0,043
18ª TRAMO	110,92	592	7057	pvc	0,007	1,97	5	63	0	53,330	0,713	34117,4070	0,00012	0,02304	0,02314	0,00102	0,051
19ª TRAMO	109,73	595	7862	pvc	0,007	2,13	5	63	0	53,330	0,772	36938,8537	0,00012	0,02264	0,02274	0,00105	0,058
20ª TRAMO	87,46	408	8499	pvc	0,007	2,29	5	63	0	53,330	0,819	39713,3146	0,00012	0,02226	0,02245	0,00124	0,065
21ª TRAMO	76,75	409	9268	pvc	0,007	2,38	5	63	0	53,330	0,860	41141,1454	0,00012	0,02211	0,02222	0,00143	0,071
22ª TRAMO	70,48	370	9391	pvc	0,007	2,48	5	63	0	53,330	0,818	42948,1280	0,00012	0,02191	0,02201	0,00125	0,076
23ª TRAMO	54,41	290	9224	pvc	0,007	2,69	5	63	0	53,330	0,927	44943,2640	0,00012	0,02176	0,02186	0,00105	0,081
24ª TRAMO	49,01	281	9495	pvc	0,007	2,93	5	63	0	53,330	0,953	46999,0610	0,00012	0,02174	0,02174	0,00105	0,085
25ª TRAMO	43,6	233	9708	pvc	0,007	2,70	5	63	0	53,330	0,976	49717,7383	0,00012	0,02162	0,02163	0,00173	0,089
26ª TRAMO	16,95	90	9985	pvc	0,007	2,72	5	63	0	53,330	0,995	47852,3279	0,00012	0,02168	0,02168	0,00183	0,090
27ª TRAMO	100,16	534	10342	pvc	0,007	2,87	5	63	0	53,330	1,033	49720,3005	0,00012	0,02124	0,02135	0,00182	0,093
28ª TRAMO	2,7	14	14	pvc	0,007	0,00	5	63	0	53,330	0,001	69,2287	0,00012	0,30948	0,17782	0,00000	0,000
29ª TRAMO	18,88	101	115	pvc	0,007	0,03	5	63	0	53,330	0,012	593,3005	0,00012	0,09544	0,01146	0,00001	0,000
30ª TRAMO	29,83	199	274	pvc	0,007	0,06	5	63	0	53,330	0,028	1318,4238	0,00012	0,09564	0,09537	0,00004	0,000
31ª TRAMO	41,45	221	435	pvc	0,007	0,14	30	63	0	53,330	0,050	2380,0842	0,00012	0,04913	0,04933	0,00010	0,003
32ª TRAMO	48,57	259	754	pvc	0,007	0,21	5	63	0	53,330	0,070	3120,1949	0,00012	0,04191	0,04188	0,00010	0,001
33ª TRAMO	64,93	346	1101	pvc	0,007	0,31	5	63	0	53,330	0,111	4290,0078	0,00012	0,03731	0,03686	0,00019	0,002
34ª TRAMO	70,45	370	1470	pvc	0,007	0,41	5	63	0	53,330	0,148	7097,2708	0,00012	0,03425	0,03400	0,00014	0,003
35ª TRAMO	71,77	383	1899	pvc	0,007	0,52	5	63	0	53,330	0,187	8937,4179	0,00012	0,03211	0,03185	0,00019	0,005
36ª TRAMO	73,09	390	2249	pvc	0,007	0,62	5	63	0	53,330	0,228	10811,4032	0,00012	0,03050	0,03043	0,00134	0,007
37ª TRAMO	74,41	397	2646	pvc	0,007	0,73	5	63	0	53,330	0,266	12793,2440	0,00012	0,02922	0,02920	0,00177	0,009
38ª TRAMO	75,66	404	3049	pvc	0,007	0,85	5	63	0	53,330	0,306	14891,1294	0,00012	0,02817	0,02819	0,00228	0,011
39ª TRAMO	76,86	410	3469	pvc	0,007	0,96	5	63	0	53,330	0,348	16933,7916	0,00012	0,02729	0,02723	0,00284	0,014
40ª TRAMO	78,06	416	3910	pvc	0,007	1,08	5	63	0	53,330	0,389	19031,1012	0,00012	0,02654	0,02659	0,00347	0,017
41ª TRAMO	79,27	423	4336	pvc	0,007	1,19	5	63	0	53,330	0,432	20933,0446	0,00012	0,02588	0,02595	0,00416	0,021
42ª TRAMO	80,47	429	4727	pvc	0,007	1,31	5	63	0	53,330	0,475	22731,0654	0,00012	0,02529	0,02527	0,00462	0,025
43ª TRAMO	81,68	436	5183	pvc	0,007	1,43	5	63	0	53,330	0,519	24621,0000	0,00012	0,02477	0,02480	0,00575	0,029
44ª TRAMO	83,01	443	5606	pvc	0,007	1,59	5	63	0	53,330	0,563	26949,4252	0,00012	0,02430	0,02440	0,00609	0,033
45ª TRAMO	84,35	450	6098	pvc	0,007	1,68	5	63	0	53,330	0,608	29112,1172	0,00012	0,02387	0,02397	0,00703	0,038
46ª TRAMO	85,69	457	6663	pvc	0,007	1,81	5	63	0	53,330	0,654	31301,1012	0,00012	0,02348	0,02359	0,00818	0,043
47ª TRAMO	87,03	464	6977	pvc	0,007	1,94	5	63	0	53,330	0,701	33540,5722	0,00012	0,02312	0,02323	0,00982	0,049
48ª TRAMO	88,79	474	7450	pvc	0,007	2,07	5	63	0	53,330	0,749	35817,1036	0,00012	0,02279	0,02289	0,01103	0,055
49ª TRAMO	91	495	7936	pvc	0,007	2,20	5	63	0	53,330	0,797	38190,2584	0,00012	0,02248	0,02248	0,01235	0,062
50ª TRAMO	93,22	497	8433	pvc	0,007	2,34	5	63	0	53,330	0,847	40540,4129	0,00012	0,02218	0,02229	0,01376	0,069
51ª TRAMO	95,33	508	8941	pvc	0,007	2,48	5	63	0	53,330	0,898	42994,1017	0,00012	0,02190	0,02191	0,01528	0,076
52ª TRAMO	96,98	517	9469	pvc	0,007	2,63	5	63	0	53,330	0,950	45471,1457	0,00012	0,02164	0,02175	0,01689	0,084
53ª TRAMO	98,62	528	9995	pvc	0,007	2,77	5	63	0	53,330	1,003	47993,7135	0,00012	0,02140	0,02150	0,01861	0,093
54ª TRAMO	100,26	536	10519	pvc	0,007	2,92	5	63	0	53,330	1,057	50570,3300	0,00012	0,02117	0,02127	0,02043	0,102
GENERAL A+B			20862	pvc	0,007	5,79	120	110	0	103,692	0,088	57493,2251	0,00007	0,02041	0,02083	0,00478	0,574
	391157																
TOTAL PERDIDA DE CARGA SECUNDARIA + TERCERA:																	1,026

Tabla 12. Diseño de tuberías del sector 10.

4. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

Antes de proceder al diseño de las tuberías generales de impulsión desde el cabezal de riego hasta los hidrantes y la tubería general de aspiración balsa – caseta de riego, se resume la programación de riego que se ejecutará en la parcela, tomando de referencia las máximas necesidades hídricas del cultivo.

Este programa de riego se basa en cinco turnos de riego, agrupados en sectores, tal y como se explica en la Tabla 13. Están agrupados de manera que se facilite la realización del diseño hidráulico y el manejo de la plantación (por ejemplo, el sector uno y el sector cuatro son zonas bajas cercanas a la balsa, etc). En cada turno de riego se riegan aproximadamente el mismo número de hectáreas, de manera que haya una uniformidad la hora de la fertirrigación y no se complique la configuración de bombeo y la dosificación de abono.

	AGRUPACIÓN DE SECTORES	HECTÁREAS	CAUDAL (m ³ /h)	PRESION BOMBEO (m.c.a.)	TOTAL m ³ /día (4 L/m ² y día)	HORAS DE RIEGO
5 TURNOS DE RIEGO	S1+S4	4,44	48,8	33	177,6	3,64
	S2+S3	4,56	48,8	58	182,4	3,74
	S5+S10	4,31	46,4	103	172,4	3,72
	S6+S8	4,42	47,3	83	176,8	3,74
	S7+S9	4,18	45,2	83	167,2	3,70
		21,91	236,5			

Tabla 13. Programación de riego.

5. CÁLCULO DE LA TUBERÍA GENERAL DE IMPULSIÓN DESDE EL CABEZAL DE RIEGO HASTA LOS HIDRANTES

Se determinará el diámetro teniendo en cuenta el criterio de velocidad en la tubería principal de 1,5 m/s.

TUBERIAS GENERALES DE IMPULSION DESDE CABEZAL DE RIEGO HASTA HIDRANTES

TRAMO	m Pe	Q L/H	Q acum	Mater.	K	Q (l/s)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/s)	Nº Reynolds	K/D	f	F	Pc m/m	P Tramo
S4		3459	3459	pvc	0,007	5,43	430	125	16	101,451	1,003	51437,2580	0,00007	0,01993	0,01997	0,01996	4,215
S1		14683	46722	pvc	0,007	13,63	30	125	16	101,451	1,520	130607,8748	0,00007	0,01735	0,01744	0,01530	0,579
S2+S3		46418	46418	pvc	0,007	13,73	280	125	16	101,451	1,542	132572,4832	0,00007	0,01731	0,01740	0,01591	6,150
S10		20662	20662	pvc	0,007	5,79	400	125	10	113,036	0,577	52912,8040	0,00006	0,02077	0,02069	0,02014	1,256
S6		25419	46280	pvc	0,007	12,91	460	140	16	119,259	1,151	110095,7417	0,00006	0,01785	0,01785	0,01917	4,578
S8		20428	20428	pvc	0,007	5,67	310	125	10	113,036	0,565	51593,425	0,00006	0,02086	0,02069	0,02032	0,937
S9		26712	47140	pvc	0,007	13,09	560	140	16	119,259	1,172	112743,8946	0,00006	0,01779	0,01789	0,01952	5,785
S9		21306	21306	pvc	0,007	5,32	170	125	10	113,036	0,589	53731,6295	0,00006	0,02057	0,02060	0,02058	0,554
S7		24012	46317	pvc	0,007	12,59	680	140	16	119,259	1,127	108382,6246	0,00006	0,01752	0,01803	0,00579	0,600

Tabla 14. Diseño de la tubería general de impulsión desde el cabezal de riego hasta los hidrantes.

Se dispone de una tubería principal diseñada en función de los turnos de riego, tal y como se observa en la Tabla 14.

Los cálculos anteriores determinan un diámetro interior mínimo de 119,259 mm, por lo que mínimo será necesario instalar una tubería general de impulsión de PVC junta elástica con DN:125; PN:10. Debido a la velocidad que alcanza el agua dentro de la tubería y las pérdidas de carga producidas, finalmente se escoge una tubería general de impulsión de PVC con DN:140 mm; PN:16 para todos los sectores, excepto para los situados en cotas más altas (S8, S9, S10), que por motivos económicos, será suficiente colocar la tubería de PVC junta elástica con DN:125; PN:10.

6. CÁLCULO DE LA TUBERÍA GENERAL DE ASPIRACIÓN BALSA – CASETA

La tubería general de aspiración balsa – caseta de riego será una tubería de PVC junta elástica con DN:140 mm; PN:6 atm, tal y como demuestran los cálculos de la Tabla 15.

TUBERIA GENERAL ASPIRACION BALSA-CASETA

TRAMO	mPe	Q.L.H	Q. acum	Mater.	K	Q (l/sg)	Long PVC	Ø Nomin.	Atm.	Ø interior	V (m/sg)	N° Reynolds	KD	f	F	Pc m/mtrs	P. Tramo
GENERAL		5000	5000	pvc	0,007	13,89	200	140	6	131,846	1,017	10893,6531	0,00005	0,01789	0,01900	0,00721	1,442

Tabla 15. Diseño de la tubería general de aspiración balsa – caseta.

7. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego está constituido por el sistema de filtrado, el equipo de fertirrigación, los equipos de impulsión, llaves de paso, manómetros y contador para el control del uso del agua. Se deben calcular las características del cabezal, con el caudal y la presión de agua necesaria que necesita el agua para llegar de manera correcta.

- El mayor caudal necesario para regar es 50 m³/h.
- Para determinar la presión que debe llevar el agua para compensar las pérdidas de carga que ocurren a lo largo de toda la instalación, se tomará el sector 10, que es el más alejado del cabezal de riego.

La bomba como mínimo tiene que ser capaz de suministrar 9 kg de presión (ya que la caseta de riego donde se encuentra alojada la bomba está en la cota 960 snm y el punto más alto de la finca que hay que regar se encuentra en la cota 1045 snm).

La presión de bombeo (m.c.a) en el caso más desfavorable es:

$$20+1045-960+8 = 113 \text{ m.c.a} = 11,3 \text{ bar} = 11,3 \text{ kg/cm}^2$$

dónde:

- 20 m.c.a = la presión de trabajo
- 85 m.c.a = desnivel
- 8 m.c.a = suma de las pérdidas de carga

Por tanto, se necesita un bombeo capaz de impulsar 50 m³/h a 12 bar de presión, con variador de velocidad y pilotos reguladores de presión en cada hidrante de válvulas.

Se escoge la bomba centrífuga monobloc normalizada según la Norma EN733, de la serie IR, que funciona a 2900 rpm, en concreto la IR40-315B, capaz de impulsar 50 m³/h a 125 m.c.a con 45 kW (Figura 1):



MODELO/CARACTERÍSTICAS					2900 RPM																				
Tipo	P2		In (A)		ls / In	Q	H																		
	kW	HP	V 230/400	V 400/690			l/seg	0	1,1	1,7	2,2	3,3	4,4	5,6	6,4	6,9	7,8	8,3	9,2	9,7	10,6	11,7	12,5	13,9	15,3
						m ³ /h	0	4	6	8	12	16	20	23	25	28	30	33	35	38	42	45	50	55	
						l/min	0	67	100	133	200	267	333	383	417	467	500	550	633	700	750	833	917		
IR32-125SD	0,75	1	2,8/1,6		5,2		12	11,5	11	11	10	9	8	7											
IR32-125SC	1,1	1,5	4,1/2,4		5,1		18	17,5	17	17	16	15	14	13											
IR32-125SB	1,5	2	5,5/3,2		5,5		22	21,5	21,5	21	20	19	18	17											
IR32-125SA	2,2	3	8,0/4,6		4		26	25,5	25	25	24	23	22	21	20,5	19	18								
IR32-160SC	2,2	3	8,0/4,6		4		25,5	25	24,5	23	21	18													
IR32-160SB	3	4	10,5/6,0		4,6		32,5	32	31,5	31	29	27	25,5	24	20										
IR32-160SA	4	5,5	13,6/7,8		6,1		41	40,5	40	39,5	38	35	33	31	29	27									
IR32-160NC	3	4	10,5/6,0		4,6		29,5	29	29	28,5	27	25,5	24	22,5	20	18,5									
IR32-160NB	4	5,5	13,6/7,8		6,1		36,5	36	36	35,8	34,5	33	32	31	29	27,5	25	23							
IR32-160NA	5,5	7,5	10,5/6,1		6,7		43	42,5	42,5	42	41	40	39	38	36,5	34,5	32,5	31	30						
IR32-200N	4	5,5	13,6/7,8		6,1		56	55	54	52	48,5														
IR32-200NC	4	5,5	13,6/7,8		6,1		46	45	44	41,5	38,5	34,5	30	27,5											
IR32-200NB	5,5	7,5	10,5/6,1		6,7		53,5	53	53	52	50,5	47,5	45	43	38,5	35									
IR32-200NA	7,5	10	14,1/8,2		10,4		63	62,5	62,5	62	61,5	59,5	58	57,5	53,5	50	42,5	38,5							
IR32-250SE	7,5	10	14,1/8,2		10,4		62			57	56,5	56	53,5	52,5	49	45									
IR32-250SD	9,2	12,5	16,9/9,8		10,7		68			63	62	61	59,5	58,5	57	55	50								
IR32-250SC	11	15	19,5/11,3		11		76			71	70	69	68,5	68	67	65	62	60,5	56,5	50					
IR32-250SB	12,5	17	22,4/13,0		10,9		83			77	77	76,5	76	75,5	75	73	70	68	65	62	53				
IR32-250SAB	15	20	27,1/15,7		11,2		90			85	84,5	83,5	83	82,5	82	81	78	77	73,5	72	65	57			
IR32-250SA	17	23	30,6/17,7		11,2		98			93	92	91	91	90,5	90,5	90	88	87	85,5	83	79	72	64		

Figura 1. Diseño de la bomba centrífuga monobloc IR40-315B.



Figura 2. Diseño del variador de velocidad trifásico VR1B-21



Figura 3. Diseño del piloto regulador de presión 31-10R de 3 vías.

Lo idóneo, sería colocar dos bombas, una de más potencia para regar la parte baja de la finca, y una más pequeña para regar la parte alta, ya que estas bombas que funcionan a tantas rpm no suelen tener una vida muy larga.

El variador de velocidad seleccionado para esta bomba se trata de un cuadro diseñado para el control, la eficacia y el ahorro energético, útiles en equipos de presión. Pertenece a la gama VR1B, en concreto, el variador trifásico VR1B-21* de 55 kW, metálico, con rejillas de ventilación, ventilación forzada, talla de variador: 145 A (Figura 2):

*

En cuanto a los pilotos reguladores de presión, se escoge el modelo: piloto 31-10R de 3 vías (Figura 3), accionado mediante diafragma y cargado por muelle, diseñado para el control de válvulas hidráulicas reductoras de presión. Actúa como selector entre el puerto común y los otros dos puertos. El piloto drenará, presurizará o bloqueará la cámara de la válvula hidráulica mediante un factor entre la presión regulada y los valores de ajuste.

7.1. GRUPO ELECTRÓGENO

Para cumplir las necesidades eléctricas de la explotación se necesita un grupo electrógeno trifásico 400 V y 50 Hz de 72,5 KVA, funcionando a 1500 rpm con combustible diésel. Se suministrará de combustible a partir de un depósito de 1000 L.

En concreto, se escoge el grupo electrógeno refrigerado por aceite/agua, equipado con motor DEUTZ, D71: DEUTZ BF4M2012C, mostrado a continuación en la Figura 4.



Figura 4. Diseño del grupo electrógeno D71: DEUTZ BF4M2012C.

La caseta de riego es donde se encuentra ubicado el grupo, y está acondicionada con las salidas de humos y entradas de aire marcadas por la legislación.

7.2. SISTEMA DE FILTRADO

El equipo de filtrado puede constar de uno o varios elementos, dependiendo del tipo de filtrado (filtro de arena, malla, anilla o hidrociclones).

En el caso del proyecto, se va a emplear un hidrociclón, debido a que el agua proviene de cuatro pozos. Este filtro permite la retención de partículas con peso específico superior al agua, como la arena, por efecto de la fuerza centrífuga que se ejerce sobre el flujo que penetra en el filtro. Las pérdidas de carga que se producen estarán entre 2-3 m.c.a dependiendo del caudal de agua que circule por el filtro.

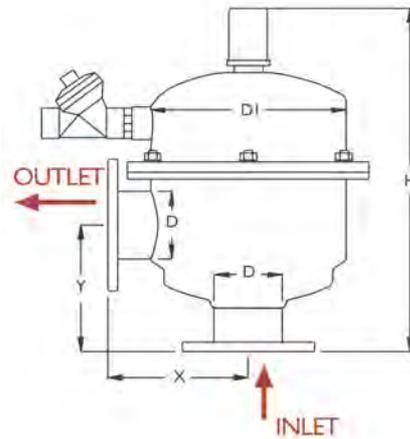


Figura 5. Diseño del filtro hidráulico vertical de malla AF-204S.

Situado después del hidrociclón, se instalará como filtro secundario un filtro hidráulico automático vertical de malla, en concreto, el AF-204S (Figura 5). Este tipo de filtro tiene 3100 cm^2 de superficie de malla y soporta hasta una tasa de flujo máxima de $90 \text{ m}^3/\text{h}$ a una presión de 16 atm. La pérdida de carga que sufre el flujo de agua ($50 \text{ m}^3/\text{h}$) a su paso por el filtro de malla elegido se sitúa en aproximadamente 1,5 m.c.a cuando se encuentre limpio.

Como también se dispone de un sistema de inyección de fertilizantes (fertirrigación), el filtro de malla se situará después del equipo de dosificación para impedir que pase fertilizante no disuelto a través del filtro.

7.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

El equipo de fertirrigación lo forma la bomba inyectora de fertilizante junto a tres depósitos anexos a esta. Los depósitos se encargan de almacenar las soluciones de fertilizante mineral, que se van a aplicar en la red cuando las necesidades de los cerezos lo requieran.

El depósito es de polietileno, material resistente a la corrosión que algunos fertilizantes puedan ocasionar. Se ha escogido una bomba inyectora como sistema de inyección de fertilizante.

7.4. VÁLVULAS DE MANEJO

En el caso de esta plantación, es necesario colocar 10 válvulas, una de ellas en cada sector, con el fin de poder regular la apertura y cierre de agua en cada uno de ellos de forma independiente. Estas van situadas entre la tubería general y la terciaria del sector que se quiere regular.

Dichas válvulas están especialmente diseñadas y construidas para funciones de regulación hasta altas presiones. En este caso se han elegido las válvulas hidráulicas operadas con un diafragma patentado sin muelle, fabricadas con materiales de alta calidad, siendo la tapa y el cuerpo principal de fundición de hierro, recubiertos con Rilsan. Esta membrana patentada elimina la necesidad de

un muelle metálico para el cierre, lo que elimina totalmente el mantenimiento de la válvula. El especial diseño hidráulico permite el cierre y apertura gradual y preciso de la válvula. Los pasos internos de las válvulas de la serie RAF tienen un magnífico comportamiento hidrodinámico, además su recubrimiento está hecho con materiales de muy baja fricción, lo que permite un flujo equilibrado en ambas direcciones y muy baja pérdida de carga a través de la válvula.

Debido a la sencillez en su montaje, para el caso estudiado, se escogen las válvulas VICTAULIC, detalladas abajo en la Figura 6:

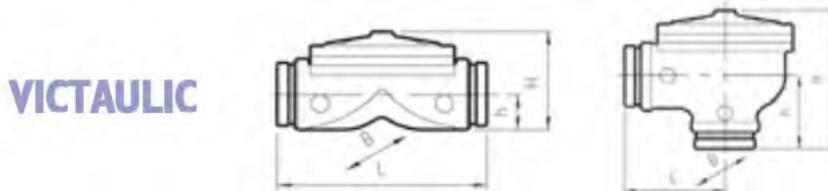


Figura 6. Diseño de la válvula de manejo VICTAULIC.

También se colocarán 10 válvulas de 2 vías, una por cada válvula hidráulica de manejo.

La apertura y cierre de este dispositivo es accionado por unos micro tubos de polietileno que se entierran junto a la red principal de riego y son accionados por unos solenoides situados en el hidrante de riego.

El solenoide elegido para este caso es el solenoide de 3 vías AQUATIVE AC/DC, debido a su fácil adaptación a cualquier tipo de válvula hidráulica. Su diseño, con las partes eléctrica e hidráulica separadas, permite trabajar con aguas de baja calidad. Además, la parte hidráulica tiene grandes pasos para evitar obturaciones (2 mm de orificio de paso). También incorpora un actuador manual (automático, abierto o cerrado) que permite accionar la válvula hidráulica en la posición deseada.



Figura 7. Diseño del solenoide AQUATIVE AC/DC.

7.5. ELEMENTOS DE MEDIDA

7.5.1. MANÓMETRO

Es un dispositivo de control de la presión entre dos puntos del sistema. Se debe conocer la presión para evitar problemas en los equipos. Se tienen que colocar manómetros antes y después de los filtros, para conocer el momento idóneo para realizar la limpieza de los mismos. También se colocará uno en cada válvula de manejo. El manómetro que se usará es un manómetro de riego de glicerina de 0 a 16 atm, resistente a caídas de presión accidentales y a golpes de ariete.

7.5.2. CONTADOR

Es un elemento de medida de la cantidad de agua consumida, debe localizarse entre los sistemas de filtrado. El contador que instalemos debe admitir el caudal que va a pasar por ambos filtros. Las pérdidas de carga en el contador son mínimas, por lo que no se tienen en cuenta.

7.5.3. PROGRAMADOR DE RIEGO

En este caso se instala el programador de riego Agrónic 4000 con vía radio, equipado para el control del riego, fertilización, pH, bombeo y limpieza de filtros, con detección de averías y posibilidad de telegestión de datos vía PC o por teléfono móvil. Además, ofrece por medio de sensores climáticos o de cultivo el influenciar en las condiciones de inicio o en las unidades de riego y fertilizantes.

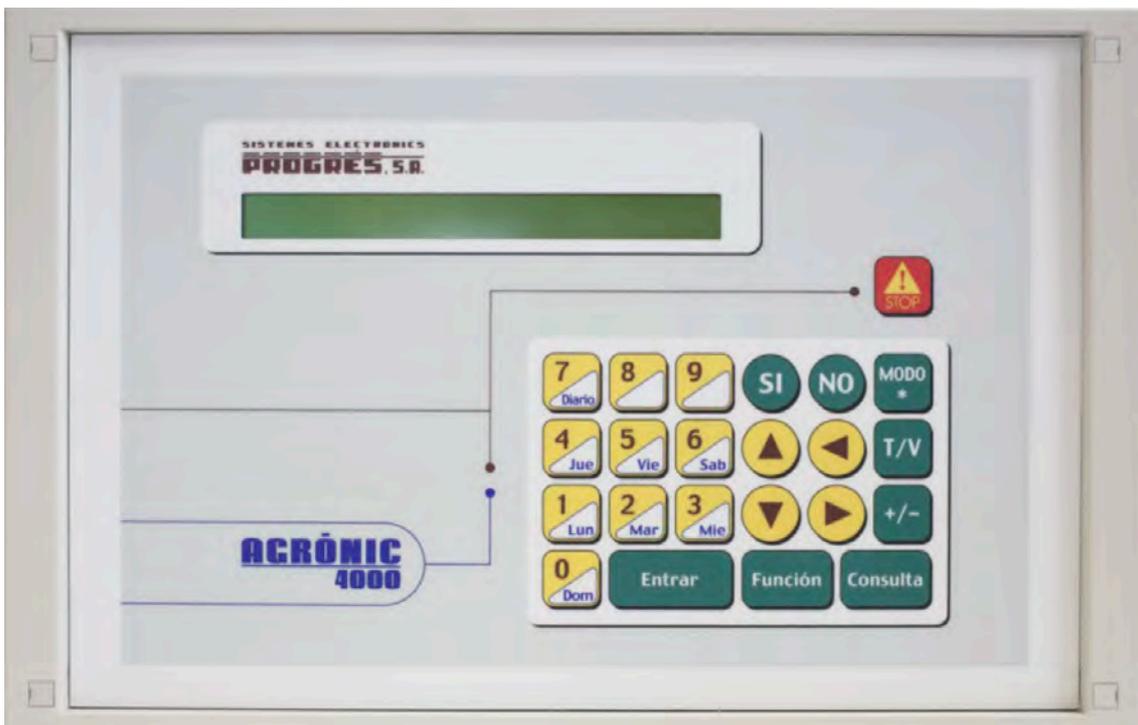


Figura 8. Diseño del programador de riego Agrónic 4000.

7.5.4. ELEMENTOS SINGULARES

Los elementos singulares son aquellos dispositivos (uniones, codos, etc.) que permiten realizar uniones entre tuberías y conectar estas con todos los puntos de la parcela.

- La unión entre tuberías de PVC se realizará mediante junta elástica para diámetros de tubo mayores o igual a 63 mm de diámetro y por encolado en diámetros inferiores. Para el caso de PE, las uniones son llevadas a cabo mediante juntas mecánicas.
- Cada tubería terciaria de cada sector tendrá una llave de limpieza al final de la misma, que permitirá vaciar por completo todo el sistema de tuberías.
- Se instalará una válvula antisifón para cada lateral de riego, evitando así posibles obturaciones.

8. RESUMEN DEL DIMENSIONADO DE LA RED HIDRÁULICA

En función de la velocidad del agua dentro de la tubería y de las pérdidas de carga producidas, se dimensionan las tuberías necesarias para la instalación de riego de esta plantación. En la Tabla 16 se muestra el tipo de tubería utilizada en cada sector y los metros que se necesitan de cada una de ellas.

SECTOR	LATERAL	TERCIARIA	DISTRIBUCIÓN
1	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 2730 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 205 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 30 m
2	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4786 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 300 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 40 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 260 m
3	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4344 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 305 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 30 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 260 m
4	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 6402 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 425 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 20 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 420 m
5	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4769 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 125 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 55 m PVC DN: 90 mm PN: 6 atm 80 m PVC DN: 110 mm PN: 6 atm 95 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 450 m
6	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 5008 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 290 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 35 m PVC DN: 90 mm PN: 6 atm 20 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 550 m
7	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 4450 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 355 m	PVC DN: 140 mm PN:16 atm 680 m
8	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 3830 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 100 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 45 m	PVC DN: 125 mm PN:10 atm 310 m
9	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 3994 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 175 m PVC DN: 75 mm PN: 6 atm 35 m PVC DN: 90 mm PN: 6 atm 45 m	PVC DN: 125 mm PN:10 atm 170 m
10	PE DN:20mm; PN:0,5-3,5; e:1,2 mm 3911 m	PVC DN: 63 mm PN: 6 atm 305 m	PVC DN: 125 mm PN:10 atm 400 m

Tabla 16. Dimensionado de laterales, tuberías terciarias y de distribución para cada sector.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aiguapres. (2016). Aiguapres - Bombas de Agua. <https://www.aiguapres.es/>
- Catálogo variador de velocidad Altivar Machine ATV320 | Schneider Electric. (2016).https://www.se.com/es/es/download/document/DIA2ED2160311ES_ATV320
- Filtración agricultura, Filtros para riego por goteo | Fernández. (2021). <https://www.toro.com/es-mx/agriculture/irrigation-filtration>
- Grupos electrogenos trifásicos 400v - 50 hz - 3000 rpm. (2017, November 3). Tecnoplus.es. <http://www.tecnoplus.es/grupos-electrogenos-trifasicos-400v-50hz-3000-rpm>
- Sistemas de riego – Regaber. (2021, July 7). Regaber. <https://regaber.com/>

ANEJO 15:
ANÁLISIS ECONÓMICO

ÍNDICE DEL ANEJO 15

1. INTRODUCCIÓN
2. CONSIDERACIONES PREVIAS
3. ESTUDIO ECONÓMICO DE LA CONCESIÓN DE AGUA
4. CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD DE CULTIVOS AGRÍCOLAS
 - 4.1 RENTABILIDAD DEL CEREAL DE INVIERNO
 - 4.2 RENTABILIDAD DE LAS PLANTACIONES DE CEREZO
 - 4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CONCESIÓN SOLICITADA
5. AMORTIZACIÓN E INTERÉS DEL INMOVILIZADO MATERIAL DE LA INVERSIÓN
 - 5.1 PLANTACIÓN
 - 5.2 SISTEMA DE RIEGO
 - 5.3 INSTALACIÓN DE MALLAS ANTI-GRANIZO Y VENTILADORES
6. INGRESOS DE LA EXPLOTACIÓN
7. COSTES DERIVADOS DEL MANEJO
8. ANÁLISIS DE FINANCIACIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD
 - 8.1 VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN)
 - 8.2 TASA DE RENDIMIENTO INTERNO (TIR)
 - 8.3 PAYBACK
9. CONCLUSIONES

ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO 15

1. PRECIOS DE VARIEDADES DE CEREZA
2. INGRESOS DE LA PLANTACIÓN
3. GASTOS IMPLANTACIÓN EN UNA FINCA DE CEREZO CON UN MARCO DE PLANTACIÓN DE $5 \times 2,5$ M.
4. GASTOS DE MANEJO EN UNA FINCA DE CEREZO CON UN MARCO DE PLANTACIÓN DE $5 \times 2,5$ M
5. BENEFICIO EN UNA FINCA DE CEREZO CON UN MARCO DE PLANTACIÓN DE $5 \times 2,5$ M
6. ANÁLISIS DE FINANCIACIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN

El estudio económico tiene por objetivo conocer la cuantía de la inversión necesaria para la realización de la plantación, así como hacer la previsión de los ingresos y gastos anuales, y por tanto, del beneficio total. También se calculará el VAN, el TIR y el *payback* o tasa de retorno, que se detallarán posteriormente.

La vida útil del proyecto, a efectos de evaluación, es de 20 años, que es la vida útil de los árboles hasta el fin del estado de plena producción, a partir de este año la plantación entrará en la fase de envejecimiento, en la que el árbol sigue produciendo, pero la producción va descendiendo.

La estimación de la producción será de 15.000 kg/ha los años de plena producción, considerando una media de precios de la última década:

VARIEDAD	PRECIO MEDIO
Sonata	2 €/kg
Lapins	1,6 €/kg

Tabla 1. Precios de variedades de cereza.
Fuente: (MAPAMA, 2019)

Durante los dos primeros años se considera que no hay producción. Ambas variedades llegan a producción de 5.000 kg/ha en el tercer año, 12.000 kg/ha en el cuarto y 15000 kg/ha en el quinto y sucesivos.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

No se consideran en este apartado las acciones correspondientes a la perforación de los cuatro pozos ni a la construcción de la casete de servicio y la balsa de regulación, dado que se encuentran ya ejecutados, así como la maquinaria ya que también está amortizada de anteriores usos de la finca.

Por tanto, las acciones a tener en cuenta en esta fase son las siguientes:

- Implantación del cultivo: se procederá a la plantación de los cerezos tal y como se ha descrito anteriormente estos en base a un marco de 5 x 2,5 m.
- Instalación de la red de conducciones y elementos auxiliares de la red de riego: para alojar las conducciones se excavarán una serie de zanjas con las dimensiones indicadas anteriormente. El movimiento de tierras asociado al alojamiento de las conducciones, suponiendo una profundidad media de excavación de un metro, será de 8164 m³ de tierra. Previamente a las excavaciones se procederá a separar el horizonte fértil para volver a depositarlo sobre el terreno una vez finalizada la operación. No se prevé la generación de excedentes de tierra ya que la mayor parte de la tierra excavada se empleará para el recubrimiento de las conducciones aprovechándose el resto dentro de la misma parcela. Finalmente se situarán los laterales de riego sobre el terreno.

- Tareas generales de mantenimiento de la maquinaria que participe en las obras.
- Adquisición de diez ventiladores antihelada e instalación de mallas antigranizo para las 14,5 ha de superficie que ocupa la plantación de la variedad Sonata.

Se estima que la ejecución de las obras necesarias tendrá una duración de seis meses.

Para llevar a cabo este proyecto se va a proceder a pedir un préstamo de una parte del presupuesto (400.000€) el cual se contratará con un interés del 5% a 15 años. Se procede a una estimación de los costes de manejo y producción, los cuales se han obtenido de un cálculo externo de conceptos como horas de trabajo de personal, maquinaria y costes indirectos.

3. ESTUDIO ECONÓMICO DE LA CONCESIÓN DE AGUA

La rentabilidad de la transformación en relación con el cultivo de cereal o almendro de secano tradicional está ampliamente contrastada por la extensión de regadío existente en el entorno.

La mayoría de las parcelas que no disponen de agua de riego están siendo abandonadas progresivamente, hecho que debe ser considerado porque supone una importante pérdida no solo desde el punto de vista económico, sino también desde el social con el importante número de jornales adicionales que supone una plantación de frutales con relación al cereal de secano.

Debido a la escasez de la zona y al cultivo elegido, el mejor sistema de regadío posible es el riego por goteo, que presenta las siguientes ventajas:

- Asegura el caudal de agua necesario en cada momento para el adecuado cultivo de los leñosos. Mediante el sistema de riego por goteo se aporta a cada variedad y especie de leñosos sólo la cantidad exacta de agua que necesita y en el momento óptimo.
- Produce un considerable ahorro de agua, pues la eficiencia de riego por goteo es mucho mayor que la de los demás sistemas de riego porque no se desperdicia nada de agua por escorrentía o infiltración y sólo se riegan las líneas de árboles y no las calles.
- En cada riego sólo se aporta la dosis necesaria de agua por las necesidades moderadas en cuanto a altura manométrica y caudal que hace que el consumo de energía eléctrica sea también moderado.
- Permite realizar a través del mismo sistema de riego el mejor abonado, pues los nutrientes se aportan en las cantidades, concentraciones y momentos exactos en los que los frutales los necesitan.
- Es muy eficaz contra malas hierbas, pues prácticamente las elimina de las calles entre los árboles.

Por todo ello los frutales regados por goteo están produciendo cosechas mayores que los regados por sistemas tradicionales y, lo que es más importante, dan productos de mayor calidad, por lo que este sistema de riego se está imponiendo claramente sobre los tradicionales.

Además, desde el punto de vista de la sociedad, su gran capacidad de ahorro de agua y energía, lo convierte en el sistema mas respetuoso con la distribución de agua y con el medio ambiente.

4. CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

4.1. RENTABILIDAD DEL CEREAL DE INVIERNO

Debido a la orografía de la zona, la única alternativa viable a la plantación de frutales es el cultivo de cereal de secano. Según las producciones medias de cereal de invierno de 1982 a 2013 del Informe del Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes del Gobierno de Aragón - “Análisis de la producción de cereales de invierno en Aragón” de octubre de 2013, aplicando un precio medio de venta de 0,20 €/kg y considerando un porcentaje de gastos del 40%, las rentabilidades para el cereal de secano se muestran a continuación:

- Producción media del cereal de secano = 1.937 kg/ha
- Ingresos por producción = 387, 40 €/ha
- Gastos (40%) = 154,96 €/ha
- Ingresos por PAC = 80 €/ha
- Rendimiento líquido neto = 312 €/ha

La tendencia de la rentabilidad del cultivo de secano en el futuro es el estancamiento o la disminución y además, todo con ello con una alta dependencia de las subvenciones procedentes de la PAC.

4.2. RENTABILIDAD DE LAS PLANTACIONES DE CEREZOS

Aunque con una gran variabilidad por la oscilación de los precios de ventas en campaña, las rentabilidades estimadas de las plantaciones de cerezo son las siguientes:

- Producción media de cereza = 15.000 kg/ha
- Precio medio de venta en el mercado variedad Sonata = 2,7 €/kg
- Precio medio de venta en el mercado variedad Lapins = 2,5 €/kg
- Ingresos brutos/ha variedad Sonata = 40.500 €
- Ingresos brutos/ha variedad Lapins = 37.500 €
- Gastos de producción (70%)
- Rendimiento líquido por hectárea de cerezo variedad Sonata= 12.150 €
- Rendimiento líquido por hectárea de cerezo variedad Lapins= 11.250 €

4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CONCESIÓN SOLICITADA

Las parcelas que se solicita incluir en la concesión de agua subterránea ocupan una superficie total de 254.077 m² destinados al cerezo. Según lo anterior, las rentabilidades económicas totales suponiendo todo cultivado con cereal en secano y por frutales, en este caso cerezo, para las que se solicita concesión, serían las siguientes:

- Hectáreas cultivadas de cereal de secano: 7.927 €
- Hectáreas cultivadas con cerezo regados a goteo: 148.635 €

Estos datos ponen de manifiesto de forma clara la rentabilidad económica de la concesión solicitada.

5. AMORTIZACIÓN E INTERÉS DEL INMOVILIZADO MATERIAL DE LA INVERSIÓN

Para el cálculo del desgaste sufrido por los activos inmovilizados utilizados en este proyecto y su correspondiente amortización se utiliza una esperanza de vida tanto del sistema de riego como de la instalación de separación de 20 años. Por otro lado, debido a la caída de rendimiento de los árboles por su envejecimiento a partir del año 15, se decide que el último año tras la recolección se realizará su sustitución, por lo que estos carecen de valor residual al finalizar el periodo de 15 años contemplado para esta plantación.

5.1. PLANTACIÓN

$$\text{Coste de Amortización} = \frac{\text{Coste de Formación} + \text{Coste de Arranque}}{\text{Nº de años de vida productiva}}$$

$$\text{Coste de Amortización} = \frac{670.774,80 + 5.000}{20} = 33.788,74 \text{ €/año}$$

$$\text{Coste de Formación} = \text{Inversión Año 1} (1 + 0.03)^4 + \text{Inversión Año 2} (1 + 0.03)^3 + \text{Inversión Año 3} - \text{Ingresos Año 3} (1 + 0.03)^2 + \text{Inversión Año 4} - \text{Ingresos Año 4} (1 + 0.03)$$

$$\text{Coste de Formación} = 121.411,10 (1 + 0.03)^4 + 121.711,60 (1 + 0.03)^3 + 31.787,90 (1 + 0.03)^2 + 356.703,10 (1 + 0.03) = 670.774,80$$

$$\text{Coste de Interés} = \frac{\text{Coste de Formación}}{2} \times 0,03$$

$$\text{Coste de Interés} = \frac{670.774,80}{2} \times 0,03 = 10.061,62 \text{ €/año}$$

5.2. SISTEMA DE RIEGO

$$\text{Coste de Amortización} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor residual}}{N^{\circ} \text{ de años}}$$

$$\text{Coste de Amortización} = \frac{172.659,95 - 0}{10} = 17.266 \text{ €/año}$$

$$\text{Coste de Interés} = \frac{\text{Valor inicial} + \text{Valor residual}}{2} \times 0,03$$

$$\text{Coste de Interés} = \frac{172.659,95 + 0}{2} \times 0,03 = 2.589,90 \text{ €/año}$$

5.3. MALLAS ANTI-GRANIZO Y VENTILADORES

$$\text{Coste de Amortización} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor residual}}{N^{\circ} \text{ de años}}$$

$$\text{Coste de Amortización} = \frac{235.000 - 11.750}{20} = 11.162,50 \text{ €/año}$$

$$\text{Coste de Interés} = \frac{\text{Valor inicial} + \text{Valor residual}}{2} \times 0,03$$

dónde:

Valor residual = 5% del Valor inicial

$$\text{Coste de Interés} = \frac{235.000 + 11.750}{2} \times 0,03 = 3.701,25 \text{ €/año}$$

6. INGRESOS DE LA EXPLOTACIÓN

Los ingresos de la explotación se calculan multiplicando la producción de cada variedad por el precio fijado al principio del Anejo.

Variedad SONATA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 y siguientes
Superficie cultivada (ha)	14,5				
Precio (€/kg)	2				
Ingresos (€/año)	0	0	145.00	348.000	435.000
Variedad LAPINS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 y siguientes
Superficie cultivada	10,9				
Precio (€/kg)	1,6				
Ingresos (€/año)	0	0	87.200	209.280	261.600
TOTAL (€)	0	0	232.200	557.280	696.600

Tabla 2. Ingresos de la plantación.

7. COSTES DERIVADOS DEL MANEJO

En toda elaboración de costes de producción de una explotación frutícola, de todos es bien sabido que la dimensión de esta es uno de los factores más importantes, ya que a mayor superficie menores son los costes de producción.

Los gastos que a continuación van a ser mostrados van a ser desglosados para las diferentes fases del cultivo y en dichos costes se incluyen los siguientes parámetros:

GASTOS IMPLANTACIÓN	136.389,50 €
---------------------	--------------

Tabla 3. Gastos implantación en una finca de cerezo con un marco de plantación de 5 x 2,5 m.

IMPORTE TOTAL (€/ha y año)					
	1º AÑO	2º AÑO	3º AÑO	4º AÑO	5º AÑO Y SIGUIENTES
GASTOS DE PODA	110	230	400	400	400
MANTENIMIENTO DE MALLA ANTI-GRANIZO EN INVIERNO	-	-	200	200	200
MANTENIMIENTO DE MALLA ANTI-GRANIZO EN VERANO	-	-	200	200	200
TRITURAR LEÑA DE PODA	30	30	30	30	30
RIEGO	340	420	560	600	600
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	340	340	780	900	900
SIEGA MECÁNICA	150	150	150	150	150
TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	100	250	400	400	400
ESTERCOLADO	250	250	250	150	150
RECOLECCIÓN	-	-	10.000	10.000	10.000
MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	-	-	65.000	65.000	65.000
MANTENIMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO	50	50	100	200	300
COSTES VARIABLES (3% total)	41,10	51,60	2.342,10	2.346,90	2.249,90
TOTAL GASTOS/ha	1.411,10	1.771,6	80.412,10	80.576,90	80.679,90
HORAS DE TRABAJO DE PERSONAL	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
TOTAL	121.411,10	121.711,60	200.412,10	200.576,90	200.679,90

Tabla 4. Gastos de manejo en una finca de cerezo con un marco de plantación de 5 x 2,5 m

BENEFICIO (€)	
AÑO 1	0
AÑO 2	0
AÑO 3	31.787,90
AÑO 4	356.703,10
AÑO 5 Y SIGUIENTES	495.920,10

Tabla 5. Beneficio en una finca de cerezo con un marco de plantación de 5 x 2,5 m

8. ANÁLISIS DE FINANCIACIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Los fondos utilizados para la realización de la plantación y su puesta en marcha han sido obtenidos de un préstamo bancario a empresa, el cual se trata de un préstamo de tipo francés, por lo que todos los años se realiza el pago de una cuota constante y en la que la proporción entre intereses y la amortización del principal va cambiando a favor de esta última. Esto se traduce en que se aplica el tipo de interés al principal que resta por amortizar cada año y la diferencia entre el interés y la cuota se destina a amortizar el préstamo.

Dicho proceso se repite cada año hasta que se haya devuelto la totalidad del préstamo obtenido en el año inicial. Por otro lado, se han acordado las siguientes condiciones:

- El préstamo se concede a un tipo de interés del 5%.
- Se establece dicha operación para un horizonte temporal de 15 años.

La Tabla 6 muestra la evolución del préstamo a lo largo de todo el periodo de devolución, reflejando tanto el pago de los intereses realizados cada año como la parte de la cuota destinada a devolver la cuantía obtenida, así como la cantidad restante. Además, se detalla el estudio de viabilidad del proyecto, analizando los flujos de caja anuales, representándose tanto los cobros como los pagos estimados para el periodo de la inversión, junto con los flujos de caja y sus valores acumulados.

ANO	COBRO ORD	COBRO EXTR	COBRO FINAN	SUBVENC	PAGO ORD	PAGO EXTR	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0			400.000						799.058	-399.058
1	0				121.411		37.958	9.840	0	-169.209
2	0				121.712		37.958	9.840	0	-169.510
3	232.200				200.412		37.958	9.840		-16.010
4	557.280				200.577		37.958	9.840		308.905
5	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
6	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
7	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
8	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
9	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
10	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
11	696.600				200.680	172.660	37.958	9.840		275.462
12	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
13	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
14	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
15	696.600				200.680		37.958	9.840		448.122
16	696.600				200.680			9.840		486.080
17	696.600				200.680			9.840		486.080
18	696.600				200.680			9.840		486.080
19	696.600				200.680			9.840		486.080
20	696.600				200.680			9.840		486.080
21	0				0			0		0
22	0				0			0		0
23	0				0			0		0
24	0				0			0		0
25	0				0			0		0

Pay Back=6

RESULTADOS

Tasa Actualización (%) 5,00%

VAN 3.500.019,01 €

TIR 29,35%

PRÉSTAMOS CUOTA CONSTANTE

Importe 400.000,00 €

Interés 5,00%

Amortización 15 años

Cuota Mensual 3.163,17 €

Cuota Anual 37.958,09 €

Total Pagado 569.371,41 €

CÁLCULO INTERÉS PRÉSTAMO

Importe 180.000,00 €

Amortización 10 años

Cuota mensual 2.378,71 €

Interés 10,0%

Tabla 6. Análisis de financiación y análisis de rentabilidad del proyecto.

8.1. VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN)

El VAN es un indicador fundamental a la hora de determinar la viabilidad del proyecto. Si su valor es superior a 0, se puede afirmar que es un proyecto viable. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

dónde:

- t: es cada uno de los 20 años de vida de la plantación.
- n: se trata del total de años, es decir, 20 en este caso.
- I_0 : es el desembolso inicial correspondiente a la instalación.
- F_t : hace referencia a cada uno de los flujos de caja correspondientes a cada año.
- I: es el tipo de interés de referencia.

Aplicando la ecuación expuesta, se obtiene un $VAN = 3.500.019,01\text{€} > 0$

Este resultado quiere decir que el proyecto será rentable desde el punto de vista económico.

8.2. TASA DE RENDIMIENTO INTERNO (TIR)

La TIR puede definirse como el tipo de interés de la inversión realizada. Para su cálculo, se determina el tipo de interés para el que el VAN del proyecto es 0. Este planteamiento genera la siguiente fórmula para la obtención del TIR:

$$0 = -inversión + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$$

dónde:

- t: es cada uno de los 20 años de vida de la plantación.
- n: se trata del total de años, es decir, 20 en este caso.
- Inversión: es el desembolso inicial correspondiente a la ejecución del proyecto.
- F_t , hace referencia a cada uno de los flujos de caja correspondientes a cada año.

De esta manera, se obtiene para esta plantación un TIR del 29,35%. Comparando el resultado con el coste de financiación (5%), el proyecto también supera el filtro de viabilidad del análisis del TIR.

8.3. PAYBACK

El *payback* o plazo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Es un método estático para la evaluación de inversiones. Se expresa en periodos del proyecto, siendo en este caso años.

Analizando la columna de flujos acumulados se observa que se consigue el retorno de la inversión en el año 6, cuando los flujos acumulados pasan a ser positivos.

9. CONCLUSIONES

Una vez analizados los factores económicos, como son el VAN, TIR y *payback*, se puede afirmar que el proyecto estudiado de la plantación de 25,4 ha de cerezo en sistema intensivo en el término municipal de Castejón de Alarba (Zaragoza) es viable económicamente.

La inversión será recuperada en el año 6: es a partir de este año cuando se empezarán a obtener beneficios.

Se observa una Tasa de Rendimiento Interno alta, debido a que en esta explotación la maquinaria, tanto la agrícola como las cámaras frigoríficas, máquina seleccionadora y la central y equipos de frío, están amortizados de anteriores usos de la finca.



Universidad
Zaragoza

PLANOS

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL

MENCIÓN: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN DE 25,4 HA DE CEREZO
(*Prunus avium*) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN DE ALARBA
(ZARAGOZA)**

***PROJECT OF A 25,4 HA CHERRY TREE (*Prunus avium*)
PLANTATION WITH A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF CASTEJÓN DE ALARBA (ZARAGOZA)***

Autora:

ALBA GARCÍA SÁEZ

Directores:

CLARA MARTÍ DALMAU
PABLO MARTÍN RAMOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020/2021

RELACIÓN DE PLANOS

PLANO 1: UBICACIÓN DE LAS PARCELAS

PLANO 2: LÍNEAS DE PLANTACIÓN, UBICACIÓN DE POZOS, Balsa Y CASETA DE RIEGO

PLANO 3: SECTORIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

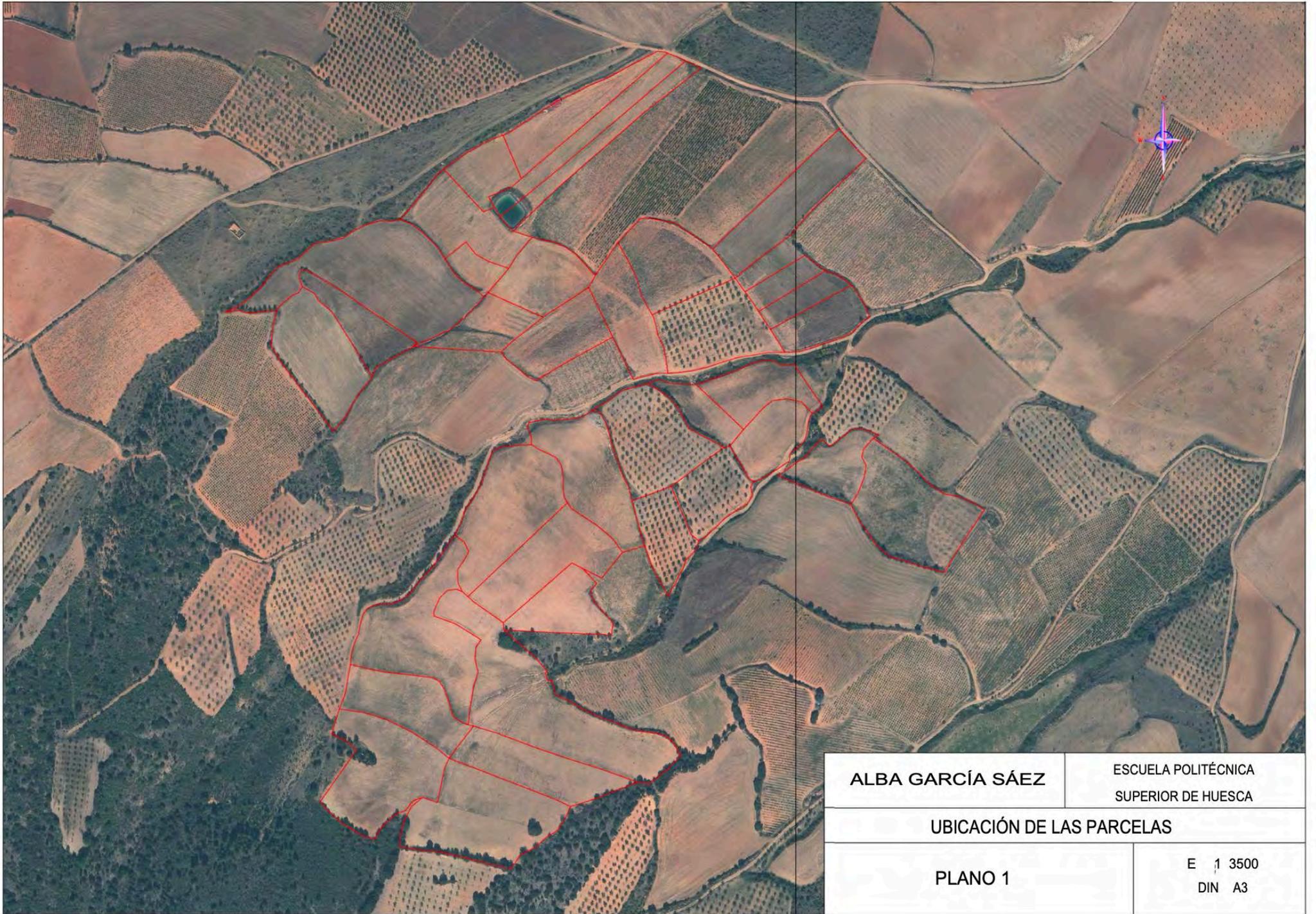
PLANO 4: LONGITUD DE LAS LÍNEAS DE PLANTACIÓN DE CADA SECTOR

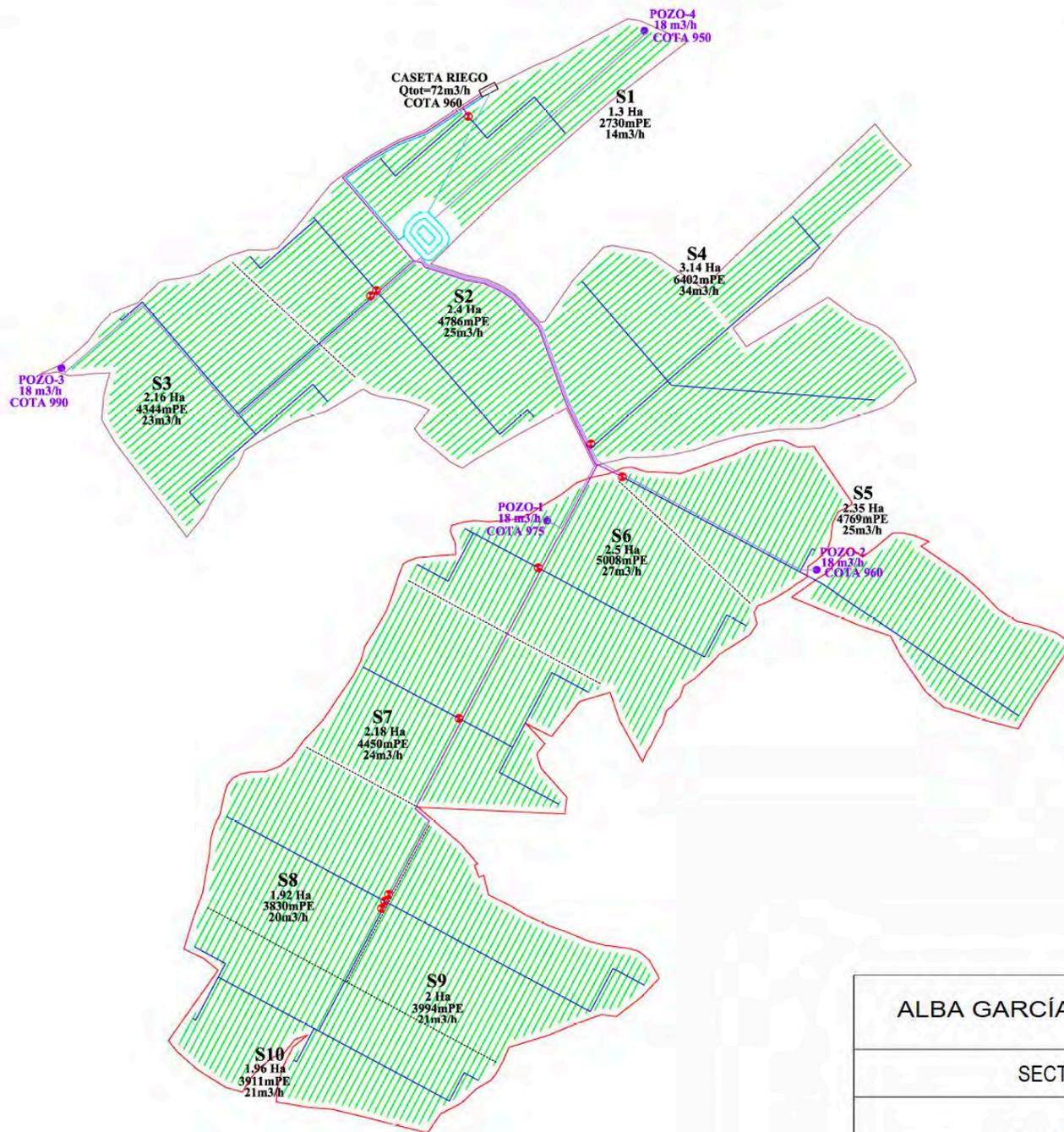
PLANO 5: DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

PLANO 6: DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

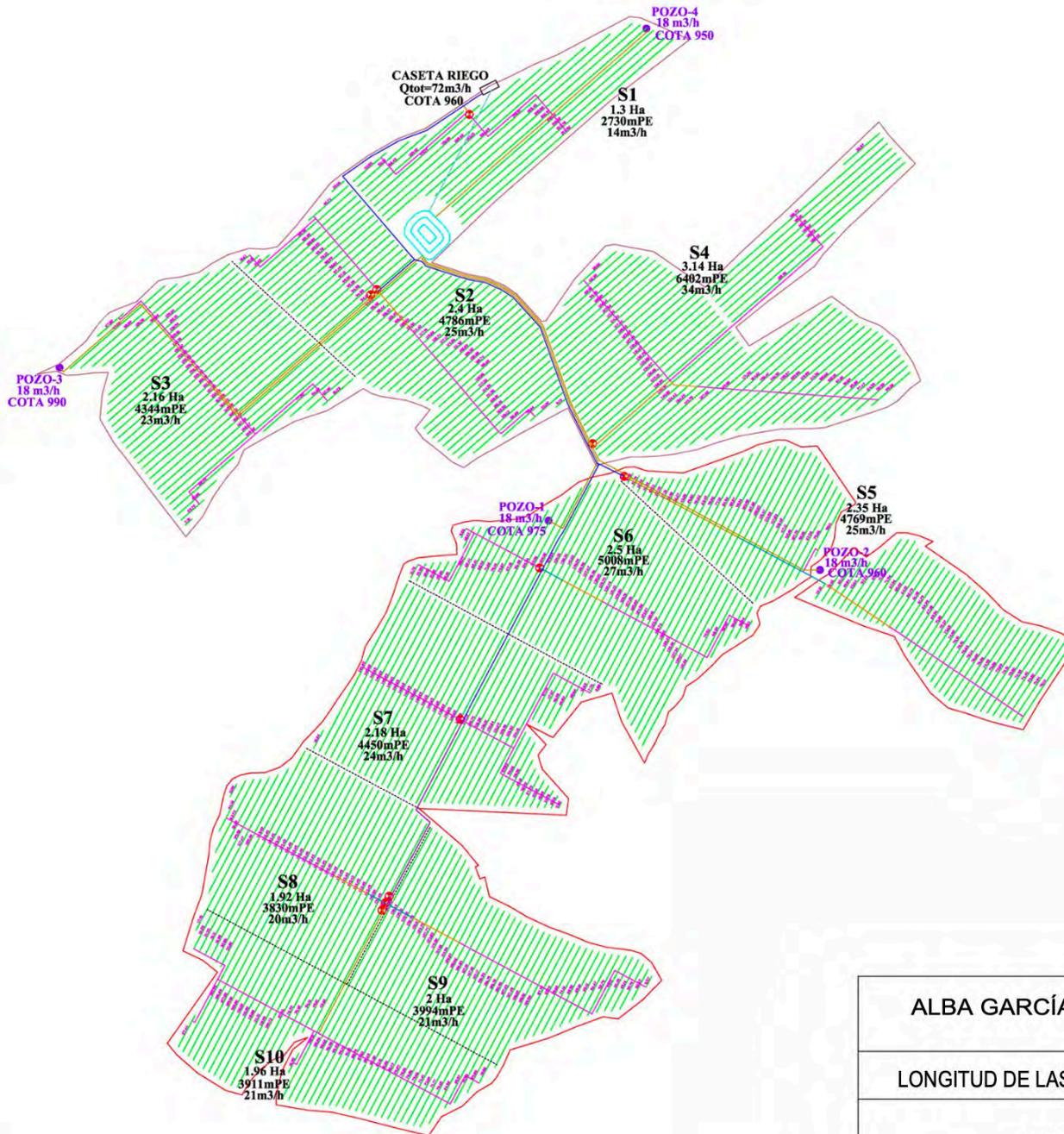
PLANO 7: DISEÑO DE LA VÁLVULA HIDRÁULICA DEL SECTOR 1

PLANO 8: DISEÑOS DE LAS VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE LOS SECTORES 8, 9 Y 10

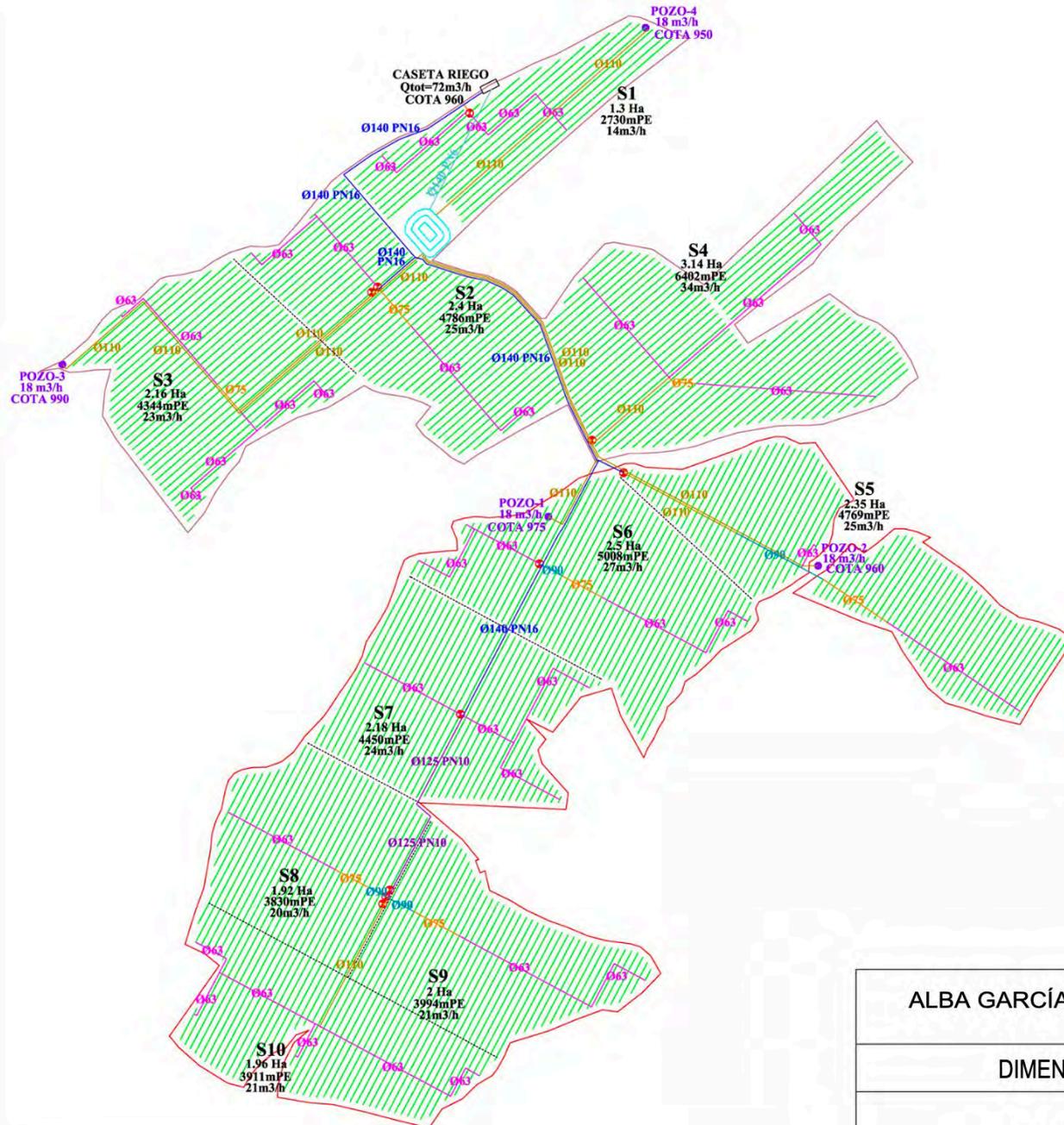




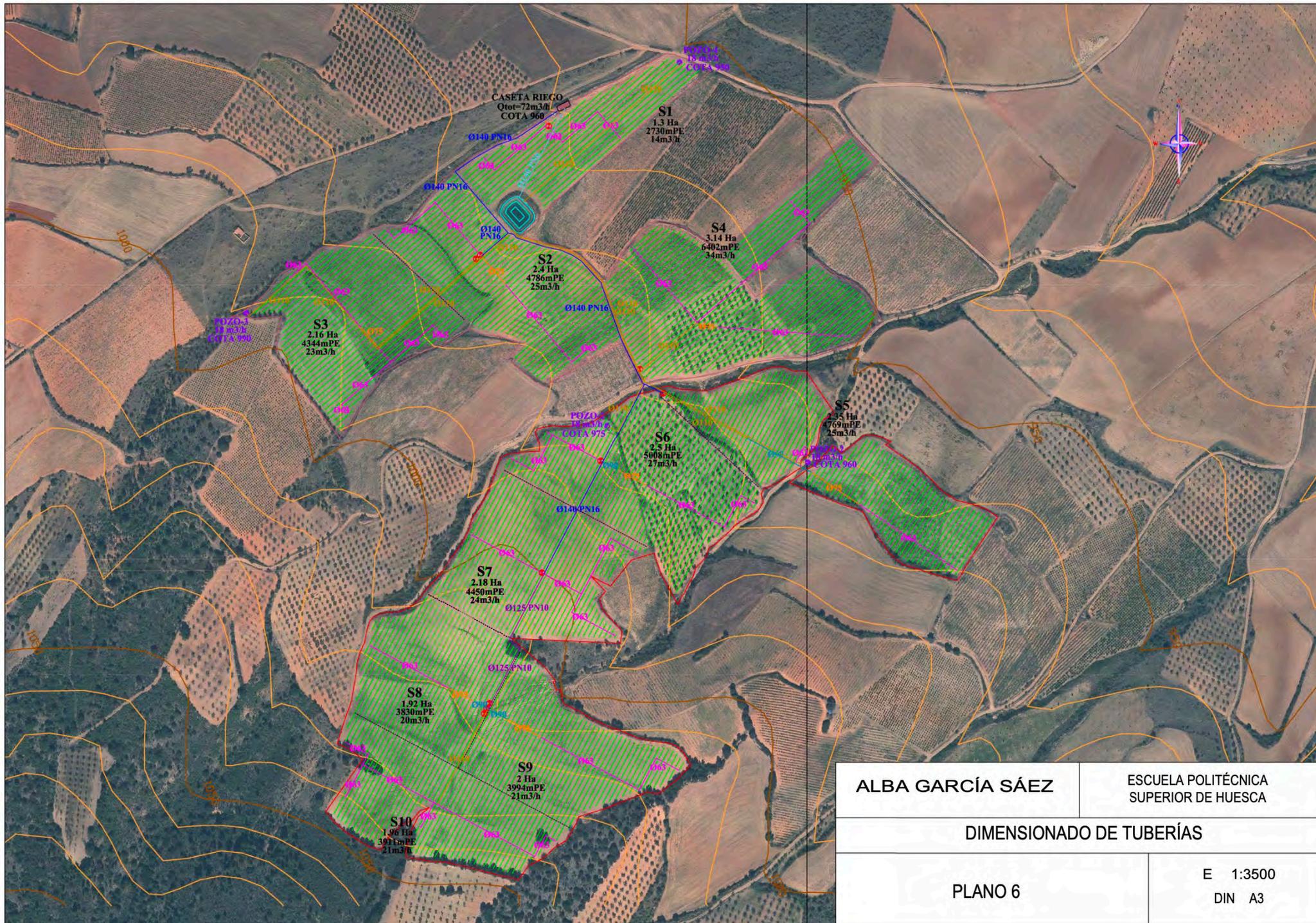
ALBA GARCÍA SÁEZ	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA
SECTORIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN	
PLANO 3	E 1:3500 DIN A3



ALBA GARCÍA SÁEZ	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA
LONGITUD DE LAS LÍNEAS DE PLANTACIÓN DE CADA SECTOR	
PLANO 4	E 1:3500 DIN A3



ALBA GARCÍA SÁEZ	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA
DIMENSIONADO DE TUBERÍAS	
PLANO 5	E 1:3500 DIN A3



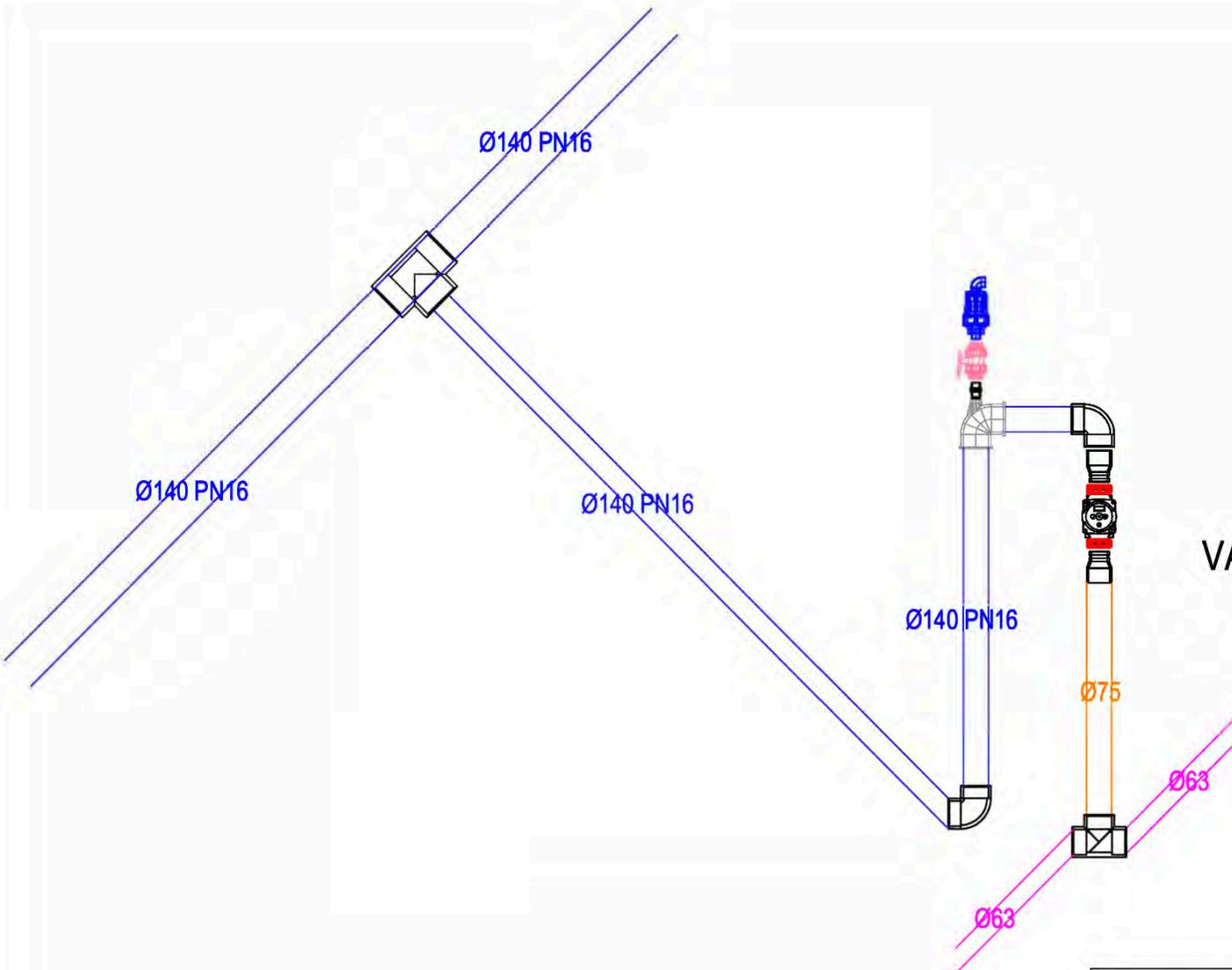
ALBA GARCÍA SÁEZ

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE HUESCA

DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

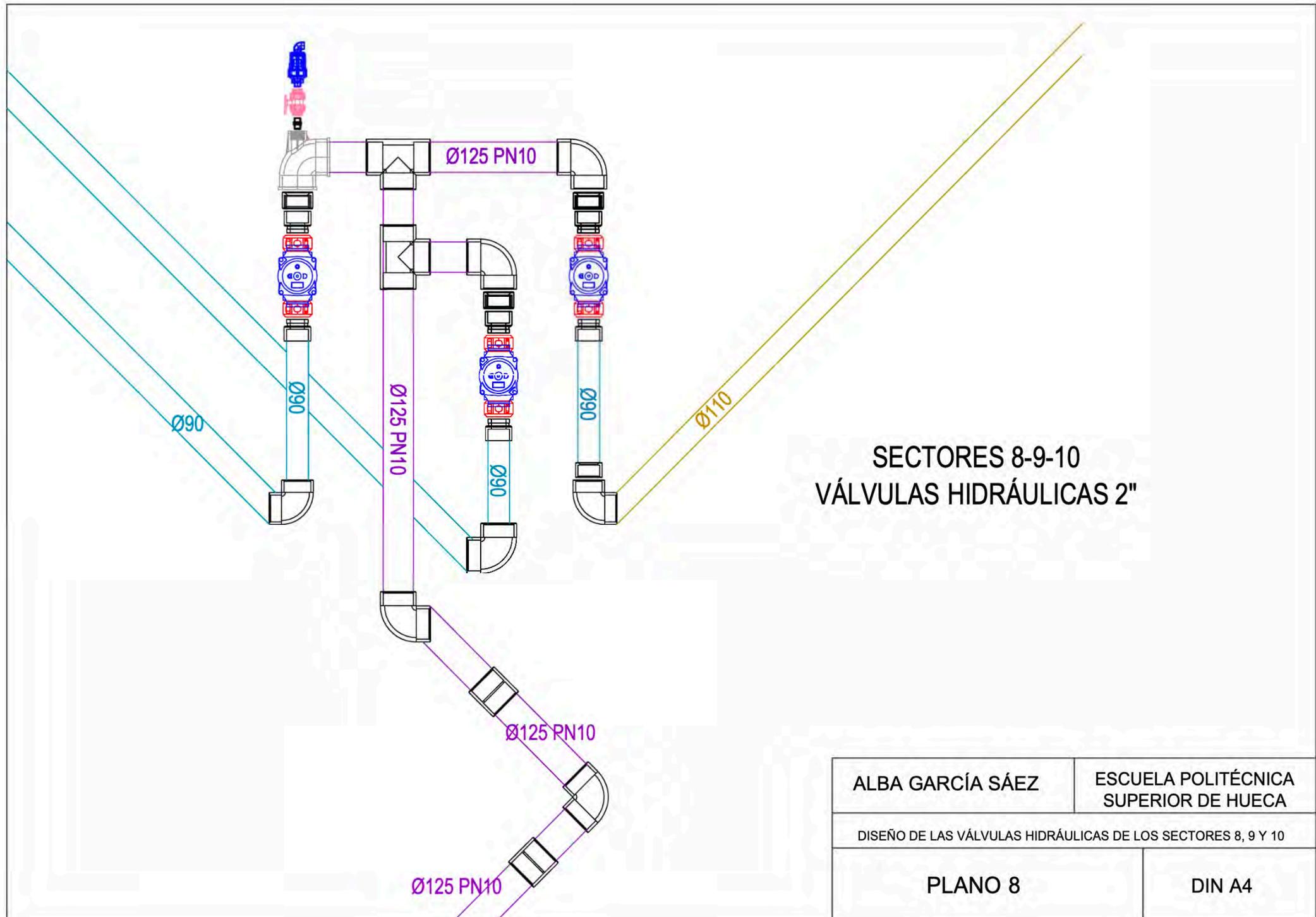
PLANO 6

E 1:3500
DIN A3



SECTOR 1
VÁLVULA HIDRÁULICA 2"

ALBA GARCÍA SÁEZ	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA
DISEÑO DE LA VÁLVULA HIDRÁULICA DEL SECTOR 1	
PLANO 7	DIN A4



SECTORES 8-9-10
VÁLVULAS HIDRÁULICAS 2"

ALBA GARCÍA SÁEZ	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUECA
DISEÑO DE LAS VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE LOS SECTORES 8, 9 Y 10	
PLANO 8	DIN A4



**Universidad
Zaragoza**

PLIEGO DE CONDICIONES

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL**

MENCIÓN: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN DE 25,4 HA DE CEREZO
(*Prunus avium*) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN DE ALARBA
(ZARAGOZA)**

***PROJECT OF A 25,4 HA CHERRY TREE (*Prunus avium*)
PLANTATION WITH A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF CASTEJÓN DE ALARBA (ZARAGOZA)***

Autora:

ALBA GARCÍA SÁEZ

Directores:

CLARA MARTÍ DALMAU
PABLO MARTÍN RAMOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020/2021

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Obras objeto del presente proyecto.

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminada la instalación de la red de riego por goteo y la plantación con arreglo a los planos y documentos adjuntos. Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Las obras accesorias, se construirán a medida que se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Director de la Obra.

Artículo 2. Obras accesorias no especificadas en el Pliego.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo. El Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

Artículo 3. Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto. Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo. Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede, redacte el oportuno proyecto.

Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo 5. Director de la obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo o Ingeniero Técnico Agrícola, Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia. No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al o Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

CAPÍTULO II. CONDICIONES DE LAS PLANTAS

Epígrafe I. Condiciones generales

Artículo 6. Suministro de plantas a la obra.

El suministro de plantas a la obra está sujeto a prescripciones que se refieren a las siguientes operaciones y conceptos y se definen en los apartados que siguen:

- Especificidad del material vegetal.
- Sanidad vegetal.
- Material vegetal autóctono.
- Dimensionado del material vegetal.

Artículo 7. Especificidad del material vegetal.

Se entiende por “especificidad del material vegetal” la identidad existente en género, especie y variedad entre las plantas definidas en proyecto y las introducidas en la Obra.

Artículo 8. Condiciones de los materiales.

Toda especie y/o variedad vegetal deberá corresponderse con la definida en proyecto. Ante cualquier indefinición o duda referente a la especie será de aplicación el criterio establecido en la obra “Flora Ibérica” (Castroviejo, S. et al. 1986-1997. Flora Ibérica. Tomos I, II, III, IV, V y VIII. CSIC.) o en “Flora Europea” (Tutin, T.G. et al. 1964- 1980. Flora Europea. 5 vol.

Cambridge University Press), o en su defecto, el dictamen de un centro oficial designado por el Director de la Obra.

Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda presentarán cortes limpios y recientes, sin desgarrones ni heridas.

Las plantas suministradas poseerán un sistema radical en el que se hayan desarrollado las radicelas suficientes para establecer prontamente un equilibrio con la parte aérea. Se deben corresponder el porte y desarrollo con la edad de las plantas. La edad de las plantas será la mínima necesaria para poder realizar la plantación, no admitiéndose aquellos ejemplares que, aun cumpliendo la condición de porte, sobrepasen en años la edad necesaria para alcanzarla. La planta estará bien conformada y su desarrollo estará en consonancia con la altura. Los fustes serán derechos y no presentarán torceduras ni abultamientos anormales o antiestéticos. En todas las plantas habrá equilibrio entre la parte aérea y su sistema radical. Este último estará perfectamente constituido y desarrollado en razón a la edad del ejemplar, presentando de manera sostenible las características de haber sido repicado en vivero.

Artículo 9. Control de calidad.

Recepción: Todo material vegetal introducido en obra deberá estar etiquetado con indicación de género, especie, autor y variedad. El material de las etiquetas deberá ser biodegradable. Identidad del material vegetal: cuando el Director lo estime oportuno se procederá a un muestreo para la identificación de las especies y variedades suministradas. En caso de duda el Director designará el centro oficial de referencia.

Criterios de aceptación y rechazo: serán rechazadas las plantas:

- Que en cualquiera de sus órganos o en su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Que hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Que hayan tenido crecimientos desproporcionados, por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Que lleven en el cepellón plántulas de malas hierbas.
- Que durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- Que no vengán protegidas por el oportuno embalaje.

Independientemente del momento en el que se detectara y verificara la falta de identidad entre una especie introducida en obra respecto a la definida en proyecto, ésta será objeto de rechazo. En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto de incumplimiento de

condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura, a evidenciar en el período de garantía de las obras.

Artículo 10. Sanidad vegetal.

Se entiende por "Sanidad Vegetal" la ausencia de daños y alteraciones en la planta producidos por parásitos vegetales y animales, enfermedades y afecciones no parasitarias.

Artículo 11. Condiciones de los materiales.

Documentación exigible. Todas las especies objeto de plantación serán originarias o procedentes de empresas o viveros inscritos en el Registro Oficial de Productores de Plantas de Vivero. Además, para los géneros listados a continuación, se exigirá su inscripción en el Registro de Comerciantes, Productores e Importadores y en su circulación por el territorio serán portadores de Pasaporte Fitosanitario.

Artículo 12. Sintomatología.

En las diferentes partes de las plantas no podrán observarse los siguientes síntomas:

- Raíces: nódulos, tumores, pudrimentos, necrosis, esclerosis.
- Tallos: chancros, pudrimentos, malformaciones, tumores, necrosis, galerías, alteraciones de pigmentación.
- Hojas: manchas, decoloraciones, malformaciones, agallas, marchitez, galerías, picaduras de insectos.

Ante cualquier síntoma que haga sospechar la existencia de patología o presencia de organismos nocivos, el Director adoptará las medidas oportunas para su diagnóstico.

La planta debe presentar una relación proporcionada entre el tamaño de su parte aérea, el diámetro de cuellos de la raíz, el tamaño y densidad de las raíces, y la edad de la planta, teniendo en cuenta que posteriormente habrá que realizar el injerto en la misma. La forma de la planta se debe ajustar a la normal de cada especie. De igual manera el color del follaje, así como la estructura del ramaje y su lignificación deben ser normales.

La forma y aspecto del sistema radicular será normal y no presentará raíces excesivamente espirilizadas o amputadas, para lo cual se empleará el envase adecuado. Las raíces y las tierras y sustratos unidos a la planta deberán estar exentos de nematodos fitoparásitos. A la recepción de la planta se podrá tomar muestra (tamaño de muestra definido por Director) de raíces y/o sustratos para su remisión al Centro Oficial de Sustratos para su remisión al Centro Oficial de Análisis y se procederá a verificar la ausencia de nemátodos fitoparasitarios conforme a la metodología descrita en el "Manual de Laboratorio. Diagnóstico de Hongos, Bacterias y

Nemátodos Fitopatógenos" del "Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación". La Dirección Ambiental de Obra podrá ordenar controles complementarios atendiendo a los Avisos fitosanitarios emitidos por Organismos Oficiales en condiciones climáticas singulares.

Artículo 13. Material vegetal autóctono.

DEFINICIÓN

A efectos del presente proyecto se entiende por “material vegetal autóctono” a aquellas especies o variedades que se hallen en la zona bien por tratarse de plantas pertenecientes a los ecosistemas locales, bien por tratarse de especies cultivadas habitualmente en dicho punto.

CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Procedencia.

Las especies vegetales autóctonas procederán de viveros cuyas condiciones climáticas, fisiográficas, edáficas, etc. hagan prever una adaptación correcta a la localización en que se realizará la plantación definitiva.

Especies objeto de revegetación “autóctona”.

Las especies objeto de revegetación autóctona son las definidas en el epígrafe

Definición.

Especies no identificadas como autóctonas.

Se admitirá la plantación de especies no identificadas como autóctonas únicamente bajo autorización explícita y debidamente documentada del Director, atendiendo a criterios de ubicación.

CONTROL DE CALIDAD

Serán objeto de seguimiento e inspección todas aquellas actividades destinadas a conseguir propágulos con categoría de autóctonas. Cualquiera de las actividades seguidamente indicadas será notificada a la Dirección de Obra con la suficiente antelación para posibilitar su correcta inspección:

- Recolección
- Almacenamiento
- Proceso de germinación
- Formación de plántula
- Formación de lotes
- Criterios de aceptación y rechazo

Será objeto de aplicación lo expuesto en los apartados Dimensionado del Material Vegetal y Sanidad Vegetal.

Artículo 14. Dimensionado del material vegetal.

Se entiende por "dimensionado del material vegetal" la información que incluye tanto el proceso de producción de la planta como el dimensionado de los parámetros que definen sus condiciones de suministro a obra.

Artículo 15. Proceso de producción.

Para todo tipo de planta (a raíz desnuda, en cepellón o en contenedor), las condiciones climáticas, régimen térmico e higrométrico del vivero de procedencia deberán ser similares o en su caso más rigurosas que las de la zona objeto de la plantación.

Artículo 16. Condiciones de recepción.

La planta en contenedor sólo se podrá admitir cuando así lo especifique el Proyecto y en cualquier caso pasará el último año de producción en contenedor sujeto a lo especificado en el párrafo anterior.

Artículo 17. Planta en raíz desnuda.

Se verificará, en el momento de su suministro, la existencia de una abundante masa de raíces secundarias que aseguren su supervivencia. El tiempo desde su arranque en vivero hasta su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas y sus raíces vendrán debidamente protegidas contra el estrés hídrico (sacos humectados, etc.).

Artículo 18. Planta en cepellón.

Se verificará, en el momento de su suministro, la inexistencia de raíces secundarias que traspasan el cepellón. Se comprobará que el perímetro, medido a un metro del cuello de raíz, las alturas máximas/mínimas y el dimensionado del cepellón se encuentra dentro de los intervalos definidos en el Proyecto. En ningún caso se admitirá planta en bolsa. El tiempo desde su arranque en vivero a su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas. No se admitirán riegos antes del arranque, como mínimo en un periodo de dos meses, sin orden expresa de la Dirección Ambiental de Obra.

Artículo 19. Planta en contenedor.

Se verificará, en el momento de su suministro, la existencia de raíces secundarias en las caras internas del contenedor. No se admitirán plantas con raíces espiralizadas. Se comprobará que el perímetro medido a un metro del cuello de raíz, las alturas máximas/mínimas, el dimensionado

de los contenedores y el estado de ramificación se encuentra dentro de los intervalos definidos en el Proyecto. El tiempo desde su arranque en vivero hasta su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas.

Artículo 20. Documentación adjunta al suministro.

Las plantas se suministrarán etiquetadas por lotes, entendiéndose éstos como los conjuntos de plantas definidos en origen por la Dirección de Obra a partir de la similitud en los siguientes parámetros: especie, variedad, edad, proceso de producción y zona de cultivo en vivero. En cada lote se definirán, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Especie
- Variedad
- Tamaño
- Edad
- Procedencia del propágulo
- Número de repicados
- Fecha del último repicado
- Número de plantas
- Nombre del vivero y nombre de registro en el organismo de control

Artículo 21. Control de calidad.

Control de calidad a la recepción.

A la recepción se verificará el dimensionado de la planta (tamaño de muestra definido por la Dirección de Obra). Todo esto quedará reflejado en la correspondiente ficha de Seguimiento y Recepción del Material Vegetal.

Criterio de aceptación y rechazo.

Se aceptará el lote de plantas si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el epígrafe Condiciones de los materiales. En caso de que algunas muestras incumplan las condiciones definidas en el presente Artículo, quedará a criterio de la Dirección de Obra el rechazo del lote, sin que en ningún caso las plantas ni las operaciones necesarias para su correcta y total restitución sean objeto de abono.

Artículo 22. Medición y abono.

Se medirá y abonará por unidades de planta según queden definidas en el proyecto. El precio de la planta incluye el suministro, transporte y descarga a pie de obra, así como cuantas operaciones se deriven de su conservación en obra hasta su definitiva plantación.

No serán objeto de abono ninguna de las operaciones, materiales o actividades realizadas en Vivero de Obra sobre las plantas, cualquiera que sea su procedencia. El rechazo de una planta debido a su falta de identidad con la definida en proyecto comportará la pérdida de los derechos de abono de ésta, así como de cuantos materiales y operaciones hayan sido consumidos y ejecutados hasta el momento de su rechazo y sean necesarios para su retirada de obra.

Artículo 23. Ejecución de las plantaciones.

Se entiende por Unidad de Obra "de ejecución de plantaciones", el conjunto de operaciones necesarias para el correcto establecimiento y el enraizamiento en el lugar definido en el proyecto de las especies objeto de revegetación procedentes de vivero. No se podrá iniciar la plantación, sin la previa aprobación por la Dirección de Obra, del replanteo y de la concreta ubicación de cada especie.

Epígrafe II. Condiciones generales y del proceso de ejecución

Artículo 24. Planta en raíz desnuda.

El dimensionado del hoyo de plantación se definirá en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección de Obra de acuerdo con la especie y las dimensiones de la misma. En la ejecución de la plantación se mantendrá la posición original de la raíz y se prestará especial atención a la raíz principal. En todo momento, la profundidad de enterrado de cuello será análoga a la de su situación en vivero. Cualquier enmienda orgánica o mineral se encontrará definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección de Obra.

Artículo 25. Planta con cepellón.

Si no viniese especificado en el Proyecto, el dimensionado del hoyo de plantación será como mínimo 10 cm superior a las superficies externas del cepellón. Al realizar la plantación se mantendrá la posición originaria de la planta en vivero. Una vez situada en el correspondiente agujero, se procederá a la rotura y retirada de todos los componentes que forman el cepellón (escayola, tela metálica, sacos, etc.). Cualquier enmienda orgánica o mineral se encontrará definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección de Obra.

Artículo 26. Planta en contenedor.

Si no viniese especificado en el Proyecto, para los contenedores cuyo diámetro sea inferior a 20 cm, el hoyo de plantación deberá poseer un diámetro de como mínimo el doble del diámetro nominal del contenedor y una profundidad que supere la del contenedor en, como mínimo, 10 cm.

Para los contenedores cuyo diámetro sea superior a 20 cm, el dimensionado del hoyo de plantación será, como mínimo, 10 cm superior a las superficies externas de la mota. Al realizar la plantación se mantendrá la posición originaria de la planta de vivero. Cualquier enmienda orgánica o mineral habrá de estar definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección de Obra.

Artículo 27. Período de plantaciones.

El período de plantación para cada especie y/o presentación de planta quedará definido en el Proyecto. El Director de Obra, atendiendo a las condiciones climáticas de la zona, podrá modificar este intervalo. Este período debe coincidir con el reposo vegetativo, pero evitando los días de heladas fuertes.

Artículo 28. Precauciones de las plantaciones.

Cuando lleguen las plantas se cuidará de que no se sequen las raíces y se tomarán las máximas precauciones para evitar magulladuras, roturas u otros daños físicos a las raíces, tallos o ramas de las plantas. Las plantas dañadas serán retiradas y repuestas. Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas, hay que proceder a depositarlas. El depósito sólo afecta a las plantas que se reciban a raíz desnuda o en cepellón cubierto con envoltura porosa (paja, maceta de barro, yeso, etc.). No es necesario en cambio cuando se reciban en cepellón cubierto de material impermeable (maceta de plástico, lata, etc.). La operación de depósito consistirá en colocar las plantas en una zanja u hoyo, y en cubrir las raíces con una capa de tierra de diez centímetros al menos, distribuida de modo que no se queden intersticios en su interior, para protegerlas de la desecación o de las heladas hasta el momento de su plantación definitiva. Excepcionalmente, y sólo cuando no sea posible tomar precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material como hojas, tela, papel, etc., que las aíse de alguna manera del contacto con el aire. No se apilarán en ningún caso unas plantas sobre otras, o tan apretadamente que puedan resultar dañadas por la compresión o el calor.

No deben realizarse plantaciones en época de heladas. Si las plantas se reciben en obra en una de esas épocas deberán depositarse hasta que cesen las heladas. Si las plantas han sufrido durante el transporte temperaturas inferiores a 0 oC no deben plantarse (ni siquiera desembalarse), y se colocarán así embaladas en un lugar bajo cubierta, donde puedan deshelerse lentamente. Si presentan síntomas de desecación, se introducirán en un recipiente con agua o con una mezcla de tierra y agua, durante unos días, hasta que los síntomas desaparezcan, o bien se depositarán en una zanja, cubriendo con tierra húmeda la totalidad de la planta (no sólo las raíces). Siempre se

tendrá en cuenta el efecto de drenaje producido por la capa del suelo que rellena la parte más inferior del hoyo de plantación. Si se considera que el efecto de drenaje producido por esta capa no es suficiente, por estar formada por elementos muy finos, se colocará una capa filtrante de grava en el fondo de los hoyos.

Antes de “presentar” la planta, se echará en el hoyo la cantidad precisa de tierra para que el cuello de la raíz quede luego a nivel del suelo o ligeramente más bajo. Sobre este particular, que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse después, se seguirán las indicaciones de la Dirección de Obra, y se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra, que puede establecerse como término medio, alrededor del quince por cien.

En la orientación de las plantas se seguirán las normas que a continuación se indican: Los ejemplares de gran tamaño se colocarán con la misma que tuvieron en origen. En las plantaciones aisladas, la parte menos frondosa se orientará hacia el sudeste para favorecer el crecimiento del ramaje al recibir el máximo de luminosidad.

Las plantaciones continuas (pantallas, cerramientos) se harán de modo que la cara menos vestida sea la más próxima al exterior.

Artículo 29. Condiciones de las instalaciones.

Toda planta ya sea en raíz desnuda, cepellón o contenedor de la que, en el momento de su recepción, no se prevea su plantación en un plazo máximo de 12 horas deberá ser depositada en la zona del Vivero de obra destinada a su mantenimiento. Se asegurará que se suministre suficiente agua para el adecuado mantenimiento de las plantaciones. Los lotes de distinta procedencia no se mezclarán y, a efectos de su plantación en el vivero, serán de aplicación las condiciones establecidas en el Artículo Ejecución de plantaciones.

El área de mantenimiento dispondrá de una zona destinada al endurecimiento de la planta. Quedará a criterio de la Dirección de Obra ordenar el trasplante de lotes, bien procedan del área interior del Vivero de obra, bien si a su recepción en obra se estimarán unas condiciones de vegetación no aptas para su plantación definitiva.

Artículo 30. Criterios de aceptación y rechazo.

La planta de paso por Vivero de obra se aceptará o rechazará a su recepción en obra. Serán de obligado cumplimiento todas las condiciones de control de calidad recogidas en los Apartados Dimensionado del Material Vegetal y Sanidad Vegetal. La Dirección de Obra, en función del grado de cumplimiento de dichas condiciones, decidirá la aceptación o el rechazo del lote en origen. En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto de incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura.

Artículo 31. Control de calidad de la plantación.

Con posterioridad a la plantación se podrá proceder a un muestreo de la ejecución definiéndose para cada Unidad de muestra como mínimo la calificación de los siguientes parámetros:

- Verticalidad
- Dimensionado
- Situación del cuello
- Grado de destrucción de la mota
- Integridad del sistema radicular

La valoración de los mencionados parámetros por parte de la Dirección de Obra decidirá el rechazo o la aceptación de la Unidad de muestra.

Criterios de aceptación y rechazo

Se aceptará el lote de plantación si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el presente Artículo. En caso de que alguna muestra incumpla las condiciones establecidas en el presente Artículo en un porcentaje superior al 5% de las plantas, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo de esta Unidad de Obra o, en su defecto, ordenar las enmiendas oportunas, sin que en ningún caso éstas o la nueva ejecución sean objeto de abono. En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto del incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura.

Artículo 32. Salida del vivero hacia el área de plantación.

La preparación de la planta para su transporte al lugar de plantación, se efectuará de acuerdo con las exigencias de la especie, edad de la planta y sistema de transporte elegido. Las especies trasplantadas a raíz desnuda se protegerán en su zona radicular mediante material orgánico adecuado. Las plantas en maceta se dispondrán de manera que ésta quede fija y aquellas suficientemente separadas unas de otras, para que no se molesten entre sí.

El transporte se organizará de manera que sea lo más rápido posible, tomando las medidas oportunas contra los agentes atmosféricos, y en todo caso la planta estará convenientemente protegida. El número de plantas transportadas desde el Vivero de obra al lugar de la plantación, debe ser el que diariamente pueda plantarse. Cuando no sea así, se depositarán las plantas sobrantes en zanjas, cubriendo el sistema radicular convenientemente y protegiendo toda la planta. Si el terreno no tuviera tempero, se efectuará un riego de la zanja manteniendo ésta con la suficiente humedad.

Artículo 33. Reposición de marras.

Se define como reposición de marras la resiembra y sustitución de plantas que el Contratista deberá efectuar durante la ejecución de las obras y durante el período de garantía, hasta su recepción definitiva, cuando las especies correspondientes no hayan tenido el desarrollo previsto, a juicio de la Dirección de Obra, o hayan sido dañadas por accidentes. Se tolerará, en el control anterior a transcurrir el período de garantía, una mortandad máxima del 5% del volumen total de la plantación. Si se observara un porcentaje superior, se sustituirá la planta muerta, por encima de ese límite, sin cargo alguno al propietario.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Epígrafe I: Obligaciones y derechos del contratista

Artículo 34. Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones específicas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de su interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

Artículo 35. Residencia del contratista.

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberán residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial de la Contrata en los documentos del reformado del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 36. Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno mediante exposición razonada, dirigida al Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 37. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuanto el Director lo reclame.

Artículo 38. Copia de los documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Director de la Obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

Epígrafe II. - Trabajos, material y medios auxiliares

Artículo 39. Libro de órdenes.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

Artículo 40. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7 de este Pliego. El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas dentro de los meses establecidos por el

Director. El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

Artículo 41. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de índole Técnica" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Para ello, y 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 estos puedan existir, 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 Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 42. Trabajos defectuosos.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

Artículo 43. Obras y vicios ocultos.

Si el Director tuviese fundadas 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 la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo 44. Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente

contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de condiciones, vigente en la obra. Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director.

Artículo 45. Medios auxiliares.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director y dentro de los límites de posibilidad.

Serán de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

Epígrafe III: Recepción y liquidación.

Artículo 46. Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el 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 la obra. Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Artículo 47. Plazo de garantía.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 48. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que las instalaciones no hayan sido ocupadas por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata. Al abandonar el Contratista las instalaciones, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y de forma correcta en el plazo que el Director fije. Después de la recepción provisional de las instalaciones y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, etc., que los indispensables para los trabajos que fuere preciso realizar. En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 49. Recepción definitiva.

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego. Si en nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Artículo 50. Liquidación final.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá

derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Director.

Artículo 51. Liquidación en caso de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Epígrafe IV. - Facultades de la dirección de obras

Artículo 52. Facultades de la dirección de obras.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y 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 los embalses y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Epígrafe I.- Base fundamental

Artículo 53. Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción de lo expuesto en el proyecto y obra aneja contratada.

Epígrafe II. - Garantías de cumplimiento y fianzas

Artículo 54. Garantías.

El Director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

Artículo 55. Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 15% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 56. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el 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 baste para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 57. Devolución de la fianza.

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 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 Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Epígrafe III.- Precios y revisiones

Artículo 58. Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad. La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio. Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto. La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el

Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a concluirla a satisfacción de éste.

Artículo 59. Reclamaciones de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras. Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 60. Revisión de precios.

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 variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, 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, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y 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 Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los 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 aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso lógico y natural,

se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transporte, etc., adquiridos por el Contratista merced a la nueva información del propietario. Cuando el propietario o el Director, en su representación, no estuviese conforme a los nuevos precios de los materiales, transporte, 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 fecha en que empezarán a regir los precios revisados. Cuando, entre 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.

Artículo 61. Elementos comprendidos en el presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio. Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos. En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente y en disposición de recibirse.

Epígrafe IV.- Valoración y abono de los trabajos

Artículo 62. Valoración de la obra.

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 de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

Artículo 63. Mediciones parciales y finales.

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, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del contratista o de su representación legal. En caso

de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo 64. Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que 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 65. Valoración de las obras incompletas.

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera 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 establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 66. Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

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 especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 67. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 68. Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 69. Indemnización por retraso de los trabajos.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

Artículo 70. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica. 2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

4.- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

5.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos 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 comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

Epigrafe V.- Varios

Artículo 71. Mejora de obras.

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el 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 Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

Artículo 72. Seguro de los trabajos.

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 Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de la obra que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de embalse afectado por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 73. Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Director de la Obra y, en último término, 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 las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá la consideración de documento de Proyecto). El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen

durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Director.

Artículo 74. Accidentes de trabajo y daños a terceros.

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, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores, en todos los lugares peligrosos de la obra. De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera 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 ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 75. Pagos de arbitrios..

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Director considere justo hacerlo.

Artículo 76. Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos se ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquello derecho a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a). La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente aproximadamente el 40%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b). La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40%, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

4. La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9. El abandono de la obra sin causa justificada.

10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Huesca, a 22 de Octubre de 2021,

LA PROPIEDAD

LA GRADUADA EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

Alba García Sáez



Universidad
Zaragoza

PRESUPUESTO

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL**

MENCIÓN: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN DE 25,4 HA DE CEREZO
(*Prunus avium*) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN DE ALARBA
(ZARAGOZA)**

***PROJECT OF A 25,4 HA CHERRY TREE (*Prunus avium*)
PLANTATION WITH A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF CASTEJÓN DE ALARBA (ZARAGOZA)***

Autora:

ALBA GARCÍA SÁEZ

Director/es:

CLARA MARTÍ DALMAU
PABLO MARTÍN RAMOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020/2021

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C1 Plantación					
SUBCAPÍTULO 01.1 Planta					
01.1.1	u	Plantón de variedad Lapins Cerezo de variedad Lapins injertado sobre patrón Adara. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			4,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
01.1.2	u	Plantón de variedad Sonata Cerezo de variedad Sonata injertado sobre patrón Adara. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			4,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 01.2 Plantación					
01.2.1	u	Tutores Tutor de caña de bambú de 0,7 mm de espesor y 1 m de altura.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			0,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
01.2.2	u	Protector definitivo			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			0,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS					
01.2.3	u	Colocación de la planta			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			0,30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 01.3 Actividades Posteriores					
01.3.1	Ha	Riego de plantación Riego de asentamiento, aportación de 5l/cerezo .			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			40,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS					
01.3.2	Ha	Revisión de plantas Supervisión de las plantas, atado al tutor y correcta colocación del tutor.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			100,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIEN EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.4 Preparación del terreno					
01.4.1	Ha	Aplicación de estiércol Enmienda orgánica. Estiércol de oveja (4 t/ha)			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			50,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS					
01.4.2	Ha	Subsolado Se trabajará con profundidades de 60-70cm que serán llevadas a cabo en dos pasadas cruzadas, gracias un sub-solador de 7 púas y doble rodillo descompactador.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			80,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA EUROS					
01.4.3	Ha	Desfonde Volteo del suelo en profundidad con un arado de vertedera monosurco.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			30,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS					
01.4.4	Ha	Drenaje Realización de zanjas, ejecución de la red de conducciones, instalado del equipamiento de bombeo del agua y acondicionamiento			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			600,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS EUROS					
01.4.5	Ha	Rulo compactador Una labor de rulado nos permita dejar el suelo liso y uniforme para ejecutar el plantado, gracias a un rulo liso con cuchilla de 7,7 metros.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			45,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS					
SUBCAPÍTULO 01.5 Replanteo					
01.5.1	u	Replanteo La replantación de posibles marras que se ubican por la plantación, en este caso , 1%.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			7,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
01.5.2	h	Riego auxiliar			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			3,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C2 Riego					
SUBCAPÍTULO 02.1 Programador de riego					
02.1.1	u	Programador de riego			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		2.600,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS EUROS					
SUBCAPÍTULO 02.2 Material de riego					
02.2.1		Manguito unión PE 20			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		2,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS					
02.2.2		Final de ramal PE			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		3,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS					
02.2.3		Solenoides Aquative Latch 3 vías 12 VDC			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		45,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS					
SUBCAPÍTULO 02.3 Tuberías principales					
02.4.1	m	PVC 140/16 C/J. E			
		Tubería PVC con junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 140 mm. Espesor de pared: 5.4 mm. Presión 16 atm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.			
	m	PVC 125/10 C/J. E			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		10,90
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 02.4 Válvulas					
02.4.1	u	VÁLVULA METAL RECTA VICTUALIC 3"			
	u	VÁLVULA METAL RECTA VICTULIC 2 "			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		94,92
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS					
02.4.2	u	VÁLVULA METAL 3 VÍAS 1/4"			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		150,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.5 Tuberías terciarias					
02.7.1	m	PVC 63/6 C/J.E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 63 mm Espesor de pared: 2 mm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			1,33
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS					
02.7.2	m	PVC 75/6 C/J.E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 75mm. Espesor de pared: 2.3 mm.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			1,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
02.7.3	m	PVC 90/6 C/J.E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 90 Espesor de pared: 2.8 mm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			2,64
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
02.7.4	m	PVC 110/6 C/J. E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 110 Espesor de pared: 4.2 mm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			4,76
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 02.6 Tuberías laterales					
02.8.1	m	NaanPC DN:20 espesor: 1,2 mm PN: 0,5 - 3,5 atm			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			0,57
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.7 Fertilización					
02.7.1	u	Depósito de polietileno cilíndrico para dosificación, de 1.000 l Depositos de polietileno enriquecidos con aditivos anti rayos ultravioletas y tratados para calidad alimentaria. Han sido diseñados en color blanco translúcido natural, con lectura de nivel en el cuerpo.			
					Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA.....			398,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS					
02.7.2	u	Inyector de fertilizantes El inyector de fertilizantes ayuda en el proceso de fertilización agrícola. El caudal de inyección se ajusta con la regulación mediante una válvula manual de 3/4" instalada en la tubería de alimentación			
					Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA.....			544,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS					
02.7.3	u	Bomba inyectora La bomba dosificadora permite inyectar abono líquido a baja presión y no genera ninguna pérdida de carga.			
					Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA.....			612,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS DOCE EUROS					
02.7.4	u	Agitadores industriales Agitador vertical de turbina con brida, motor trifásico de 1/2 HP y caña de 1 metro. La principal función del agitador industrial es agitar y mezclar líquidos o sólidos de baja densidad, garantizando la homogeneidad de la mezcla.			
					Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA.....			275,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS					
SUBCAPÍTULO 02.8 Instalación y enterrado					
02.10.1	ha	Instalación de tuberías Colocación y enterrado de las tuberías riego y ramales de goteros.			
					Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA.....			4.500,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL QUINIENTOS EUROS					
SUBCAPÍTULO 02.9 Sistema de filtrado					
02.11.1		Filtro hidráulico vertical AF-204S Este tipo de filtro tiene 3100 cm2 de superficie de malla y soporta hasta una tasa de flujo máxima de 90m3/h a una presión de 16 atm. VENTOSA 1" PN 16 Y ACCESORIOS PARA CONEXIÓN (INSTALAR EN GRUPOS DE VÁLVULAS) VENTOSA 2" PN 16 Y ACCESORIOS PARA CONEXIÓN (INSTALAR EN TUBERÍAS GENERALES DE IMPULSIÓN Y DE POZOS)			
					Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA.....			6.064,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL SESENTA Y CUATRO EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C3 Mallas anti granizo y ventiladores					
SUBCAPÍTULO 03.1 Protección de la plantación					
03.1.1	u	Mallas anti granizo			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		10,000
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL EUROS					
03.1.2	u	Ventiladores			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		900,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C4 Seguridad y salud					
SS	u	Medidas de seguridad e higiene			
		Incluye todas las medidas de seguridad e higiene necesarias para la correcta realización de la obra, a sido calculada aplicando un porcentaje del 2 % del total presupuestado para la plantación de la finca.			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		10.890,73
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS					

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C1 Plantación									
SUBCAPÍTULO 01.1 Planta									
01.1.1	u Plantón de variedad Lapins Cerezo de variedad Lapins injertado sobre patrón Adara. Material vegetal sano , sin enfermedades ni plagas, certificado.						8.720,00	4,50	39.240,00
01.1.2	u Patrón de variedad Sonata Cerezo de variedad Sonata injertado sobre patrón Adara. Material vegetal sano , sin enfermedades ni plagas, certificado.						11.600,00	4,50	52.200,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.2 Planta.....									91.440,00
SUBCAPÍTULO 01.2 Plantación									
01.2.1	u Tutores Tutor de caña de bambú de 0,7 mm de espesor y 1 m de altura						20.320,00	0,50	10.160,00
01.2.2	u Protector definitivo						20.320,00	0,15	3.048,00
01.2.3	u Colocación de la planta						20.320,00	0,30	6.096,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.3 Plantación.....									19.304,00
SUBCAPÍTULO 01.3 Actividades Posteriores									
01.3.1	Ha Riego de plantación Riego de asentamiento: aportación de 5 l/cerezo						25,40	40,00	1.016,00
01.3.2	Ha Revisión de plantas Supervisión de las plantas, atado al tutor y correcta colocación del tutor.						25,40	100,00	2.540,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.4 Actividades Posteriores.....									3.556,00
SUBCAPÍTULO 01.4 Preparación del terreno									
01.4.1	Ha Aplicación de estiércol Enmienda orgánica. Estiércol de oveja (4t/ha)						25,40	50,00	1.270,00
01.4.2	Ha Subsolado Se trabajará con profundidades de 60-70 cm que serán llevadas a cabo en dos pasadas cruzadas, gracias un subsolador de 7 púas y doble rodillo descompactador						25,40	80,00	2.032,00
01.4.3	Ha Desfonde Volteo del suelo en profundidad con un arado de vertedera monosurco						25,40	30,00	762,00
01.4.4	Ha Drenaje Realización de zanjas, ejecución de la red de conducciones, instalado del equipamiento de bombeo del agua y acondicionamiento						25,40	600	15.240,00
01.4.5	Ha Rulo compactador Una labor de rulado nos permitira dejar el suelo liso y uniforme para ejecutar el plantado, gracias a un rulo liso con cuchilla de 7,7 metros.						25,40	45,00	1.143,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.4 Preparación del terreno.....									20.447,00
SUBCAPÍTULO 01.5 Replanteo									
01.5.1	u Replanteo								
	La replantacion de posibles mareas que se ubican por la plantación, en este caso , 1%								
							203,00	7,50	1.522,50
01.5.2	h Riego auxiliar								
							40,00	3,00	120,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.5 Replanteo.....									1.642,50
TOTAL CAPÍTULO C1 Plantación.....									136.389,50

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C2 Riego									
SUBCAPÍTULO 02.1 Programador de riego									
02.1.1	u Programador de riego Agrónic 4000 con via radio						1,00	2.600,00	2.600,00
								TOTAL SUBCAPÍTULO 02.1 Programador de riego.....	2.600,00
SUBCAPÍTULO 02.2 Material de riego									
02.2.1	u Manguito unión PE 20						605,00	2,25	1.361,25
02.2.2	u Final de ramal PE						906,00	3,00	2.718,00
02.2.3	u Solenoide Aquative Latch 3 vias 12 VDC						10,00	45,50	455,00
								TOTAL SUBCAPÍTULO 02.2 Deposito de agua.....	4.534,25
SUBCAPÍTULO 02.3 Tuberías generales									
02.3.1	m PVC 140/16 C/J. E <small>Tubería PVC con junta elastica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 140 mm. Espesor de pared: 5.4 mm. Presión 10 atm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.</small>						756,00	10,90	8.240,40
	m PVC 125/10 C/J. E <small>Tubería PVC con junta elastica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 140 mm. Espesor de pared: 5.4 mm. Presión 10 atm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.</small>						180,00	5,30	954,00
								TOTAL SUBCAPÍTULO 02.3 Tuberías principales.....	9.194,40
SUBCAPÍTULO 02.4 Válvulas									
02.4.1	u VÁLVULA METAL RECTA VICTAULIC 3"						2,00	94,92	189,84
	u VÁLVULA METAL RECTA VICTAULIC 2"						8,00	83,90	671,20
02.4.2	u VÁLVULA 3 VIAS 1/4"						10,00	150,00	1.500,00
								TOTAL SUBCAPITULO 02.4 Válvulas.....	2.361,04

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.5 Tuberías terciarias									
02.5.1	m PVC 63/6 C/J.E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 63 mm Espesor de pared: 2 mm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.						2.688,00	1,33	3.675,04
02.5.2	m PVC 75/6 C/J.E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 75mm. Espesor de pared: 2.3 mm.						276,00	1,75	483,00
02.5.3	m PVC 90/6 C/J.E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 90 Espesor de pared: 2.8 mm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.						150,00	2,64	396,00
02.5.4	m PVC 110/6 C/J. E Tubería PVC con unión por junta elástica, indicado para conducciones de agua a presión. Suministrado en barras de longitud 6m. en color gris. Diámetro 110 Espesor de pared: 4.2 mm. Norma de fabricación UNE-EN 1452.						1860,00	4,76	8.853,6
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.5 Tuberías terciarias.....									13.307,64
SUBCAPÍTULO 02.6 Tuberías laterales									
02.6.1	m NaanPC DN:20 espesor: 1,2 mm PN: 0,5 - 3,5 atm m. manguera GOTERO AUTOCOMPENSANTE dn20 0,75cm*3,8L/h						44.224,00	0,57	25.207,68
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.6 Tuberías laterales.....									25.207,68
SUBCAPÍTULO 02.7 Fertirrigación									
02.7.1	u Depósito de polietileno cilíndrico para dosificación, de 1.000 l Depositos de polietileno enriquecidos con aditivos anti rayos ultravioletas y tratados para calidad alimentaria. Han sido diseñados en color blanco translúcido natural, con lectura de nivel en el cuerpo.						3,00	398,00	1.194,00
02.7.2	u Inyector de fertilizantes El inyector de fertilizantes ayuda en el proceso de fertilización agrícola. El caudal de inyección se ajusta con la regulación mediante una válvula manual de 3/4" instalada en la tubería de alimentación						3,00	544,00	1.632,00
02.7.3	u Bomba inyectora La bomba dosificadora permite inyectar abono líquido a baja presión y no genera ninguna pérdida de carga.						2,00	612,00	1.224,00
02.7.4	u Agitadores industriales Agitador vertical de turbina con brida, motor trifásico de 1/2 HP y caña de 1 metro. La principal función del agitador industrial es agitar y mezclar líquidos o sólidos de baja densidad, garantizando la homogeneidad de la mezcla.						2,00	275,00	550,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.7 Fertirrigación.....									6.484,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.8 Instalación y enterrado									
02.8.1	ha Instalación de tuberías Colocación y enterrado de las tuberías riego y ramales de goteros.						25,40	4.500,00	114.300,00
									114.300,00
SUBCAPÍTULO 02.9 Sistema de filtrado									
02.9.1	u Filtro hidráulico vertical AF-204S Este tipo de filtro tiene 3100 cm2 de superficie de malla y soporta hasta una tasa de flujo máxima de 90 m3/h a una presión de 16 atm.						1,00	5.300,00	5.300,00
	u VENTOSA 1" PN16 Y ACCESORIOS PARA CONEXIÓN (INSTALAR EN GRUPOS DE VALVULAS)								
	u VENTOSA 2" PN16 Y ACCESORIOS PARA CONEXIÓN (INSTALAR EN TUBERIAS GENERALES DE IMPULSION Y DE POZOS)								
									5.300,00
02.1	Programador de riego Agrónic 4000 con vía radio						1,00	2.600,00	2.600,00
02.2	Materal de riego						1,00	4.534,25	4.534,25
02.3	Tuberías generales						1,00	9.194,40	9.194,40
02.4	Válvulas						1,00	2.361,04	2.361,04
02.5	Tuberías terciarias						1,00	13.307,64	2.398,98
02.6	Tuberías laterales NaanPC DN:20 espesor: 1,2 mm PN: 0,5 - 3,5 atm						1,00	25.207,68	25.207,68
02.7	Fertirrigación						1,00	6.484,00	6.484,00
02.8	Instalación y enterrado						1,00	114.300,00	114.300,00
02.9	Sistema de filtrado						1,00	5.300,00	5.300,00
02.10	PILOTO METALICO REDUCTOR DE PRESIÓN PN25 0,5-6 BAR (MUELLE VERDE)						10	28	280,00
									172.659,95

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C3 Mallas anti granizo y ventiladores									
SUBCAPÍTULO 03.1 Protección de la plantación									
03.1.1	Ha Mallas anti granizo								
03.1.2	u Ventiladores						14,50	10.000,00	145.000,00
							10	9000	90.000,00
TOTAL CAPÍTULO C3 Mallas anti granizo y ventiladores.....									235.000,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C4 Seguridad y salud									
SS	u Medidas de seguridad e higiene								
	Incluye todas la medidas de seguridad e higiene necesarias para la correcta realización de la obra, a sido calculada aplicando un porcentaje del 2 % del total presupuestado para la plantación de la finca.								
							1,00	10.890,73	10.890,73
TOTAL CAPÍTULO C4 Seguridad y salud.....									10.890,73
TOTAL.....									554.940,18

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C1	Plantación.....	136.389,50	24,58
C2	Riego.....	172.659,95	31,12
C3	Mallas anti granizo y ventiladores.....	235.000,00	42,35
C4	Seguridad y salud.....	10.890,73	1,96
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		554.940,18	
	13,00% Gastos generales.....	72.142,22	
	6,00% Beneficio industrial.....	33.296,41	
SUMA DE G.G. y B.I.		105.438,63	
	21,00% I.V.A.	138.679,55	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		799.058,36	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		799.058,36	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL CINCUENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

Castejón de Alarba, a 07 de octubre de 2021.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA



**Universidad
Zaragoza**

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL**

MENCIÓN: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN DE 25,4 HA DE CEREZO
(*Prunus avium*) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE CASTEJÓN DE ALARBA
(ZARAGOZA)**

***PROJECT OF A 25,4 HA CHERRY TREE (*Prunus avium*)
PLANTATION WITH A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF CASTEJÓN DE ALARBA (ZARAGOZA)***

Autora:

ALBA GARCÍA SÁEZ

Directores:

CLARA MARTÍ DALMAU
PABLO MARTÍN RAMOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020/202

ÍNDICE

1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1 DATOS DE LA OBRA Y ANTECEDENTES

1.1.1 EMPLAZAMIENTO

1.1.2 USO ANTERIOR DEL SOLAR

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y PROBLEMÁTICA DE SU ENTORNO

1.2.1 TIPO DE OBRA

1.2.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

1.2.3 EXISTENCIA DE ANTIGUAS INSTALACIONES

1.2.4 CIRCULACIÓN DE PERSONAS AJENAS A LA OBRA

1.2.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.2.6 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

2.1.1 EXCAVACIÓN

2.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

2.2.2 RIESGOS MÁS FRECUENTES

2.2.3 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

2.2.4 PROTECCIONES PERSONALES

2.2.5 PROTECCIONES COLECTIVAS

2.2.6 ACABADOS E INSTALACIONES

2.2.7 ALBAÑILERÍA

2.3 COLOCACIÓN DE TUBERÍAS

2.3.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES

2.3.2 NORMAS PREVENTIVAS

2.3.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

2.4 MONTAJE DE PREFABRICADOS

2.4.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES

2.4.2 NORMAS PREVENTIVAS

2.4.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

2.5 INSTALACIONES SANITARIAS

2.5.1 DOTACIÓN DE ASEO

2.5.2 DOTACIÓN DE VESTUARIO

2.5.3 DOTACIÓN DE ALMACÉN

2.5.4 DOTACIÓN DE OFICINA

2.6 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

2.7 MAQUINARIA PARA MOVIMIENTOS DE TIERRAS

2.7.1 RETROEXCAVADORA

2.8 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN

2.8.1 CAMIÓN GRÚA

2.9 MAQUINAS – HERRAMIENTAS

2.9.1 HERRAMIENTAS MANUALES

2.10 MEDIOS AUXILIARES

2.10.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS AUXILIARES

**3. ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS TRABAJOS DE REPARACIÓN,
CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

3.1 MANTENIMIENTO

1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1. Datos de la obra y antecedentes.

1.1.1. Emplazamiento.

Los trabajos del presente Estudio de Seguridad y Salud se desarrollan en el término municipal de Castejón de Alarba en la provincia de Zaragoza. Se trata de una finca geográficamente situada en el extremo sureste de la depresión entre la Sierra de Pardos y la Sierra de Ateca, constituida por 37 parcelas.

1.1.1.1. Denominación.

En la finca anteriormente citada, se pretende llevar a cabo la plantación de 25,4 ha de cerezo en sistema intensivo. También se realizará la instalación de riego localizado por goteo.

1.1.1.2. Presupuesto estimado.

El presupuesto estimado es de 799.058,36€.

1.1.1.3. Plazo de ejecución.

Se tiene programado un plazo de ejecución inicial de 6 meses.

1.1.1.4. Número de trabajadores.

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores alcanzará la cifra de 8 operarios.

1.1.1.5. Parcelas colindantes.

Las parcelas colindantes que existen pertenecen a diferentes fincas de otros propietarios y del promotor del presente proyecto, las cuales son usadas para el cultivo de cereales extensivos, pastos de ganado ovino, viñedo y almendro.

1.1.1.6. Accesos.

El acceso a la obra por parte de los transportes de material a la misma no presenta dificultades, se realiza por el Camino de la Loma, situado justo al lado del pozo 4.

1.1.1.7. Topografía.

La superficie de la parcela tiene una orografía con bastante desnivel.

1.1.1.8. Climatología del lugar.

Climatológicamente la zona es muy fría en invierno y con veranos calurosos, existe la posibilidad de que se den heladas tardías los meses primaverales por lo que se deben tomar medidas para evitar que sean muy dañinas para la producción del cultivo, eligiendo variedades de floración tardía.

1.1.1.9. Lugar del centro asistencial más próximo en caso de accidente.

La ubicación del Centro Asistencial de la Seguridad Social más próximo a la obra se encuentra a 5 km en Castejón de Alarba.

1.1.2. Uso anterior del solar.

El uso anterior también era agrícola, se cultivaban cereales extensivos, almendro y viñedo.

1.2. Descripción de la obra y problemática de su entorno.

1.2.1. Tipo de obra.

Se pretende realizar una instalación de riego localizado por goteo, realizando todas las zanjas necesarias para su desarrollo.

1.2.2. Movimiento de tierras.

Las obras de explanación de tierras, y aperturas de zanjas y pozos se llevarán a cabo de acuerdo con los espesores y profundidades señalados en la documentación del proyecto. Por las zanjas cavadas circularán las tuberías generales, y de estas saldrán sus respectivas secundarias y terciarias de las cuales saldrá una línea de gotero para cada línea de cerezos.

1.2.3. Existencia de antiguas instalaciones.

Existe una nave que será usada de almacén para guardar maquinaria agrícola, una caseta que se encuentra a 120 m del pozo 4 y la balsa de aprovechamiento.

1.2.4. Circulación de personas ajenas a la obra.

Como la obra se realiza en una zona sin tránsito, no será necesaria ninguna medida de seguridad en este apartado, ya que todas las personas que se encuentren cerca de obra pertenecerán a ella.

1.2.5. Suministro de energía eléctrica.

Toda la energía usada tanto para la construcción de los riegos y parcela será obtenida mediante el generador eléctrico de gasoil principal y un generador auxiliar más pequeño y móvil.

1.2.6. Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será facilitado por la empresa que ejecute la obra, ya sea para consumo humano o para otros fines ligados a la obra.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo.

2.1.1. Excavación.

2.1.1.1. Descripción de los trabajos.

La excavación será necesaria para colocar las tuberías de PVC que llevarán el agua a los laterales de riego. Antes de iniciar estos trabajos, se habrán realizado las Instalaciones higiénicas provisionales.

2.1.1.2. Riesgos más frecuentes.

- Caídas al mismo nivel, a consecuencia del estado del terreno.
- Heridas punzantes, causadas por las armaduras.
- Caídas de objetos desde la maquinaria.
- Atropellos causados por la maquinaria.

2.1.1.3. Normas básicas de seguridad.

- Realización del trabajo por personal cualificado.
- Clara delimitación de las áreas para acopio de tubos, depósito de lodos, etc.
- Las armaduras antes de su colocación, estarán totalmente terminadas, eliminándose así el acceso del personal al fondo de las zanjas, estas las usaremos en la construcción de la caseta de riego.

- Durante el izado de los tubos, estará prohibida la permanencia de personal, en el radio de acción de la máquina.
- Mantenimiento en el mejor estado posible de limpieza, de la zona de trabajo, habilitando para el personal, caminos de acceso a cada lugar de trabajo.

2.1.1.4. Protecciones personales.

- Casco homologado, en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de juntas y hormigonado, ferralla, etc.
- Mono de trabajo, trajes de agua.
- Botas de goma.

2.1.1.5. Protecciones colectivas.

- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Organización del tráfico y señalización.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Protección de la zanja, mediante barandilla resistente con rodaje.

2.2. Movimiento de tierras.

2.2.1. Descripción de los trabajos.

Se iniciarán con un subsolado profundo para enterrar el estiércol y eliminar compactaciones de los diferentes horizontes del suelo. El siguiente paso será abrir zanjas para la instalación de las tuberías principales del riego.

2.2.2. Riesgos más frecuentes.

- Atropellos y colisiones, originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Caídas en altura.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendio. 2.2.3. Normas básicas de seguridad.

2.2.3. Normas básicas de seguridad.

- Las maniobras de la maquinaria, estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Las paredes de la excavación, se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá, la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanja la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 m.
- La salida al camino de camiones, será avisada por personal distinto al conductor, para prevenir a los posibles usuarios de la vía.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.

2.2.4. Protecciones personales.

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua y botas.
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si estaba dotada de cabina antivuelco.

2.2.5. Protecciones colectivas.

- Recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables herméticamente cerrados.
- No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.

2.2.6. Acabados e instalaciones.

2.2.6.1. Descripción de los trabajos.

Instalaciones de electricidad:

- Caídas de personal al mismo nivel, por uso indebido de las escaleras.
- Electrocuaciones.
- Cortes en extremidades superiores.

2.2.6.2. Aspectos a llevar a cabo:

Pinturas y barnices:

- Ventilación adecuada en los lugares donde se realizan los trabajos.
- Estarán cerrados los recipientes que contengan disolventes y alejados del calor y del fuego.

Instalaciones de electricidad:

- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- La herramienta manual se revisará con periodicidad para evitar cortes en su uso.

Protecciones personales:

- Mono de trabajo.
- Casco aislante homologado.

Protecciones colectivas:

- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijera; si son de mano serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Se señalarán convenientemente las zonas donde se esté trabajando.

2.2.7. Albañilería.

2.2.7.1. Descripción de los trabajos.

Los trabajos de albañilería que se pueden realizar en la obra no son muy abundantes. Se llevan a adaptación de la nueva maquinaria a la caseta de riego y la construcción de arquetas prefabricadas en los puntos donde marque el proyecto.

2.2.7.2. Riesgos más frecuentes.

- Salpicaduras a los ojos sobre todo en trabajos realizados en los techos.
- Dermatitis; por contacto con las pastas y morteros.
- Proyección de partículas al cortar los materiales

- Corte y heridas
- Aspiración de polvo al usar máquinas para cortar o lijar.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas de altura a diferente nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes en extremidades superiores e inferiores.

2.2.7.3. Normas básicas de seguridad.

Hay una norma básica para todos estos trabajos, es el orden y la limpieza en cada uno de los trabajos, estando las superficies de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros) los cuales pueden provocar golpes o caídas, obteniéndose de esta forma un mayor rendimiento y seguridad.

2.2.7.4. Protecciones personales.

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado para todo el personal.
- Guantes de goma fina o caucho natural.
- Uso de dediles reforzados con cota de malla para trabajos de apertura de rozas manualmente.
- Manoplas de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Gafas protectoras.
- Mascarillas antipolvo.

2.2.7.5. Protecciones colectivas.

Coordinación de todos los oficios que intervienen en la obra.

2.3. Colocación de tuberías.

2.3.1. Riesgos más frecuentes.

- Caídas o desprendimientos de materiales situados en las proximidades de las zanjas.
- Golpes o choques con objetos dentro de las zanjas.
- Caída o vuelco de vehículos.
- Caídas de altura.

- Caída de la propia tubería al ser bajada a la zanja, con peligro de golpes y atrapamiento.
- Atrapamientos.
- Aplastamiento de extremidades.
- Sobre-esfuerzos.
- Heridas y cortes por objetos, máquinas y herramientas manuales.
- Quemaduras con los elementos de soldadura en las tuberías de PEAD.
- Polvo.
- Dermatitis por contactos con lubricantes.

2.3.2. Normas preventivas.

- Todo el personal que se dedique al montaje de tuberías será especialista en ello.
- Las tuberías nunca se acopiarán en los límites de la zanja, puesto que se pueden deslizar y provocar golpes y atrapamientos. En caso de tener que situarse en proximidades, se sujetarán mediante cuñas para evitar su deslizamiento.
- Con tiempo lluvioso se evitará la soldadura de las tuberías de PEAD.
- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará por medios sólidos y seguros.
- Nunca se colocarán las manos en la zona de enchufe de las tuberías de fundición para evitar atrapamientos.
- Se utilizarán guantes de goma para la aplicación de lubricantes a las campanas hembras de enchufe de tuberías de fundición.
- El tractel para el enchufe de tuberías será sólidamente sujetado para evitar deslizamientos.
- Para no mantener grandes tramos de zanjas abiertas se procurará que se monten los tubos a medida que se va abriendo la zanja.
- La eslinga, gancho o balancín empleado para elevar y colocar tubos, estará en perfectas condiciones y será capaz de soportar los esfuerzos a los que estará sometido.
- Se les ordenará a los trabajadores que estén recibiendo los tubos en el fondo de la zanja que se retiren lo suficiente hasta que la grúa lo sitúe, para evitar que una falsa maniobra del gruista puedan resultar atrapados entre el tubo y la zanja.
- El gancho de la grúa debe tener el pestillo de seguridad. Se deberán paralizar los trabajos de montaje de tubos bajo regímenes de viento superiores a 60 km/h.

2.3.3. Equipo de protección individual.

- Guantes de cuero
- Guantes de PVC o goma para la aplicación del lubricante a las tuberías de fundición.
- Botas de puntera.
- Uso de casco protector.
- Gafas de protección antipartículas.
- Mascarillas antipolvo.
- Cinturón / arnés de seguridad.

2.4. Montaje de prefabricados.

2.4.1. Riesgos más frecuentes.

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atropellos.
- Caídas de las personas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Cortes o golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Aplastamiento de manos o pies al recibir las piezas.

2.4.2. Normas preventivas.

- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de recibir al borde de los forjados, las piezas prefabricadas servidas mediante grúa. La pieza prefabricada, será izada del gancho de la grúa mediante auxilio de balancines.
- Una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, al montaje definitivo. Concluido el cual, podrá desprenderse del balancín. Los trabajos de recepción e instalación del prefabricado se realizarán desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm montados sobre andamios.
- Se instalarán señales de “peligro, paso de cargas suspendidas” sobre los pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

- Si alguna pieza prefabricada llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno.
- Se vigilará cuidadosamente el estado de la maquinaria y elementos auxiliares que se empleen para el izado de los prefabricados.
- No se izarán elementos prefabricados para su colocación bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h.
- Las plantas permanecerán limpias de obstáculos para las maniobras de instalación.
- Para el manejo de los prefabricados se seguirán siempre las indicaciones del fabricante.

2.4.3. Equipo de protección individual.

- Uso obligatorio de casco de protección craneal
- Calzado de seguridad
- Guantes de cuero
- Cinturón de seguridad

2.5. Instalaciones sanitarias.

Se colocarán durante la ejecución de la obra en la caseta de riego. Serán suficientes, ya que durante la ejecución de estos trabajos, la cifra de operarios no superarán las diez personas.

2.5.1. Dotación de aseo.

- Unos retretes con carga y descarga automática de agua corriente, papel higiénico y percha, en la vivienda, con puerta y cierre interior.
- Dos lavabos con secador de manos por aire caliente, de parada automática y existencias de jabón. Se instalará un espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m.
- Una duchas con puerta.

2.5.2. Dotación del vestuario.

- 4 taquillas metálicas individuales provistas de llave.
- Un banco de madera corrido.
- Un espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m.

En el vestuario se instalará el botiquín de urgencias con agua oxigenada, alcohol de 90o, tintura de yodo, mercurio-cromo, amoniaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo,

antiespasmódicos y termómetro clínico. Todas las estancias, estarán convenientemente dotadas de luz eléctrica.

2.5.3. Dotación del almacén.

- Ningún elemento reseñable.

2.5.4. Dotación de la oficina.

- Una mesa con su silla correspondiente
- Dos sillas
- Un armario

2.6. Instalación contra incendios.

Las causas que propician la aparición de un incendio en una instalación al aire libre no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldaduras, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.), junto a una sustancia combustible (encontrados de madera, carburante para la maquinaria, pintura etc.), puesto que el comburente (oxígeno), está presente en todos los casos. Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra, situando este acopio en planta baja, almacenando en las plantas superiores los materiales de cerámica, sanitarios, etc. Los medios de extinción serán los siguientes: extintores portátiles, instalando dos de dióxido de carbono de 12 kg en el acopio de los líquidos inflamables; uno de 6 kg de polvo seco antigrasa en la oficina de obra; uno de 12 kg de dióxido de carbono junto al cuadro general de protección, y por último uno de 6 kg de polvo seco antigrasa en el almacén de herramientas.

Asimismo consideramos que deben tenerse en cuenta otros medios de extinción tales como el agua, la arena, herramientas de uso común, (palas, rastrillos, picos, etc.). Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos; de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los aspectos.

Existirá la adecuada señalización indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles, situación del extintor, camino de evacuación, etc.). Todas las medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, en todos los casos, serán avisados inmediatamente.

2.7. Maquinaria para movimientos de tierras.

2.7.1. Pala cargadora.

- Riesgos más frecuentes.

- Atropellos y colisiones, en maniobras de marcha atrás y giros.
- Caída de material, desde la cuchara.
- Vuelco de la máquina.

- Normas básicas de seguridad:

- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Si se cargan piedras de tamaño considerable, se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- La batería quedará desconectada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta, siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.

2.7.1.1. Protecciones personales.

- El operador llevará en todo momento
- Casco de seguridad homologado.
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.
- Asiento anatómico.

2.7.1.2. Protecciones colectivas.

- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona del trabajo de la máquina.

2.7.2. Camión basculante.

- Riesgos más frecuentes:

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras de operaciones de mantenimiento.
- Vuelcos, al circular por la rampa de acceso.

2.7.2.1. Normas básicas de seguridad.

- Al realizar las entradas o salidas del solar los hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

2.7.2.2. Protecciones personales.

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano.

2.7.2.3. Protecciones colectivas.

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar este tipo de maniobras. Si descarga material, en las proximidades de la zanja y pozo, se aproximará a una distancia máxima de 1 m., garantizando ésta mediante topes.

2.7.3. Retroexcavadora.

-Riesgos más frecuentes:

- Vuelco con hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

2.7.3.1. Normas básicas de seguridad.

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina, estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia delante y, tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante excavación del terreno en la zona entrada al solar, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

2.7.3.2. Protecciones personales.

El operador llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

2.7.3.3. Protecciones colectivas.

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por la rampa el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

2.8. Maquinaria de elevación.

2.8.1. Camión grúa..

- Riesgos más frecuentes
- Rotura del cable o gancho
- Caída de la carga.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostamiento deficiente, etc.

2.8.1.1. Normas básicas de seguridad.

- Todos los trabajos están condicionados por los siguientes datos: Carga máxima kg; longitud pluma 25 m; carga en punta 750 kg; contrapeso 4.000 kg.
- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento.
- Asimismo estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- El cubo de hormigonado, cerrará herméticamente, para evitar caídas de material.
- Las plataformas para elevación de material cerámico, dispondrán de rodapié de 20 cm, colocando la carga bien repartida, para evitar deslizamientos.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente
- Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro, y el descenso y elevación del gancho.
- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.
- Todos los movimientos de la grúa, se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.

- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecargas, y es recomendable, si se prevén fuertes vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 km/h., cortando corriente a 80 km/h.
- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas instalado al montar la grúa.
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
- Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar libremente la pluma; se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.
- Comprobación de la existencia de certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.

2.8.1.2. Protecciones personales.

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad, en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

2.8.1.3. Protecciones colectivas.

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.
- • Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo estas, una vez finalizado el trabajo.
- • El cable de elevación, y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

2.9. Maquinas-herramientas.

2.9.1. Herramientas manuales.

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y rozadora.

2.9.1.1. Riesgos más frecuentes.

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas de altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvos.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades
- Normas básicas de seguridad:
- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

2.9.1.2. Protecciones personales.

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad, para trabajos en altura.

2.9.1.3. Protecciones colectivas.

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

2.10. Medios auxiliares.

2.10.1. Descripción de los medios auxiliares.

Los medio auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos en la caseta de riego siendo:
- Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tableros colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras, empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí.
- Escaleras de mano, se dan de dos tipos: metálicas y de madera para trabajos en altura pequeña y de poco tiempo o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

2.10.1.1. Andamios de borriquetas.

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tableros como tablero horizontal.

2.10.1.2. Escaleras fijas.

- Caídas del personal.

2.10.1.3. Escaleras de mano.

- Caídas de niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

Normas básicas de seguridad.

2.10.1.4. Escaleras de mano.

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza con los peldaños ensamblados.

- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en pie elementos que impidan el desplazamiento
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíben manejar en las escaleras pesos superiores a 25 kg.
- Nunca se efectuará trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos
- Las escaleras dobles o de tijeras estarán protegidas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarse.
- La indicación de las escaleras será aproximadamente de 75º que equivalen a estar separadas de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

2.10.1.5. Protecciones personales.

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.

2.10.1.6. Protecciones colectivas.

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por trabajo de éstos, así como éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de la zona de trabajo principalmente cuando se esté trabajando con los andamios en los cerramientos de fachada.
- Se señalará la zona de influencia mientras duren las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios.

3. ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS TRABAJOS DE REPARACION, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.1. Mantenimiento.

La dificultad para desarrollar esta parte del Estudio de Seguridad estriba en que la mayoría de los casos no existe una planificación para el mantenimiento, conservación y entretenimiento. La experiencia demuestra que los riesgos que aparecen en las operaciones de mantenimiento, entretenimiento y conservación son muy similares a los que aparecen el proceso constructivo, por ello remitimos a cada uno de los epígrafes de los desarrollados en este Estudio de Seguridad e Higiene, en los que se describen los riesgos específicos para cada fase de la obra:

- Albañilería
- Instalaciones

Hacemos especial mención de los riesgos correspondientes a la conservación, mantenimiento y reparación de las instalaciones de saneamiento en la que los riesgos más frecuentes son:

- Inflamaciones y explosiones.
- Intoxicaciones y contaminaciones.
- Pequeños hundimientos.
- Zapatos con suela antideslizantes

Para paliar estos riesgos se adoptarán las siguientes medidas de prevención:

3.1.1.1. Inflamaciones y explosiones.

Antes de iniciar los tajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo. Es fundamental tener en cuenta ese aspecto ya que estamos trabajando con un pozo a varios metros de profundidad. En caso de encontrar canalizaciones de gas o de electricidad, se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados. Se establecerá el programa de trabajos claro, que faciliten un movimiento ordenado en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales; es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar. En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que los riesgos de explosión en un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Conducciones eléctricas para iluminación y fuerza.
- Conducciones de línea telefónica
- Conducciones para iluminación de vías públicas.

Para paliar los riesgos citados, se tomarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables. No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.

- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores en el aire.

3.1.1.2. Intoxicaciones y contaminaciones.

Estos riesgos se presentan cuando se localizan en lugares subterráneos concentraciones de aguas residuales por rotura de canalizaciones que las transportan a los puntos de evacuación y son de tipo biológico. Ante la sospecha de un riesgo de este tipo, debe contarse con servicios especializados en detección de agente contaminante y realizarse una limpieza profunda del mismo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento o reparación que resulten necesarios. Es por ello que al usar el pozo para bombear agua al embalse, cada mes deberá revisarse que todo este correcto y no haya ningún tipo de rotura por mínima que sea.

3.1.1.3. Pequeños hundimientos.

En todo caso, ante la imposibilidad de que se produzcan atrapamientos del personal que trabaja en zonas subterráneas, se usarán las medidas de entibación en trabajos de mina convenientemente sancionadas por la práctica constructiva (avance en galerías estrechas, pozos, etc.), colocando protecciones cuajadas y convenientemente acodaladas; vigilando a diario la estructura resistente de la propia entibación para evitar que los movimientos de tierras incontrolados hubiera piezas que no trabajaran correctamente y se pudiera provocar la desestabilización del sistema de entibación.