

PROYECTO DE TRANSFORMACION
DE SECANO A REGADIO
DE UN OLIVAR DE VERDEO
EN EL TERMINO MUNICIPAL DE HINOJOS
(HUELVA)



Emilio Castillo Pérez.

<http://emiliocastillo.tripod.cl>

(Junio 1999)

Indice:

Memoria:	4
Antecedentes. Objetivo del proyecto. Localización y comunicación de la finca. Dimensión de la finca y orografía. Bases del proyecto. Situación actual. Finalidad perseguida. Condicionantes del proyecto. Ingeniería del proyecto. Labores necesarias para realizar la mejora. Labores en el olivar. Enmiendas. Necesidades de fertilización. Lucha contra plagas y enfermedades. Diseño del riego. Maquinaria necesaria. Obras e instalaciones. Producción, recolección y comercialización. Estudio económico. Indicadores de la valoración.	
Anejo N°1 Estudio Climático:	16
Clima. Estudio climático de la zona. Temperaturas. Pluviometría. Humedad relativa. Vientos. Insolación. Nubosidad. Evaporación. Régimen de heladas. Clasificación climática. Representación gráfica de climogramas. Índices climáticos. Clasificación climática según UNESCO - FAO. Clasificación climática de Köppen. Clasificación agroecológica de Papadakis. Clasificación climática según Thornthwaite.	
Anejo N°2: Estudio del suelo	39
Limitaciones físicas del suelo. Textura. Profundidad útil. Encharcamiento y falta de aireación. Erosionabilidad. Limitaciones químicas del suelo. Ph del suelo. Salinidad. Exceso de sodio. Toxicidad por boro y cloruros. Otras características del suelo de interés. Materia orgánica. Carbonatos. Nitrógeno. Fósforo. Potasio. Cationes de cambio. Interpretación de los resultados.	
Anejo N°3: Calidad del agua	51
Análisis del agua. Comprobación de datos. Interpretación de los resultados. PH. Contenido total de sales. Carbonato sódico residual. Dureza. Coeficiente alcalimétrico. Evaluación de la calidad del agua. Criterio de salinidad. Criterios de sodicidad. Riesgo de toxicidad.	
Anejo N°4: Balance hídrico	62
Cálculo de la evapotranspiración de referencia según Blaney - Criddle. Cálculo del coeficiente del cultivo y de la evapotranspiración corregida. Cálculo del efecto de localización. Cálculo de las correcciones por condiciones locales. Variación climática. Variación por advección. Cálculo de las necesidades netas. Cálculo de las necesidades totales. Cálculo de las necesidades diarias por árbol. Calendario de riego	
Anejo N°5: Enmienda orgánica	77
Enmienda orgánica.	
Anejo N°6: Planificación del abonado	82
Fertilización. Fertilización Fosfatada. Fertilización Potásica. Fertirrigación. Planificación del abonado mediante fertirrigación. Ventajas e inconvenientes de la fertirrigación. Extracciones del cultivo para los diferentes elementos. Elección del	

fertilizante. Época de aplicación. Distribución de los nutrientes a lo largo del año.
Fertirrigación. Número de aportes para los diferentes abonos.

Anejo N°7: Poda.....105

Generalidades. Bases biológicas de la poda. Fisiología de la poda. Cortes de poda. Reacción del árbol a la poda. **Bases fisiológicas de la poda. Época de poda. Periodicidad de la poda. Instrumentos de poda. Técnicas de poda.** Poda de formación. Poda de mantenimiento. Poda de renovación o rejuvenecimiento. **Organización y composición de la mano de obra que forma la cuadrilla de podar.**

Anejo N°8: Plagas, enfermedades y malas hierbas.....120

Plagas. Introducción. Plagas principales. Plagas de importancia local o temporal. **Enfermedades.** Introducción. Principales enfermedades. **Malas hierbas.** Introducción. Control de malas hierbas. Recomendaciones para el uso de herbicidas en el olivar. Tratamiento herbicida en nuestra plantación.

Anejo N°9: Estudio del riego.....154

Diseño agronómico. Calendario de riegos en función de la alternativa planteada, discusión y decisiones. Necesidades de agua. Dosis total. Caudal ficticio continuo y disponible. Elección de goteros. Número de goteros por árbol. Colocación de los goteros. Tiempo de riego. Número de sectores de riego. Dosis de riego. **Diseño hidráulico.** Primer sector. Segundo sector. Tercer sector. Resumen de las pérdidas de carga. **Cálculo del cabezal de riego.** Equipo de bombeo. Equipo de fertirrigación. Equipo de filtrado.

Anejo N°10: Estudio de la maquinaria.....178

Características de las máquinas. Rendimiento de los aperos. Costes horarios. Costes fijos. Costes variables. Tractor. Arado de vertedera. Cuba de tratamientos. Remolque distribuidor de estiércol. Remolque 8 Tm. Pulverizador. **Costes de utilización.** Arado de vertedera. Cuba de tratamientos. Remolque 8 Tm. Remolque distribuidor de estiércol.

Anejo N°11: Presupuesto y estudio económico.....196

Presupuesto de la inversión. Consumo eléctrico. Presupuesto de la instalación de riego. Presupuesto de albañilería. Presupuesto de la instalación eléctrica. Total inversión. **Estudio económico.** Pagos ordinarios. Pagos extraordinarios. Cobros ordinarios. Cobros extraordinarios. Flujos de caja. **Evaluación económica del proyecto.** Cálculo del valor actual neto. Plazo de recuperación. Tasa interna de rendimiento.

Anejo N°12: Programación y control del proyecto.....216

Ejecución de la instalación. Montaje.

Planos.....228

Plano de situación. Plano de situación de la línea eléctrica. Plano topográfico acotado. Planos de la instalación del riego por distintos sectores.

Bibliografía.....245

Autor:

Emilio Castillo Pérez.

Junio 1999

MEMORIA.

1. Antecedentes.

El principal motivo por el cual se ha realizado este proyecto es para que una vez realizado los cálculos pertinentes pueda ser llevado a la práctica.

Se ha elegido este cultivo, por ser una zona donde es muy frecuente y además rentable.

Toda la producción se venderá por medio de la cooperativa “ Cobelén “ (Pilas) que garantiza la compra y un precio óptimo.

2. Objetivo del proyecto.

El objetivo del siguiente proyecto es estudiar la posibilidad de llevar a cabo una serie de mejoras en la finca de olivar “ Los Molinillos “, dedicada al cultivo de aceituna de mesa, variedad “ manzanilla “, con el fin de aumentar la producción, así como el rendimiento de la finca.

Para ello realizaremos un estudio del suelo, sistema de riego, poda, abonado, tratamientos, recolección y maquinaria, llevando a cabo las siguientes mejoras:

Implantación de un sistema de riego por goteo.
Plan de fertilización adecuado.
Enmiendas necesarias.

2.1. Localización y comunicación de la finca.

La finca objeto de estudio se encuentra situada en el termino municipal de Hinojos, provincia de Huelva y lleva por nombre “ Los Molinillos “ cuyo propietario es Pedro Morón Onrubia. Linda con el Arroyo Claro por el nordeste, con el camino de Pilas al Rocío por el sudeste, con la carretera de Hinojos a Villamanrique al sudoeste y con la finca de Herederos de Feliciano y Carmen Pérez Moreno por el noroeste.

2.2. Dimensión de la finca y orografía.

La finca que se estudia es una explotación arbórea con una superficie de 40.305 has, de olivar en seco.

La variedad cultivada es de manzanilla la cual se destina para aceituna de mesa.

La finca no presenta ningún accidente orográfico significativo, es prácticamente llana.

3. Bases del proyecto.

3.1. Situación actual.

El olivar tiene una edad de uno 50 años aproximadamente con una producción media de 50 Kg/árbol en los años de mayor producción y en los años de menor producción obtiene unos 25 Kg/árbol.

De las 40.305 has del olivar, 8.93 has están a un marco de plantación de 6*12 y las 31.375 has restantes están a un marco de 8.5*8.5. Hay 139 arboles/ha, lo que hace un total de 5582 olivos en la finca.

3.2. Finalidad perseguida.

Pretendemos aumentar la producción del olivar mediante el riego y la fertilización adecuada a unos 10000 Kg/ha

3.3. Condicionantes del proyecto.

3.3.1. Climatología.

Los datos meteorológicos han sido facilitados por la estación meteorológica de “Isla de la Cartuja”, referentes ha la estación situada más cercana a nuestra zona que es la estación meteorológica de la “Calera” (Huelva). Corresponden al periodo comprendido entre 1972 y 1980 en cuanto a temperatura y desde el año 1986 al 1998 en cuanto a precipitaciones.

Temperaturas:

Temperatura media anual: 17.6 ° C.

Temperatura media de las mínimas: 0.5 ° C.

Temperatura media de las máximas: 43.5 ° C.

Régimen de heladas:

El periodo de heladas para un año medio va desde el 29 de diciembre hasta el 10 de enero, con lo cual contamos con un periodo de 326 días libres de heladas.

Pluviometría:

Pluviometría media anual 506 mm, siendo diciembre el mes más lluvioso y Julio el menos lluvioso.

Vientos:

En el aspecto de vientos, cabe señalar que predominan los de dirección SW (que contribuyen a suavizar la aridez de la zona) así como en menor cuantía los de dirección N y que según la velocidad de estos, los clasifica como de débiles a moderados (no se consideran importantes en la zona).

La velocidad media es de 12 km/h y 8.5 % de vientos en calma.

Indices climáticos:

- Índice de Lang: zona árida.
- Índice de Martone: estepas y países secos mediterráneos.
- Índice termopluviométrico de Dantin y Revengan: zona semiárida.
- Índice de Meyer: climas áridos, desiertos y estepas.

Clasificación climática:

- Unesco - FAO: Régimen térmico: Clima templado - cálido.
Inviernos moderados.
- Aridez: Monoxérico.
- Índice Xerotérmico: Mediterráneo, con carácter termomediterráneo atenuado.
Régimen del olivo o eumediterránea.
- Köppen: Dominio C. Clima templado. Tipo C.s.a.
- Agroecológica de Papadakis: Rigor invernal: Citrus.Ci.

Calor estival:

Gossypium.G.

Aridez y su variación estacional:

Mediterráneo.

- Thornthwaite: Húmedo.B₂.s.

▪ **3.3.2. Características del suelo.**

Es un suelo de textura arenosa, sueltos desde el punto de vista de su manejo, con baja retención de humedad, es decir con alta velocidad de infiltración y permeabilidad. Al ser un suelo arenoso, va a ser pequeño el contenido en humedad que puede retener y por lo tanto va a tener una baja inercia térmica, bajo poder de almacenamiento de nutrientes y con buena aireación gracias al tamaño de sus poros.

A partir de la textura se estima aproximadamente una densidad aparente de 1.65 gr/cm², un 9 % de humedad a capacidad de campo, un 4 % de humedad a punto de marchitez y una porosidad total del 38%.

El pH es de 6.65 lo que nos determina un suelo neutro. Este pH está dentro de los valores donde el árbol vegeta bien.

El contenido de materia orgánica es muy bajo, se estudiará la posibilidad de realizar una enmienda de corrección.

La C/N no indica que la materia orgánica está esencialmente compuesta de humus evolucionado y relativamente estable que resulta recomendable en el suelo.

El suelo tiene 0.2 mm/cm por lo tanto no es salino y tampoco es un suelo sódico.

Nivel de calcio es muy bajo al igual que el de potasio y magnesio.

▪ **3.3.3. Características del agua.**

El criterio de salinidad según la clasificación de Richards es de riesgo alto de salinidad, según el comité de consultores U.C. es de riesgo de salinidad medio, según la clasificación de la F.A.O. (1976) el agua tiene problemas crecientes de salinidad y según la clasificación de la F.A.O. (1987) el agua tiene un grado de restricción de uso ligero.

El criterio de sodicidad según la relación de adsorción de sodio es de baja sodicidad, según el R.A.S. ajustado es de sin riesgo y según la norma F.A.O. (1987) el grado de restricción de su uso es ninguno.

El riesgo de toxicidad por Cl, Na y B es ninguna.

El caudal que nos proporciona el pozo es de 30 l/s.

▪ **3.3.4. Balance Hídrico.**

Como se puede apreciar en el anejo N ° 4 las máximas necesidades de riego se registran en el mes de Julio con 135.11 l/árbol y día.

▪ **3.3.5. Variedad.**

La variedad cultivada es la "Manzanilla" la cual presenta las siguientes características:

- * La "Manzanilla" se cultiva principalmente en la provincia de Sevilla, pero con una buena extensión en todas las zonas olivareras de España. Recibe su nombre porque su fruto, esférico u ovoidal, se le parece algo a la forma de una manzana. La "Manzanilla" es probablemente la variedad de mayor calidad que existe en el mundo para su aderezo en verde. En los últimos años se ha extendido bastante su cultivo sobre todo en terrenos de regadío, ya que en años de mucha cosecha, en secano engordan poco los frutos por lo que disminuye mucho su valor comercial. Se desprende difícilmente del árbol.
- * Hojas: Son de tamaño medio o pequeño. El color del haz es verde y el del envés gris verdoso. Forma elíptica.
- * Fruto: Las aceitunas se cosechan sin madurar cuando llegan a completar su desarrollo y presentan un color verde intenso, lo cual ocurre en la provincia de Sevilla entre Septiembre y Octubre. Presentan en maduro un color casi negro. El fruto es globoso, aplanado, con un peso aproximado de unos 4 gramos, aunque puede llegar a alcanzar 5-6 gramos.

El grano es elíptico, pequeño, y de superficie lisa, fácilmente separable del fruto. Pedúnculo algo largo. Tiene un porcentaje de pulpa de 85,1%, siendo el color de la pulpa madura blanco crema.

- * Producción: Es una variedad muy productiva con un rendimiento graso alto, del

19,6%

4. Ingeniería del proyecto.

4.1. Labores necesarias para realizar la mejora.

Se procederá a la apertura de zanjas mediante una retroexcavadora para enterrar las tuberías principales y portarramales del sistema de riego.

Distribución de estiércol.

Enterrado de estiércol con ayuda de arado de vertedera.

Tratamiento fitosanitarios.

4.2. Labores en el olivar.

Pase de arado de vertedera cuando se termina la recolección, para la eliminación de la proliferación de la hierba, este pase también sirve para tapar los carriles producidos en las calles en la recogida del fruto. Se realiza otro pase en verano para quitar la poca hierba que existe.

En cuanto a la poda que se realiza se comienza una vez terminada la recolección y se realizará una poda directamente proporcional a la cosecha, es decir si la cosecha a sido grande se hará una poda más exhaustiva para refrescar el olivo.

4.3. Enmiendas.

Como posible solución a la baja cantidad de materia orgánica del suelo podemos optar por introducir al medio materia orgánica gradualmente, mediante el picado y enterrado de restos de poda, que en nuestro caso no se está llevando a cabo por el olivicultor, que lo que realiza es la quema de restos de poda.

La aportación de estiércol para contrarrestar las pérdidas por mineralización del suelo como enmienda de mantenimiento supone aplicar cada 3 años 6.1 Tm de estiércol por has.

4.4.Necesidades de fertilización.

Los cálculos se han realizado para cubrir las necesidades del olivo según las producciones que se pretenden obtener.

El aporte se realizará mediante fertirrigación y siguiendo el calendario elaborado en el anejo N°6.

Los abonos utilizados son:

- Nitrato Amónico 33.5 %.
- Fosfato Monoamónico al 12 % N y 61 % P₂O₅.
- Nitrato Potásico al 13 % N y 46 % K₂O.

Fertilización Nitrogenada:

El nitrógeno (N) es el elemento que se requiere en mayores cantidades y constituye la base de la fertilización en el olivar. Este elemento es el que el olivo responde más rápidamente y con mayor rentabilidad, acelerando y aumentando generalmente la producción del cultivo. Aumentando la cantidad de clorofila y la capacidad de nutrición de otros nutrientes. Para unas determinadas disponibilidades de agua en el suelo, la correcta fertilización con nitrógeno aumenta el crecimiento de los brotes y el número de frutos cuajados por olivo lo que trae consigo un aumento de la producción.

La dosis óptima de N la vamos a repartir aprovechando las máximas necesidades de este elemento en el cultivo, que va desde la diferenciación de yemas (abril-mayo) hasta antes de cuajado del fruto (junio-julio), pasando después por una etapa de necesidades moderadas como es el cuajado del fruto, terminando aquí sus necesidades en N.

Fertilización fosforada:

El fósforo (P), es un elemento fundamental para la vida del vegetal. Es imprescindible para la división celular y el desarrollo de los tejidos meristemáticos, formando un papel importante en los procesos intermedios de fosforación y desfosforación (ciclo de Krebs). Está ligado también a la utilización del almidón y azúcares así como a la actividad fotosintética desplegada para la fijación del carbono.

Fertilización potásica:

El potasio (K) se encuentra principalmente en las vacuolas en forma iónica, es muy móvil e interviene en la formación del glúcidos y prótidos, así como en los procesos de asimilación, respiración y movimiento del agua en la planta. La deficiencia en potasio reduce la resistencia al frío y a la sequía y aumenta la sensibilidad a las enfermedades críptogámicas.

En el olivar, el K es el elemento más difícil de mantener en un nivel adecuado, debido a que más del 60 % del K de la planta se localiza en el fruto.

4.5. Lucha contra plagas y enfermedades.

Las principales plagas que afectan a la zona y en concreto a nuestra explotación son las siguientes:

- Mosca del olivo.
- Prays.
- Glifodes.

Las enfermedades más comunes son:

- Repilo
- Negrilla.

Las operaciones que realiza el agricultor son:

Un tratamiento de cobre después de la recolección para evitar el repilo. A primeros y mediados de enero se trata contra la negrilla, en marzo se aplicará una mano de cobre para el tratamiento del repilo. A finales de abril se da un tratamiento para eliminar la tercera generación del prays y posibles plagas de glifodes. A finales de mayo se volverá a realizar un tratamiento igual que el de abril para eliminar posibles restos de plagas anteriores. Y a mediados de junio se realiza un tratamiento para las posibles plagas de la mosca de la aceituna. A partir de esta fecha cada 20 días deberá de aplicarse tratamientos para evitar la proliferación de plagas de la mosca del olivo.

4.6. Diseño del riego.

Se ha elegido el sistema de riego por goteo ya que se aprovechará mejor el agua, el aumento de producción será considerable y los fertilizantes serán mejor asimilados por el árbol.

Según los datos climáticos de la zona, tipo de suelo, necesidades del cultivo, el riego por goteo, forma y superficie de la finca, se han calculado los siguientes datos:

- Necesidades totales: 1.87 mm/día
- Caudal ficticio continuo necesario: 0.2164 l/s y ha.
- Se pondrán goteros de 8 l/h y serán necesarios 4 got./árbol.
- El gotero será pinchado, no autocompensante y con una presión de trabajo de 10 m.c.a.
- Tiempo de riego: 5.02 h/día.
- La finca está dividida en 3 sectores de riego y se regarán todos los días excepto los domingos.
- Presión necesaria a la salida del pozo: 34.05 m.c.a.
- Potencia necesaria de la bomba: 22.19 cv.
- Potencia necesaria del motor: 27.74 cv.

▪ **Características técnicas**

Toma e impulsión de agua:

Se realizará mediante una bomba vertical de 30 cv la cual nos proporciona una altura manométrica total de 54.6 m.c.a. y un caudal de 70000 l/h, con lo que cubrimos nuestras necesidades. La elección de la bomba se ha hecho buscando la obtención del máximo rendimiento por parte de la misma.

Sistema de filtrado.

Para la realización del filtrado vamos a utilizar dos filtro de arena y uno de malla, en la entrada del conducto de aspiración se colocará una alcachofa (prefiltro). Los filtros de arena irán colocados, en paralelo, en el cabezal antes del depósito de fertilizante. Es decir, irá a continuación de la bomba de riego. El filtro de malla irá colocado tras los filtros de arena y depósito de fertilizante para retener las impurezas y precipitados que puedan contener o provocar los abonos.

Equipo de fertirrigación.

La aplicación del abono se va a realizar según el anejo N ° 6. Utilizaremos un depósito de 200 l, de poliéster tipo cilíndrico y a éste depósito se le acoplará un electroagitador de 0.75 cv para la disolución del fertilizante y evitar decantaciones. El abono se aplicará mediante una bomba inyectora con un caudal máximo de 62 l/h.

Conducciones de riego.

Se encuentran recogidas en el anejo N ° 9.

Emisores.

Utilizaremos goteros pinchados. Los goteros arrojan un caudal medio de 8 l/h, con un orificio de salida de 1 mm, obteniendo un total de 4 goteros por árbol en la finca.

Dispositivos auxiliares.

- Contador de agua: Irá tras el filtro de malla ya que son muy sensibles a las impurezas. Será de tipo Woltman. Son imprescindibles para permitir la detección de desajustes en los volúmenes calculados y los reales suministrados.
- Válvula de retención: Se colocará en la tubería principal justo tras el cabezal, su misión será romper la columna de agua y reducir, por tanto, el golpe de ariete que se produce al abrir y cerrar la instalación y evitar el retroceso del agua con los fertilizantes aplicados.
- Válvula de compuerta: Utilizaremos una válvula para la tubería principal.
- Manómetros o medidores de presión: Utilizaremos un manómetro de glicerina enroscado de 1/4"
- Electroválvulas (2"): Se accionan mediante orden eléctrica. Instalaremos electroválvulas normalmente cerradas, con el objeto de que no se produzcan aperturas no deseadas por la interrupción del suministro eléctrico. Son de apertura automática y manual y el solenoide trabaja a 24 voltios de corriente alterna.

En nuestro caso utilizaremos 4 electroválvulas para los 4 subsectores del sector N ° 1, 3 electroválvulas para los 3 subsectores del sector N ° 2 y 4 electroválvulas para los 4 subsectores del sector N ° 3.

Caseta de bombeo.

Para la ubicación del cabezal de riego e incluso como pequeño almacén de fertilizante para poderlo aplicar sin necesidad de tenerlo que transportar diariamente, construiremos una caseta adyacente al pozo con dimensiones 5 x 4 m², a partir de bloques de hormigón prefabricado, con techo de chapas ondulado de fibrocemento y suelo de hormigón armado. De la caseta partirán la tubería principal y los cables que conducen la señal eléctrica hacia las electroválvulas.

4.7. Maquinaria necesaria.

La explotación cuenta con toda la maquinaria necesaria para la transformación por lo tanto no habrá que comprar ninguna.

Habrà que realizar una renovación de dicha maquinaria estimada para el año 10 de vida útil del proyecto.

4.8. Obras e instalaciones.

Se construirà una caseta para proteger y evitar el deterioro del equipo y también se realizarán las obras pertinentes para la prolongación de la línea eléctrica hasta la finca.

4.9. Producción, recolección y comercialización.

Se espera una producción de aproximadamente de 10000 Kg / ha en los años de carga del olivo y de 5000 Kg / ha en los años de vecería.

La recolección se realizará de forma tradicional, mediante ordeño.

La comercialización se realizará por medio de la cooperativa " COBELEN " situada en Pilas, obteniéndose un precio aproximado de 105 pts /Kg

5. Estudio económico.

5.1. Indicadores de la valoración.

Valor actual neto: VAN = 79124248.89. El proyecto es viable dado que el indicador es positivo.

Relación beneficio – inversión: $Q = 9.4 \dots \dots \dots 940 \%$
Por cada peseta invertida se recupera 9.40 pts.
El primer año ya se ha recuperado la inversión.

Tasa interna de rendimiento (T.I.R.)

$\lambda = 2.35$. Este es el tipo de interés hasta el cual es viable el proyecto.

ANEJO N°1

ESTUDIO CLIMATICO.

1.1. Clima. Estudio climático de la zona.

1.1.1. Temperaturas.

1.1.2. Pluviometría.

1.1.3. Humedad Relativa.

1.1.4. Vientos.

1.1.5. Insolación.

1.1.6. Nubosidad.

1.1.7. Evaporación.

1.1.8. Régimen de Heladas.

1.2. Clasificación Climática.

1.2.1. Representación Gráfica de Climogramas.

1.2.2. Indices Climáticos.

1.2.3. Clasificación Climática según UNESCO - FAO.

1.2.4. Clasificación Climática de Köppen.

1.2.5. Clasificación Agroecológica de Papadakis.

1.2.6. Clasificación Climática según Thornthwaite.

1.1. Clima. Estudio climático de la zona.

Los datos meteorológicos están tomados de la estación meteorológica de la Calera, Huelva.

Situación de la estación meteorológica:

Latitud: 37-14-25

Longitud: 06-24-17W

Altitud: 41

1.1.1. Temperaturas.

A continuación se presentan las temperaturas medias del periodo comprendido entre 1972 y 1980. También se adjuntan las medidas de las temperaturas máximas y mínimas correspondientes al periodo 1972 y 1980, así como la media de las temperaturas máximas y mínimas de dicho periodo.

Temperatura Media (°C)													Año
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
1972	8.8	11.0	12.0	16.6	18.4	21.2	25.4	--	--	18.4	15.6	10.4	--
1973	9.2	10.7	13.0	16.7	19.4	23.1	26.0	28.3	24.4	18.1	15.6	9.0	17.8
1974	12.0	9.6	12.0	13.0	19.7	22.6	28.4	26.5	22.6	17.3	14.7	12.2	17.6
1975	10.6	12.2	11.5	14.4	16.0	21.3	27.8	28.1	21.4	21.2	15.1	9.0	17.4
1976	10.0	10.6	12.8	13.2	18.4	24.6	27.0	26.8	21.6	17.6	12.2	11.5	17.2
1977	10.4	11.8	14.8	17.7	18.8	20.2	24.4	24.6	24.8	19.1	14.0	11.4	17.7
1978	9.1	11.6	15.4	14.2	16.6	20.2	28.4	26.4	26.4	18.2	14.2	13.3	17.8
1979	11.8	11.0	14.2	--	19.2	--	--	--	--	--	--	--	--
1980	9.9	13.1	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--	--

Temperatura Media de las Máximas (°C)													Año
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
1972	14.2	15.7	17.5	24.1	26.1	29.4	34.2	-	--	23.1	21.1	15.5	-
1973	14.9	17.1	19.3	24.5	26.6	31.4	35.4	38.1	33.2	25.8	21.4	15.1	25.2
1974	17.9	16.6	19.0	18.7	27.8	31.1	37.8	36.3	31.2	27.2	20.5	19.4	25.2
1975	16.7	17.3	16.6	20.2	21.8	28.5	37.4	36.5	28.7	28.1	20.7	12.4	23.7
1976	15.2	14.9	18.7	18.3	25.3	33.7	36.0	35.6	28.8	23.0	17.8	15.3	23.6
1977	13.8	16.1	22.3	25.7	27.4	28.6	34.7	34.8	33.4	25.4	20.4	15.1	24.8
1978	14.0	16.8	21.3	20.6	22.9	26.4	37.5	35.5	34.7	24.0	19.6	17.2	24.2
1979	16.2	15.2	19.5	--	28.4	--	--	--	--	--	--	--	--
1980	15.2	19.4	--	--	--	--	-	-	-	-	--	--	--

Temperaturas Mínimas (°C) y Fechas													Año
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
1972	0.0	1.0	2.0	5.0	5.0	9.0	11.0	--	--	10.0	6.0	1.0	--
(Día)	(26)	(17)	(VR)	(22)	(16)	(VR)	(5)			(12)	(28)	(VR)	
1973	1.0	1.0	2.0	3.0	6.0	11.0	12.0	13.0	10.0	8.0	8.0	0.0	0.0
(Día)	(VR)	(VR)	(VR)	(10)	(7)	(4)	(17)	(2)	(VR)	(VR)	(VR)	(8)	(8-12)
1974	1.0	1.0	1.0	4.0	5.0	10.0	15.0	10.0	9.0	3.0	5.0	3.0	1.0
(Día)	(VR)	(VR)	(VR)	(VR)	(1)	(VR)	(21)	(30)	(VR)	(21)	(VR)	(VR)	(VR)
1975	2.0	5.0	3.0	5.0	8.0	10.0	13.0	13.0	8.0	8.0	3.0	3.0	2.0
(Día)	(VR)	(VR)	(14)	(VR)	(VR)	(VR)	(8)	(31)	(17)	(17)	(30)	(VR)	(VR-1)
1976	2.0	4.0	4.0	6.0	7.0	10.0	14.0	15.0	10.0	5.0	3.0	2.0	2.0
(Día)	(VR)	(VR)	(23)	(VR)	(2)	(3)	(6)	(31)	(VR)	(28)	(VR)	(22)	(VR)
1977	2.0	3.0	2.0	6.0	5.0	8.0	12.0	12.0	13.0	9.0	3.0	4.0	2.0
(Día)	(VR)	(24)	(VR)	(VR)	(2)	(VR)	(10)	(21)	(23)	(VR)	(VR)	(VR)	(VR)
1978	-2.0	0.0	4.0	5.0	7.0	12.0	15.0	12.0	15.0	10.0	6.0	3.0	-2.0
(Día)	(15)	(VR)	(18)	(VR)	(VR)	(VR)	(1)	(3)	(30)	(VR)	(24)	(19)	(15-1)
1979	5.0	-1.0	3.0	--	5.0	--	--	--	--	--	--	--	--
(Día)	(VR)	(16)	(2)		(VR)								
1980	1.0	4.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
(Día)	(18)	(VR)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	

Temperaturas Máximas (°C) y Fechas													Año
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
1972	17.0	20.0	24.0	30.0	38.0	38.0	40.0	--	--	28.0	28.0	18.0	--
(Día)	(28)	(29)	(VR)	(16)	(29)	(VR)	(VR)			(16)	(13)	(VR)	
1973	19.0	22.0	24.0	32.0	33.0	37.0	44.0	42.0	39.0	31.0	25.0	21.0	44.0
(Día)	(25)	(VR)	(31)	(16)	(VR)	(29)	(25)	(13)	(3)	(8)	(1)	(16)	(25-7)
1974	21.0	21.0	23.0	23.0	37.0	38.0	44.0	43.0	35.0	32.0	27.0	22.0	44.0
(Día)	(16)	(28)	(VR)	(30)	(22)	(30)	(10)	(11)	(VR)	(5)	(VR)	(VR)	(10-7)
1975	21.0	23.0	22.0	30.0	26.0	37.0	44.0	42.0	34.0	37.0	25.0	18.0	44.0
(Día)	(VR)	(19)	(25)	(17)	(25)	(30)	(15)	(19)	(11)	(4)	(VR)	(VR)	(15-7)
1976	21.0	22.0	27.0	24.0	33.0	38.0	41.0	43.0	34.0	32.0	21.0	21.0	43.0
(Día)	(13)	(22)	(31)	(VR)	(23)	(24)	(VR)	(8)	(VR)	(VR)	(6)	(VR)	(8-8)
1977	18.0	21.0	26.0	32.0	35.0	39.0	41.0	40.0	39.0	32.0	28.0	20.0	41.0
(Día)	(VR)	(28)	(VR)	(VR)	(11)	(26)	(VR)	(VR)	(6)	(VR)	(13)	(VR)	(VR-7)
1978	18.0	23.0	29.0	24.0	29.0	33.0	45.0	42.0	40.0	27.0	22.0	20.0	45.0
(Día)	(2)	(18)	(27)	(VR)	(VR)	(VR)	(17)	(22)	(12)	(VR)	(VR)	(VR)	(17-7)
1979	19.0	19.0	25.0	--	36.0	--	--	--	--	--	--	--	--
(Día)	(VR)	(19)	(VR)		(VR)								
1980	20.0	22.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
(Día)	(31)	(VR)											

1.1.2. Pluviometría.

En cuanto a las lluvias, a continuación se detallan unas tablas de la precipitación total en milímetros de cada mes del año, desde el año 1986 a 1998, y las precipitaciones máximas diarias y las fechas en las que se originaron.

Precipitación Total Mensual (mm)													Año
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
1986	--	87.0	49.0	91.0	--	--	--	--	8.0	82.0	95.0	37.0	--
1987	160.0	107.5	17.5	--	0.0	0.0	23.0	34.0	10.0	114.0	66.0	291.0	--
1988	129.0	34.0	3.0	13.0	87.5	39.0	--	--	--	127.0	--	8.0	--
1989	65.0	--	14.5	107.0	18.0	0.0	0.0	0.0	-	61.0	291.5	323.0	--
1990	87.0	0.0	15.5	--	9.0	--	--	-	-	127.0	48.0	38.0	--
1991	14.0	149.0	101.0	29.0	--	2.0	1.5	-	29.5	120.0	21.6	62.5	--
1992	3.0	48.0	19.0	41.5	33.5	54.0	--	1.5	45.0	73.0	3.0	30.0	--
1993	33.0	24.0	24.0	40.0	95.5	8.5	0.0	0.0	4.0	113.0	67.0	0.0	409.5
1994	42.5	78.5	0.0	32.0	61.0	0.0	--	0.0	7.0	24.0	95.5	22.5	--
1995	27.0	84.0	5.0	16.0	0.0	18.2	0.0	--	--	5.0	125.0	--	--
1996	376.0	41.0	46.0	63.5	--	0.0	0.0	0.0	36.5	38.5	95.5	419.5	--
1997	162.0	0.0	0.0	36.5	39.5	17.0	2.0	0.0	52.0	45.0	190.5	194.5	739.0
1998	99.0	62.0	24.5	27.5	79.5	0.0	0.0	0.0	37.0	3.5	0.0	36.5	369.0

Precipitación Máxima Diaria y Fecha													Año
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
1986	--	39 (14)	23 (7)	33 (5)	--	--	--	--	8 (11)	38 (13)	51 (12)	23 (8)	--
1987	38 (13)	22 (3)	16 (26)	--	0 (VR)	0 (VR)	23 (9)	23 (29)	7 (26)	33 (27)	28 (4)	41 (12)	--
1988	36 (28)	20 (16)	2 (2)	7 (6)	29 (5)	13 (11)	--	--	--	31 (19)	--	8 (1)	--
1989	17 (11)	--	7 (29)	35 (25)	6 (30)	0 (VR)	0 (VR)	0 (VR)	-	22 (14)	60 (19)	45 (4)	--
1990	32 (3)	0 (VR)	9.5 (5)	--	9 (11)	--	--	--	-	35 (17)	25 (7)	13 (4)	--
1991	7 (8)	77 (17)	46 (6)	13.5 (15)	--	2 (2)	1.5 (29)	-	17 (28)	34 (9)	21.6 (30)	33.5 (14)	--
1992	3 (11)	19 (19)	17.5 (30)	22 (2)	10 (VR)	25 (13)	--	1.528	456 (26)	35 (16)	3 (15)	10 (15)	--
1993	26 (29)	22.5 (11)	17 (13)	12 (28)	36 (12)	6 (6)	0 (VR)	0 (VR)	4 (17)	38 (15)	20 (1)	0 (VR)	38 (15-10)
1994	18 (9)	31 (15)	0 (VR)	16.5 (14)	23 (15)	0 (VR)	--	0 (VR)	7 (29)	18 (19)	49 (3)	11 (2)	--
1995	18 (17)	46 (9)	3 (11)	13.5 (17)	0 (VR)	13 (26)	0 (VR)	--	--	4 (19)	60 (10)	-	--

1996	56 (31)	10 (14)	11 (12)	17 (3)	--	0 (VR)	0 (VR)	0 (VR)	15 (20)	24 (13)	33 (10)	85.5 (11)	--
1997	55 (4)	0 (VR)	0 (VR)	13 (19)	14.5 (15)	9 (4)	2 (1)	0 (VR)	31.5 (26)	18 (20)	66 (2)	60 (17)	66 (2-11)
1998	34 (30)	28 (1)	12.5 (28)	14.5 (14)	35 (13)	0 (VR)	0 (VR)	0 (VR)	20 (26)	3.5 (3)	0 (VR)	23 (29)	35 (13-5)

1.1.3. Humedad Relativa.

	Humedad (%) Relativa a 7H.	Humedad (%) Relativa a 13H.	Humedad (%) Relativa a 18H.	H. Relativa (%) Media Mensual
ENERO	88.3	64.5	72.8	75.2
FEBRERO	88.7	63.7	70.7	73.2
MARZO	84.6	51.4	58.6	64.8
ABRIL	83.5	51.8	59.0	64.8
MAYO	78.4	46.9	55.1	60.4
JUNIO	73.7	46.1	52.4	58.2
JULIO	71.1	39.2	47.1	52.4
AGOSTO	72.5	39.1	49.4	53.3
SEPTIEMBRE	73.5	42.7	54.2	56.2
OCTUBRE	82.7	51.6	63.9	66.0
NOVIEMBRE	87.9	61.9	71.9	73.9
DICIEMBRE	88.0	67.3	74.7	76.6
MEDIA	81.1	52.2	60.8	64.6

1.1.4. Vientos.

Respecto al régimen de vientos, en primer lugar y para el cálculo de la evapotranspiración aparece una tabla de la velocidad media del viento en km/h por meses tomados a una altura de 2 metros y durante el día, correspondientes al período entre 1972 - 1980. También aparece calculada la media de la velocidad del viento en los años 1972 - 1980.

La siguiente tabla se refiere a la dirección del viento y su velocidad en kilómetros por hora para cada mes del año de una media de los últimos veinte años, así como un resumen del año medio.

Con todos estos datos y como última hoja de este apartado del régimen de vientos, aparece dibujada la rosa de los vientos, en la que se puede apreciar claramente que la dirección predominante es SW.

	N		NNE		NE		ENE		E		ESE		SE		SSE	
	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
EN	8.7	9.2	7.3	7.8	11.0	8.2	10.9	7.8	6.6	8.9	2.0	6.2	0.9	5.4	1.1	3.7
FE	8	7.5	6.6	6.5	5.9	7.2	10.1	10.1	6.3	8.4	1.9	4.4	1.9	6.4	1.3	9.3
MZ	8.5	10.8	6.9	9.0	7.4	8.5	6.6	11.6	4.9	11.9	1.8	6.6	1.3	8.5	1.8	10.2
AB	7.4	15.7	3.1	5.6	6.8	8.9	2.7	9.3	2.7	10.2	1.9	7.6	1.3	14.8	1.9	13.4
MY	6.3	7.7	5.2	6.9	5.7	7.8	2.9	6.9	1.6	6.9	1.3	1.5	0.7	4.7	0.6	7.3
JN	6.7	8.6	3.0	7.8	3.8	6.3	3.4	7.3	0.8	2.6	0.5	3.8	0.6	7.3	0.6	3.3
JUL	4.9	9.7	3.6	8.0	5.0	5.6	2.2	4.8	1.1	6	0.5	4	0.4	2	0.8	5.4
AG	6.8	8.9	4.5	6.8	4.0	7.4	5.4	5	1.8	8.3	0.8	4.6	0.8	5	1	9.9
SE	6.9	9.2	7	8.6	7.6	7.4	2.6	7.8	2.1	7.9	0.2	2.6	0.9	6.3	0.7	6.4
OC	6.7	10	6.6	7.2	7.6	7.2	4.8	7.2	4.4	10.9	1.3	4.7	2.6	11.4	2.2	12.9
NO	8.5	9.6	6.0	7.2	8.1	7.1	8.2	9.2	7.1	10	1.8	9.1	3.5	10.2	2.1	10.9
DIC	6.6	9.5	5.8	8.4	11.3	7.3	16.9	8.3	8.6	10.8	1.8	7.2	2.0	12.5	1.7	7.9
ME	7.2	9.7	5.5	7.5	7.0	7.4	6.0	7.9	4	8.8	1.3	5.5	1.4	7.9	1.3	8.4

	S		SSW		SW		WSW		W		WNW		NW		NNW	
	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
EN	2.5	10.9	3.9	12.6	4.2	11.4	5.1	11	4.3	10.4	4.8	8.9	6.5	10.6	2.9	7.7
FE	4.3	11	5.1	11.1	8.5	14.1	8.7	11.6	5.6	10.8	5.8	5.5	5.7	11.7	4.7	8.3
MZ	0.6	12.9	5.9	11.4	10.5	13.8	7.5	14.7	3.1	13.7	7.7	14.5	8.5	14.5	3.8	10.5
AB	8.8	14.7	7.4	16.3	15.1	18.2	10	15	5.2	15.3	7.0	13.9	9.2	14.4	5.0	9.8
MY	6.7	16.4	10.9	13.1	21.8	19	12.3	18.2	4.5	11.6	5.2	10.4	5.3	10.3	3.8	9.1
JN	5.8	17.2	14.1	17.3	24.5	19.2	13.7	18.2	2.6	11.6	2.9	9.4	7.3	13.3	3.1	7.1
JUL	6.5	17.5	13.4	16.6	17.5	18.7	9	19.7	2.9	15.4	2.8	6.4	7.9	12.9	4.9	10.2
AG	7.9	15	11.3	17.1	20	17.9	12.7	12.7	2.6	11.4	5.0	11.3	7.96	12.5	4.6	11.1
SE	6.3	15.2	12	16.1	20.3	15.9	11.1	15.7	2.7	11.4	2.5	10.2	6.4	13.6	3.8	11.4
OC	6.4	13.4	6.2	8.5	12.9	15.9	10.9	13.6	4.7	10.8	4.8	11.2	4.7	11.9	3.6	8.8
NO	5.7	14.9	5.5	11	6.2	9.1	5.7	10.6	3.3	14.9	7.1	9.3	7.1	11.8	4.2	8.9
DIC	3	11.1	3.8	7.8	5.5	13.1	2.9	7.9	4.9	11.3	6.7	8.9	5.3	12.0	2.3	6.9
ME	5.8	14.2	8.3	13.6	14.8	15.4	9.2	14.2	3.9	12.1	4.9	11	6.8	13.4	3.4	9.2

D : Dirección en %
V : Velocidad en km/h

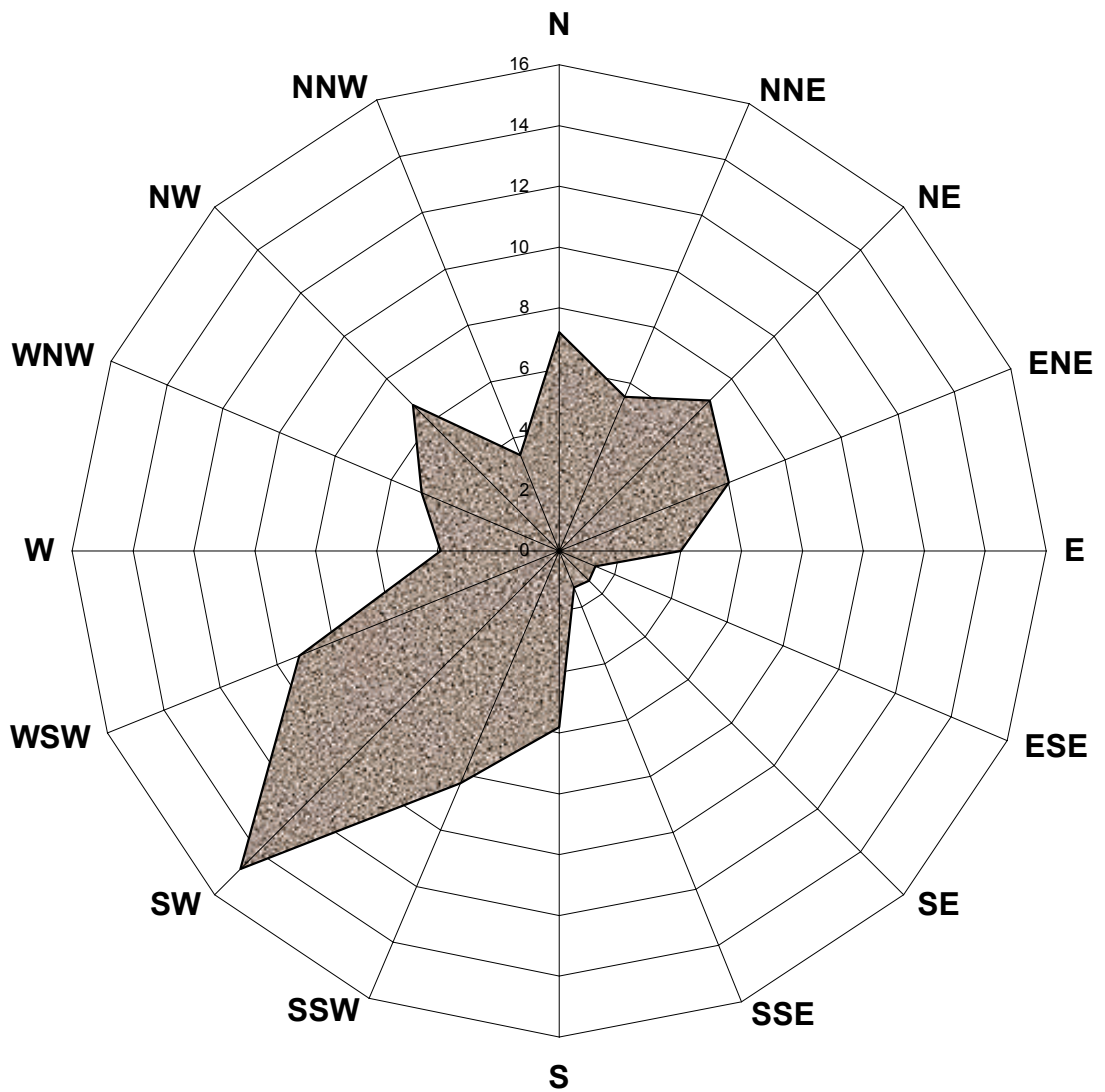
En el siguiente cuadro se detallan los datos medios de:

- Calma en %
- Velocidad media en km/h
- Racha máxima en km/h

- Dirección dominante.

	DIRECCIÓN DOMINANTE	RACHA MÁXIMA	VELOCIDAD MEDIA	CALMA
ENERO	NE	102/SW	8.8	17.8
FEBRERO	ENE	89/WNW	10.5	9.8
MARZO	SW	81/WS	12.4	7.0
ABRIL	SW	81/SE	14.0	4.7
MAYO	SW	70/SW	13.9	5.3
JUNIO	SW	68/SW	14.4	6.9
JULIO	SW	74/SW	13.2	7.1
AGOSTO	SW	63/WNW	13.7	6.7
SEPTIEMBRE	SW	72/WSW	12.8	5.9
OCTUBRE	SW	74/S	10.9	7.5
NOVIEMBRE	NE	87/WSW	10.2	10.0
DICIEMBRE	ENE	11/SSW	9.3	13.8
MEDIA	SW	11/SSW	12	8.5

Rosa de los vientos



1.1.5. Insolación.

A continuación se presenta una tabla de la duración de la insolación en % e insolación total mensual en número de horas de sol.

	INSOLACION (%)	INSOLACION TOTAL MENSUAL (H)
ENERO	57.1	168.7
FEBRERO	52.4	160.8
MARZO	59.8	221.8
ABRIL	57.8	238.3
MAYO	66.3	286.3
JUNIO	71.1	313.7
JULIO	79.1	353.8
AGOSTO	78.5	324.7
SEPTIEMBRE	70.8	259.0
OCTUBRE	60.8	211.4
NOVIEMBRE	52.3	159.7
DICIEMBRE	49.3	147.3
MEDIA	62.9	237.1
AÑO MEDIO	629.4	2845.5

1.1.6. Nubosidad.

	DIAS NUBOSOS	DIAS CUBIERTOS	DIAS DESPEJADOS
ENERO	15.0	4.9	11.1
FEBRERO	14.0	5.4	8.9
MARZO	14.3	3.7	13.0
ABRIL	16.3	5.6	8.1
MAYO	19.3	3.0	8.7
JUNIO	13.1	2.6	12.9
JULIO	7.3	0.3	23.4
AGOSTO	8.8	0.8	21.4
SEPTIEMBRE	14.3	0.8	14.9
OCTUBRE	14.3	3.9	12.8
NOVIEMBRE	14.1	5.6	10.3
DICIEMBRE	14.6	6.3	10.1
AÑO MEDIO	165.4	42.9	155.6

Observaciones: Entendemos como días cubiertos por aquellos en los que la nubosidad es de 8 oktas o 10 décimas, días nubosos aquellos en los que la nubosidad esta entre 0 y 8 oktas, y días despejados aquellos en los que la nubosidad es de 0 oktas.

1.1.7. Evaporación.

	EVAPORACION MEDIA DIARIA (mm)	EVAPORACION TOTAL DEL MES (mm)
ENERO	2.0	63.3
FEBRERO	2.4	70.6
MARZO	3.8	117.7
ABRIL	4.4	133.4
MAYO	5.5	169.0
JUNIO	6.7	199.8
JULIO	8.2	255.3
AGOSTO	8.2	261.7
SEPTIEMBRE	6.6	197.4
OCTUBRE	4.1	126.4
NOVIEMBRE	2.4	72.6
DICIEMBRE	1.8	56.7
MES MEDIO	4.7	143.7
AÑO MEDIO	--	1723.9

1.1.8. Régimen de Heladas.

	TEMPERATURAS MINIMAS		HELADAS MEDIAS
	°C	DIA	Nº DIAS
DICIEMBRE	-2.6	24	1
ENERO	-0.6	5	0.2
FEBRERO	-0.6	25	0.2

	AÑO MEDIO	EXTREMAS
PRIMERA HELADA	29 de Diciembre	16 de Diciembre
ULTIMA HELADA	10 de Enero	5 de Febrero
PERIODO DE HELADAS. Nº DE DIAS	39	51
PERIODO LIBRE DE HELADAS. Nº DE DIAS	326	314

1.2. Clasificación Climática.

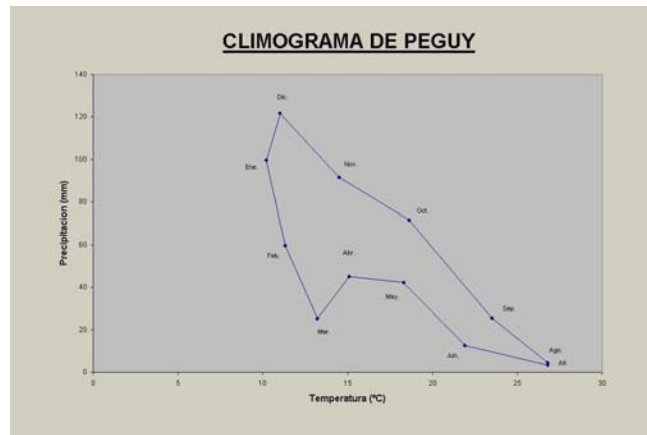
1.2.1. Representación Gráfica de Climogramas.

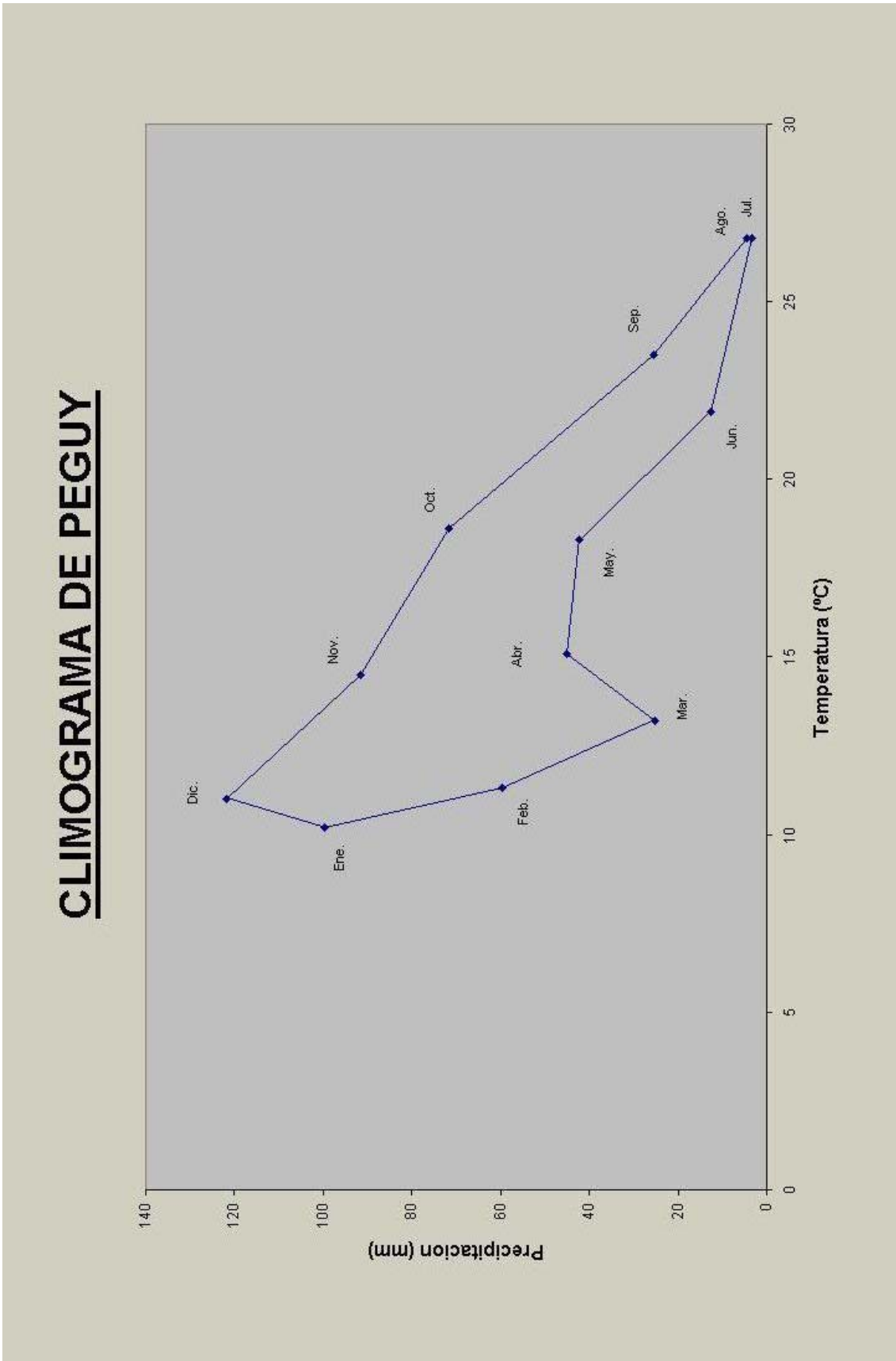
- **Climatograma de Peguy.**

	TEMPERATURA MEDIA (°C)	PLUVIOMETRIA (mm)
ENERO	10.2	99.8
FEBRERO	11.3	59.6
MARZO	13.2	25.3
ABRIL	15.1	45.2
MAYO	18.3	42.4
JUNIO	21.9	12.6
JULIO	26.8	3.3
AGOSTO	26.8	4.4
SEPTIEMBRE	23.5	25.4
OCTUBRE	18.6	71.8
NOVIEMBRE	14.5	91.6
DICIEMBRE	11.0	121.9

De las observaciones del climograma de Peguy, se deducen algunas indicaciones interesantes para la valoración del clima en cada estación.

Al ser un polígono de forma alargada, indica que hay grandes oscilaciones entre unos meses y otros (el verano se producen altas temperaturas y hay poca precipitación, mientras que en invierno, las temperaturas son menores y las precipitaciones mayores).





▪ **Climatograma de Gausson o Diagrama Ombrotermico.**

Como podemos observar en el diagrama Ombrotérmico la curva correspondiente a la precipitación media mensual esta por debajo de la de temperaturas medias mensuales, lo que nos determina que existe un periodo seco de una duración aproximada desde mayo a septiembre.

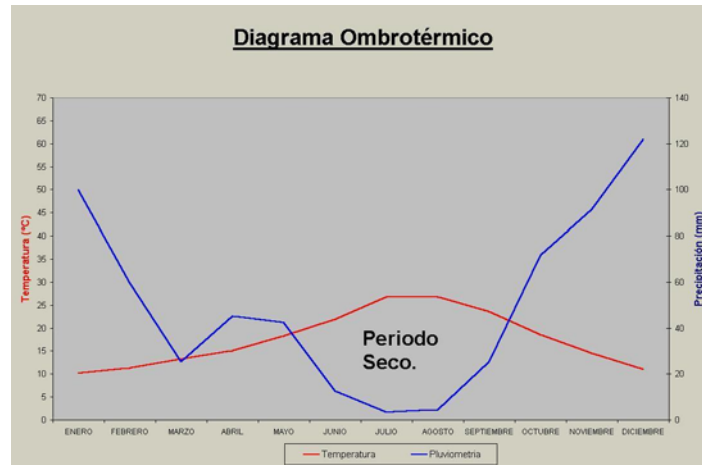
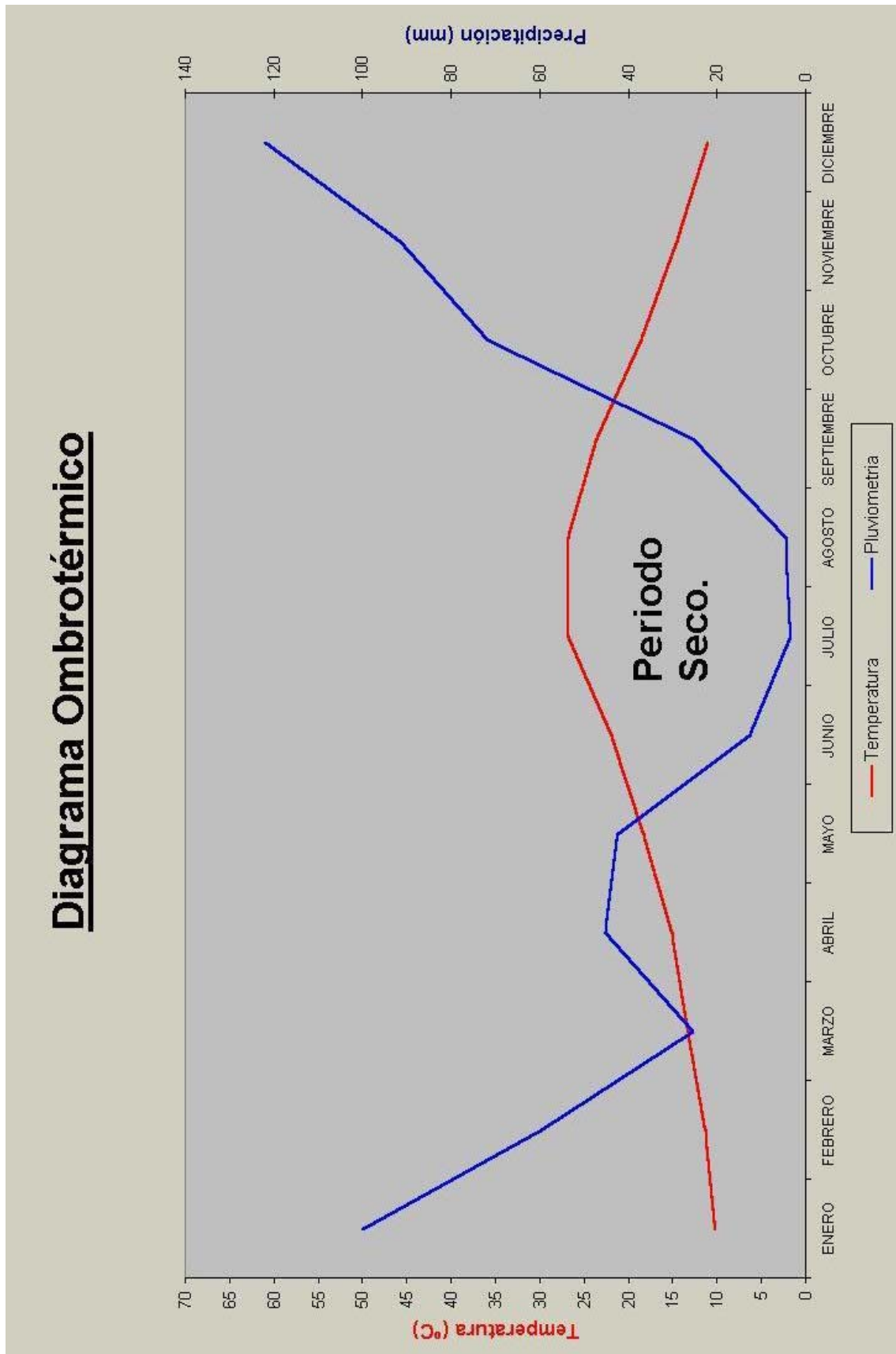


Diagrama Ombrotérmico



1.2.2. Indices Climáticos.

▪ **Indice de Lang.**

$$I_L = P/T \quad \text{Siendo:} \quad \begin{array}{l} P \Rightarrow \text{Precipitación media anual (mm)} \\ T \Rightarrow \text{Temperatura media anual (°C)} \end{array}$$

$$I_L = 506/17.6 = \underline{\underline{28.75}}$$

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang y según tablas (valor comprendido entre $20 < I_L < 40$) a una zona climática de características tal que:

Zona árida.

▪ **Indice de Martone.**

$$I_M = P/(T+10) \quad \text{Siendo:} \quad \begin{array}{l} P \Rightarrow \text{Precipitación media anual (mm)} \\ T \Rightarrow \text{Temperatura media anual (°C)} \end{array}$$

$$I_M = 506/(17.6+10) = \underline{\underline{18.33}}$$

La caracterización climática correspondiente al índice de Martone y según tablas (valor comprendido entre $10 < I_M < 20$) a una zona climática de características tal que:

Estepas y países secos mediterráneos.

▪ **Indice Termopluviométrico de Dantin y Revenga.**

$$I_{DR} = 100 \times T/P \quad \text{Siendo:} \quad \begin{array}{l} P \Rightarrow \text{Precipitación media anual (mm)} \\ T \Rightarrow \text{Temperatura media anual (°C)} \end{array}$$

$$I_{DR} = 100 \times 17.6/506 = \underline{\underline{3.48}}$$

La caracterización climática correspondiente al índice de Dantin y Revenga y según tablas (valor comprendido entre $4 < I_{DR} < 2$) a una zona climática de características tal que:

Zona semiárida.

▪ Índice de Meyer.

$$I_{\text{Meyer}} = P/D \quad \text{Siendo:} \quad P \Rightarrow \text{Precipitación media anual (mm)} \\ D \Rightarrow \text{Déficit de saturación.}$$

Con los datos de Humedad relativa anual y Temperatura media anual, obtendremos la humedad absoluta a dicha temperatura en gramos por metro cubico.

$$\text{HR anual} = 64.6\%$$

$$T^a \text{ media anual} = 17.6^\circ\text{C}$$

$$e_s = 0.618 \times e^{([17.2674 \times T] / [T+237.28])} = 0.6108 \times e^{([17.2674 \times 17.6] / [17.6+237.28])} = 2.01 \text{ cb} = 20.1 \text{ mb}$$

$$\text{HR}(\%) = 100 \times e_0/e_s$$

$$e_0 = (64.6 \times 20.1) / 100 = 12.98 \text{ mb}$$

$$e_s = 20.1 \text{ mb} \times (1 \text{ mm Hg} / 1.33 \text{ mb}) = 15.11 \text{ mm Hg}$$

$$e_0 = 12.98 \text{ mb} \times (1 \text{ mm Hg} / 1.33 \text{ mb}) = 9.76 \text{ mm Hg}$$

$$\text{Déficit de Saturación } D = e_s - e_0 \text{ (mm Hg)}$$

$$D = e_s - e_0 = 15.11 - 9.76 = 5.35 \text{ mm Hg}$$

$$\text{Por tanto el Índice de Meyer} \quad I_{\text{Meyer}} = 506 / 5.35 = \underline{\underline{94.58}}$$

Según las zonas climáticas de Meyer corresponde a:

Climas áridos, desiertos y estepas.

1.2.3. Clasificación Climática según UNESCO - FAO.

▪ Régimen Térmico.

Según la temperatura media del mes más frío, $t = 10.2^\circ\text{C}$, perteneciente al mes de enero. Dicha temperatura se encuentra en el intervalo $15^\circ\text{C} < t < 10^\circ\text{C}$.

Clima templado - cálido.

Según la temperatura media de las mínimas del mes más frío, $t = 1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, perteneciente a enero. Dicha temperatura pertenece al intervalo $3\text{ }^{\circ}\text{C} < t < -1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Inviernos moderados.

- **Aridez.**

Considerando los valores de las precipitaciones y de las temperaturas mensuales obtendremos el siguiente cuadro.

Meses	P (mm)	T ^a (°C)	2T	3T	Clasificación
Enero	99.8	10.2	20.4	30.6	--
Febrero	59.6	11.3	22.6	33.9	--
Marzo	25.3	13.2	26.4	39.6	Seco
Abril	45.2	15.1	30.2	45.3	Subseco
Mayo	42.4	18.3	36.6	54.9	Subseco
Junio	12.6	21.9	43.8	65.7	Seco
Julio	3.3	26.8	53.6	80.4	Seco
Agosto	4.4	26.8	53.6	80.4	Seco
Septiembre	25.4	23.5	47	70.5	Seco
Octubre	71.8	18.6	37.2	55.8	--
Noviembre	91.6	14.5	29	43.5	--
Diciembre	121.9	11.0	22	33.0	--

Según la UNESCO - FAO y considerando la tabla anterior, el mes seco es aquel en el que $P < 2T$ y un periodo seco es aquel formado por varios meses secos.

Si la precipitación supera el doble de la temperatura pero no alcanza a tres veces esta, se trata de un mes subseco es decir cuando, $2T \leq P \leq 3T$.

Por tanto al existir un solo premio subseco estamos entre un clima:

Monoxérico.

- **Indice Xerotérmico.**

Nos indica la intensidad de la sequía. Vamos a calcular el índice xerotérmico mensual " I_{XM} " y posteriormente, el índices xerotérmico del periodo seco " I_{PX} ".

Para calcular " I_{XM} " se utilizará la operación:

$$I_{XM} = K [N - (n + b / 2)]$$

N = Número de días al mes.

n = Número de días de lluvia.

b = Número de días de Rocío.

K = Coeficiente que depende de la humedad relativa.

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
K	0.9	0.9	0.9	0.9
N	30	31	31	30
N	2.2	1.0	0.8	2.8
I_{XM}	23.85	27.09	26.82	23.49

Y el índice xerotérmico en el periodo seco:

$$I_{PX} = 23.85 + 27.09 + 26.82 + 23.49 = \mathbf{101.25 \text{ días.}}$$

De acuerdo con lo obtenido, $I_{PX} = 101.25$ (valor comprendido en el intervalo $100 < I_{PX} < 125$), el tipo climático al que pertenece la zona sería:

Mediterráneo, con carácter Termomediterráneo Atenuado.

Al ser $I_{PX} > 40$, estamos en la:

Región del Olivo o Eumediterránea.

1.2.4. Clasificación Climática de Köppen.

En función de los dominios que establece la clasificación climática de Köppen, nuestra zona sería:

Dominio C. Clima templado cálido (mesotérmico). Por tener el mes más frío una temperatura media inferior a 18°C pero superior a -3°C .

Con estación seca en verano S.

Con verano caluroso: el mes más cálido por encima de 22°C.

" Dominio C. Clima templado. Tipo C.s.a."

1.2.5. Clasificación Agroecológica de Papadakis.

Esta clasificación considera los siguientes puntos:

▪ **Rigor invernal (tipo de invierno).**

El tipo de invierno según Papadakis se deduce de los siguientes parámetros termométricos:

- Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío $T = -2^{\circ}\text{C}$, que pertenece al intervalo entre 7 y -2.5°C .
- Temperatura media de las mínimas del mes más frío $T = 1,3^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura media de las máximas del mes más frío $T = 15.3^{\circ}\text{C}$, que pertenece al intervalo entre 10 y 21°C .

Según los datos anteriores y el rigor del invierno de Papadakis, el tipo climático al que pertenece a la zona estudiada es:

"Citrus. Ci"

▪ **Calor estival (tipo de verano)**

Los tipos climáticos referentes al tipo de verano se obtienen estudiando:

- Duración de la estación libre de heladas. En nuestro caso superior al 4,5 meses.
- Media de las temperaturas máximas de los n-meses más cálidos, en esta zona, mayores a 25°C .
- Temperatura media de las máximas del mes más cálido, en este caso, superior a 33.5°C .

Por tanto, según estos datos, el clima quedaría clasificado según el calor del verano en el tipo:

"Gossypium.G"

▪ Aridez y su variación estacional.

Para el cálculo, se hace necesario determinar el índice de humedad mensual y anual cuyas expresiones son:

$$I_{h \text{ mensual}} = (\text{Precipitación mensual} + \text{Reserva}) / \text{ETP}$$

$$I_{h \text{ anual}} = \text{Precipitación} / \text{ETP}$$

Luego para cada mes del año será:

$I_{h \text{ enero}} = (99.8 + 100) / 16.89 = 11.83$	Húmedo
$I_{h \text{ febrero}} = (59.6 + 100) / 18.38 = 8.68$	Húmedo
$I_{h \text{ marzo}} = (25.3 + 98.76) / 26.54 = 4.67$	Potencialmente Húmedo
$I_{h \text{ abril}} = (45.2 + 100) / 32.66 = 4.45$	Húmedo
$I_{h \text{ mayo}} = (42.4 + 98.04) / 44.36 = 3.17$	Potencialmente Húmedo
$I_{h \text{ junio}} = (12.6 + 56.59) / 54.05 = 1.28$	Potencialmente Húmedo
$I_{h \text{ julio}} = (3.3+0) / 67.95 = 0.05$	Seco
$I_{h \text{ agosto}} = (4.4 + 0) / 63.60 = 0.07$	Seco
$I_{h \text{ septiembre}} = (25.4 + 0) / 48.75 = 0.52$	Intermedio
$I_{h \text{ octubre}} = (71.8 + 35.92) / 35.88 = 3$	Húmedo
$I_{h \text{ noviembre}} = (91.6 + 100) / 24.18 = 7.92$	Húmedo
$I_{h \text{ diciembre}} = (121.9 + 100) / 17.65 = 12.57$	Húmedo

El clima no es ni húmedo, ni desértico, la precipitación invernal mayor que la estival. El verano es G, ya que la duración de la estación libre de heladas es mayor de 4.5 meses, la media de la temperatura máxima del mes más cálido es mayor a 33,5°C, Julio es mes seco, y la latitud es mayor de 20 grados.

Mediterráneo.

1.2.6. Clasificación Climática según Thornthwaite.

▪ Calculo de la ETP según Thornthwaite.

$\text{ETP} = E \times f$ donde ETP = Es la evapotranspiración potencial en mm/mes.
 E = Evapotranspiración sin corregir.

f = Coeficiente de corrección.

La evapotranspiración sin corregir la podemos calcular mediante la expresión:

$E = 16 \times (10 \times T/I)^a$ siendo I = Índice de calor anual. Es igual a la suma de los índices mensuales (i) $i = (T/5)^{1.514}$.
 T = Tª media del mes en °C.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T	10.2	11.3	13.2	15.1	18.3	21.9	26.8	26.8	23.5	18.6	14.5	11.0
i	2.94	3.44	4.35	5.33	7.13	9.36	12.70	12.70	10.41	7.31	5.01	3.30
I	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98	83.98
a	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054
E	19.64	21.88	25.77	28.69	36.36	43.94	54.36	54.36	47.33	36.99	28.45	21.26
f	0.86	0.84	1.03	1.10	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	0.97	0.85	0.83
ETP	16.89	18.38	26.54	32.66	44.36	54.05	67.95	63.60	48.75	35.88	24.18	17.65

$$a = 0.49239 + 0.01792 \times I - 7.71 \times 10^{-5} \times I^2 + 6.75 \times 10^{-7} \times I^3$$

$$a = 0.49239 + 0.01792 \times 83.98 - 7.71 \times 10^{-5} \times 83.98^2 + 6.75 \times 10^{-7} \times 83.98^3 = 1.054$$

▪ **Balance de agua según Thornthwaite.**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	99.8	59.6	25.3	45.2	42.4	12.6	3.3	4.4	25.4	71.8	91.6	121.9
ETP	16.89	18.38	26.54	32.66	44.36	54.05	67.95	63.60	48.75	35.88	24.18	17.65
Re. H ₂ O	100	100	98.76	100	98.04	56.59	0	0	0	35.92	100	100
ETR	16.89	18.38	26.54	32.66	44.36	54.05	59.89	4.4	25.4	35.88	24.18	17.65
Dé. H ₂ O	--	--	--	--	--	--	8.06	59.2	23.35	--	--	--
Ex. H ₂ O	82.91	41.22	--	11.3	--	--	--	--	--	--	3.34	104.25

▪ **Tipos climáticos según Thornthwaite.**

El índice hídrico se determina según la expresión:

$$I_h = I_e - 0.6 \times I_d$$

siendo: I_e = Índice de exceso. Se calcula mediante la fórmula:

$$I_e = (\text{Exceso de H}_2\text{O} / \text{ETP anual}) \times 100$$

$$I_e = (243.02 / 450.89) \times 100 = 53.90\%$$

I_d = Índice de aridez. Se calcula mediante la fórmula:

$$I_d = (\text{Déficit de H}_2\text{O} / \text{ETP anual}) \times 100$$

$$I_d = (90.61 / 450.89) \times 100 = 20.10\%$$

$$I_h = 53.90 - 0.6 \times 20.10 = 41.84.$$

El índice hídrico esta dentro del intervalo $80 > I_h \geq 40$. Por lo tanto pertenece al tipo climático:

" Húmedo. B₂. s." (Con moderada falta de humedad en verano).

ANEJO N°2

ESTUDIO DEL SUELO.

2.1. Limitaciones físicas del suelo.

2.1.1. Textura.

2.1.2. Profundidad útil.

2.1.3. Encharcamiento y falta de aireación.

2.1.4. Erosionabilidad.

2.2. Limitaciones químicas del suelo.

2.2.1. Ph del suelo.

2.2.2. Salinidad.

2.2.3. Exceso de sodio.

2.2.4. Toxicidad por boro y cloruros.

2.3. Otras Características del suelo de interés.

2.3.1. Materia orgánica.

2.3.2. Carbonatos.

2.3.3. Nitrógeno.

2.3.4. Fósforo.

2.3.5. Potasio.

2.3.6. Cationes de cambio.

2.4. Interpretación de los Resultados.

2.1. Limitaciones físicas del suelo.

Las características físicas del suelo que afectan al desarrollo radical del olivo son la textura, la profundidad útil, las condiciones de aireación y la erosionabilidad.

2.1.1. Textura.

El olivo prefiere los suelos con texturas moderadamente finas (francas, franco limosas, franco arcillosas y franco arcillo limosas). Las características que estas texturas suministran son: aireación adecuada para el crecimiento radical, alta capacidad de retención de agua y permeabilidad.

Los suelos de textura más arenosa pueden ser excelentes para el olivar en regadío, especialmente si se fertilizan de acuerdo con su escasa capacidad de retención de nutrientes (en el caso de secano estos suelos no retienen agua suficientemente para el cultivo).

Los suelos de texturas más arcillosas presentan una aireación inadecuada para las raíces y son de difícil manejo.

2.1.2. Profundidad útil.

El sistema radical del olivo es más bien superficial. Los suelos con 1.2 m. o más de profundidad útil resultan muy convenientes para su cultivo. Si la profundidad útil del suelo es menor de 0.8 m. no son aconsejables, a menos que la limitación a la profundidad provenga de horizontes petrocálcicos (capa cementada de carbonato cálcico) o capas de arcilla compacta lo bastante someros y delgados como para que puedan ser rotos o entremezclados con otros horizontes mediante labores de subsolado o de desfonde que lleguen a penetrar en capas subyacentes no cementadas o compactadas.

Los suelos desarrollados sobre terrazas y otros depósitos aluviales de topografía casi llana y de mucha edad son los suelos que suelen presentar un horizonte petrocálcico, mientras que en la mayoría de los suelos de ladera con pendientes moderadas o fuertes, la profundidad útil alcanza hasta donde aparece el material geológico o el lecho rocoso subyacente.

2.1.3. Encharcamiento y falta de aireación.

Las raíces del olivo son muy sensibles al encharcamiento, especialmente cuando persiste un tiempo significativo durante la estación de crecimiento.

En la mayoría de los casos el encharcamiento se presenta en invierno y en los primeros meses de primavera y afectan a horizontes subsuperficiales poco permeables de suelos localizados en zonas de escasa pendiente y poca escorrentía. Otra condición que junto a los factores topográficos contribuye al encharcamiento es la estratificación: ya hemos visto como los suelos que presentan horizontes cementados, frenan el movimiento del agua y pueden desarrollar capas de agua colgadas.

En general los perfiles del suelo con colores grises, nos indican la zona afectada por la saturación de agua.

2.1.4 Erosionabilidad.

Muchos olivares están plantados en áreas montañosas con pendientes que oscilan de moderadas a fuertes, en donde la erosión constituye un problema muy grave. El grado de erosión aumenta, normalmente, con el ángulo de la pendiente y con la longitud de la ladera.

La erosión hídrica representa, en todas sus modalidades, la pérdida del material más fértil del suelo. En casos de erosión severa, pueden quedar al descubierto las raíces de los árboles y desarrollarse profundas cárcavas que disecan el terreno e interfieren con las prácticas de cultivo. La corrección de estas situaciones es difícil. En ciertos casos, la erosión puede ser minimizada mediante técnicas de no laboreo o, en el caso de que éste resultara necesario, mediante el cultivo en curvas de nivel o en terrazas.

2.2. Limitaciones químicas del suelo.

Las características químicas del suelo que deben ser investigadas antes de proceder a la plantación de un olivar son el pH, la salinidad, el exceso de sodio y la posible toxicidad por boro y cloruros.

2.2.1. Ph del suelo.

Según los valores de pH los suelos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Muy ácido.....	<5.5
Ácido.....	5.6-6.5
Neutro.....	6.6-7.5
Alcalino.....	7.5-8.5
Muy alcalino.....	>8.6

El valor óptimo de pH para el olivo se desconoce, pero el árbol vegeta bien en los suelos con un pH de 5.6-8.4. Los suelos con pH menor de 5.5 son desaconsejables por que generan problemas de toxicidad por aluminio y manganeso. Los suelos con pH mayor de 8.5 (suelos sódicos) también deben de ser descartados dada su pobre estructura, que impide la penetración del agua y obstaculiza el drenaje.

2.2.2. Salinidad.

Con la salinidad del suelo lo que medimos es la concentración de todas las sales presentes en la solución del suelo.

Esta salinidad la expresamos mediante la conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo (CEes). Si la salinidad del suelo es alta lo que sucede es que se reduce la disponibilidad del agua del suelo para las raíces. Decimos que un suelo es salino si su CEes es mayor de 4 decisiemens por metro (dS/m.).

El olivo respecto a otros árboles frutales aguanta mejor la salinidad. Se estima que la producción de fruto puede experimentar una disminución del 10% si la CEes del suelo alcanza 4 dS/m. Con una salinidad del suelo de 8 dS/m., el crecimiento y la producción del árbol pueden verse severamente mermada.

El exceso en sales solubles de un suelo puede ser inherente al propio suelo o provenir del uso de aguas de riego salinas. Puesto que la mayoría de las sales son muy móviles, su distribución en el

suelo está afectada por las características del perfil, las lluvias y el manejo del riego, entre otros factores.

2.2.3. Exceso de sodio.

Los suelos sódicos contienen una cantidad excesiva de sodio en proporción al calcio y al magnesio. Estos suelos plantean un doble problema: el primero es que sus partículas más finas se dispersan fácilmente, obturando los poros y haciendo que la permeabilidad y la aireación sean malas. El segundo es que ejercen un efecto tóxico sobre las plantas, derivado de la alta proporción de sodio en la solución del suelo. La sodicidad de un suelo se expresa mediante el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Por definición, un suelo se considera sódico cuando el PSI es mayor de 15. Los olivos se ven afectados cuando el PSI alcanza valores de 20 a 40.

2.2.4. Toxicidad por boro y cloruros.

Aun con salinidades bajas, el desarrollo normal del olivo puede verse afectado por un exceso de cualquiera de estos elementos en la solución del suelo. Tales excesos pueden ser inherentes al suelo o deberse al uso de agua de riego con contenidos altos en boro o cloruros.

El olivo es menos sensible al exceso de boro y de cloro que la mayoría de los árboles frutales. Aunque no hay datos directos al respecto, es posible que el límite de la tolerancia del olivo al ion cloruro en el extracto de saturación del suelo supere al de otros frutales mediterráneos y oscile entre 10 y 25 moles/l. Por otra parte, se estima que la tolerancia al boro del olivo, expresada por la concentración de boro asociada a una reducción del 10% del rendimiento, es de 2 ppm en el extracto de saturación del suelo.

2.3. Otras Características del suelo de interés.

Aparte de las características tanto físicas como químicas vistas anteriormente que pueden ocasionar limitaciones (al crecimiento radical, a la producción etc.), existen otras características del suelo que es necesario conocerlas y saber en que cantidades se encuentran, para luego tomar las decisiones oportunas.

2.3.1. Materia orgánica.

El contenido de materia orgánica en el suelo (en %) lo podemos considerar de la siguiente manera:

Muy bajo.....	<1
Bajo.....	1-1.75
Medio - bajo.....	1.75-2
Medio.....	2
Medio - alto.....	2-2.75
Alto.....	>2.75

2.3.2. Carbonatos.

Unos valores de interpretación (en % de carbonato total) son los siguientes:

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

En cuanto a la caliza activa la interpretación (en %) es la siguiente:

Bajo.....	0-6
Medio.....	6-9
Alto.....	>9

2.3.3. Nitrógeno.

Los valores de interpretación de resultados expresados en % son los siguientes;

Muy bajo.....	0.01-0.07
Bajo.....	0.07-0.12
Medio - bajo.....	0.12-0.18
Medio.....	0.18-0.20
Medio - alto.....	0.20-0.25
Alto.....	>0.25

2.3.4. Fósforo.

La tabla de interpretación es según el método Olsen expresado en ppm.

SUELO	BAJO	MEDIO	ALTO
Ligero	6-10	10-20	20-40
Franco	10-15	20-25	30-50
Arcilloso	12-20	20-30	30-60

2.3.5. Potasio.

La tabla de interpretación del potasio (en meq./100 gr.) es la siguiente:

Muy alto.....	>1.2
Alto.....	1.2-0.6
Medio.....	0.6-0.3
Bajo.....	0.3-0.2
Muy bajo.....	<0.2

Si los datos están expresados en mg./ 100 gr. la interpretación es la siguiente:

Alto.....	>28
Medio alto.....	22-28
Medio.....	17-22
Medio bajo.....	12-17
Bajo.....	6-12
Muy bajo.....	0-6

2.3.6. Cationes de cambio.

Los cationes de cambio son el calcio, magnesio y sodio entre otros. La tabla de interpretación (en meq./100 gr.) es la siguiente:

CALCIO	MUY BAJO	BAJO	NORMAL	ALTO	MUY ALTO
ARENOSO	0-3	3-6	6-7	7-8	>8
FRANCO	0-4.5	4.5-9	9-10.5	10.5-12	> 12
ARCILLOSO	0-6	6-12	12-14	14-16	> 16

MAGNESIO	MUY BAJO	BAJO	NORMAL	ALTO	MUY ALTO
ARENOSO	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	>2
FRANCO	0-0.75	0.75-1.5	1.5-2.25	2.25-3	>3
ARCILLOSO	0-1	1-2	2-3	3-4	>4

SODIO	MUY BAJO	BAJO	NORMAL	ALTO	MUY ALTO
ARENOSO		<0.25	0.25-0.5	>0.5	
FRANCO		<0.5	0.5-0.75	>0.75	
ARCILLOSO		<0.75	0.75-1.25	>1.25	

2.4. Interpretación de los resultados.

La textura la vamos a clasificar según el Diagrama Triangular de la U.S.D.A. según esta clasificación nos encontramos ante un suelo **arenoso**. Estos tipos de suelos suelen ser sueltos desde el punto de vista de su manejo con lo que probablemente pueda recibir labores más ligeras con maquinaria menos potente. Son suelos más fáciles de labrar. Al ser abundante la fracción de arena es un suelo con baja retención de humedad, es decir con alta velocidad de infiltración y permeabilidad, lo que nos determina dosis pequeñas de riego sin poder permitir espacios grandes de tiempo entre riego y riego. Al ser un suelo arenoso, va a ser pequeño el contenido de humedad que puede retener y por lo tanto va a tener una baja inercia térmica. También es importante destacar que el alto contenido en arena influye en el bajo poder de almacenamiento de nutrientes, aspecto importante para el abonado ya que los nutrientes no son fuertemente retenidos y fácilmente perdidos por lixiviación. Respecto a la aireación del suelo suelen ser suelos bien aireados gracias al gran tamaño de sus poros.

A partir de la textura a arenosa podemos estimar el resto de propiedades del suelo, por medio de las tablas de Israelren y Hansen. Se estima aproximadamente una **densidad aparente de 1.65 gr/cm³**, un **9% de humedad a capacidad de campo**, un **4% de humedad a punto de marchitez** y una **porosidad total del 38%**

Hablaremos ahora del tipo de reacción del suelo. Por tal vamos a entender el pH del suelo. El pH del análisis es de **6.65**, lo que nos da un **suelo neutro**. Como vimos anteriormente el pH está dentro de los valores en que el árbol vegeta bien (5.6-8.4)

El contenido en carbonatos totales del suelo es del 0.12% lo que nos da un contenido **muy bajo**. El contenido en caliza activa es también **muy bajo**.

El contenido en sales se estudia midiendo la conductividad eléctrica de un extracto del suelo. Como primera aproximación se mide la conductividad eléctrica del extracto suelo/agua destilada a relación 1/5. Cuando esta prueba previa es mayor de 0.2 mmho/cm es necesario realizar una medición del extracto de pasta saturada. Nuestro suelo tiene 0.2 mmho/cm por lo tanto **no es salino**.

El contenido en materia orgánica del suelo es **muy bajo**. Se debería estudiar la posibilidad de realizar una **enmienda de corrección**. En general se puede hablar de un contenido recomendable en materia orgánica del 1.2 al 1.5% en suelos arenosos. En estos suelos resulta interesante un contenido elevado en materia orgánica para mejorar la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad de retención de agua del suelo y mejorar la estabilidad estructural. Sabiendo que aproximadamente el 58% de la materia orgánica es carbono orgánico, podemos estimar en la relación de C/N.

$$C/N = C \text{ orgánico} / N \text{ total} = 0.236 / 0.02 = \mathbf{12.18}$$

$$C \text{ orgánico} = 0.58 \times 0.42 = 0.2436$$

La relación C/N nos indica que la materia orgánica está esencialmente compuesta de humus evolucionado y relativamente estable que resulta de recomendable en el suelo.

Respecto al estudio del complejo de cambio, podemos decir que el porcentaje de saturación de bases (P.S.B.) es de 2.78 meq/100 gr

$$\begin{aligned} \text{P.S.B.} &= [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{K}^+] + [\text{Na}^+] \\ \text{P.S.B.} &= 1.87 + 0.66 + 0.06 + 0.19 = 2.78 \text{ meq/100 gr} \end{aligned}$$

Por tanto el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) es del **6.8 %** y esto nos indica que **no es un suelo sódico**.

El nivel de calcio de cambio es **muy bajo**, (1.87 meq/100 gr) siendo el contenido normal para suelos arenosos de 6-7 meq/100 gramos.

El nivel de potasio es también **muy bajo** (0.06 meq/100 gr) siendo el nivel normal de 0.3-0.6 meq/100 gr

El nivel de magnesio también es **muy bajo**, siendo el contenido normal entre 1-1.5 meq/100 gr

Veamos si es posible que se den fenómenos de antagonismos.

$$\begin{aligned} \text{Ca/Mg} &= 2.8 \\ \text{K/Mg} &= 0.1 \end{aligned}$$

No se prevén fenómenos de antagonismo entre calcio y magnesio ya que su relación se encuentra entre el intervalo $2 < \text{Ca/Mg} < 10$.

No es probable fenómenos de antagonismo entre potasio y magnesio ya que su relación está comprendida entre el intervalo óptimo de $0.1 < \text{K/Mg} < 0.5$

ANEJO N°3

ESTUDIO DEL AGUA.

3.1. Análisis del agua.

3.2. Comprobación de datos.

3.3. Interpretación de los resultados.

3.3.1. PH.

3.3.2. Contenido total de sales.

3.3.3 Carbonato sódico residual.

3.3.4. Dureza.

3.3.5. Coeficiente alcalimétrico (Indice de Scott).

3.4. Evaluación de la calidad del agua.

3.4.1. Criterio de salinidad.

3.4.2. Criterios de sodicidad.

3.5. Riesgo de toxicidad.

3.2. Comprobación de datos.

Antes de empezar con la interpretación de los resultados analíticos, vamos a comprobar que no ha habido errores de determinación en el análisis. Esta comprobación la vamos a hacer teniendo en cuenta que:

A) La suma de aniones ha de coincidir, aproximadamente, con la de cationes, ambas expresadas en meq/l. Generalmente se permite un error de un 5 % por exceso o por defecto.

$$\text{Suma de cationes} = 4.68 (\text{Ca}) + 2.62 (\text{Mg}) + 1.85 (\text{Na}) + 0.08 (\text{K}) = 9.23$$

$$\text{Suma de aniones} = 2.26 (\text{Cloruros}) + 1.18 (\text{Sulfatos}) + 5.81 (\text{Bicarbonatos}) = 9.25$$

Son resultados prácticamente iguales, por lo que es correcto.

B) Generalmente se cumple que la suma de cationes, expresada en meq/l., multiplicada por un coeficiente que oscila entre 80 y 110, es igual al valor numérico de la conductividad eléctrica.

$$\text{La suma de cationes (meq/l.)} = 9.23$$

$$\text{Ce: } 0.92 \text{ mmhos/cm} = 920 \text{ micromhos/cm.}$$

$$920/9.23 = 99.67 \text{ que entra dentro del rango, luego es correcto.}$$

3.3. Interpretación de los resultados.

3.3.1. PH.

Generalmente no es un índice demasiado importante en la calificación del agua. No obstante, cuando se sospecha que las aguas hayan podido ser contaminadas por residuos industriales, este es un buen índice de detección, pues puede salirse alarmantemente de los límites normales (7 a 8). En nuestro caso el pH es de 7.63 que se sitúa dentro de los límites normales.

3.3.2. Contenido total de sales.

El contenido total de sales es peligroso cuando pasa por encima de 1 gr/l., contabilizándose esta cifra todos los iones existentes en el agua.

El contenido total de sales está relacionado con la conductividad eléctrica de la siguiente manera:

$$\mathbf{S.T. = C.E. \times K}$$

en la que:

S.T.= Concentración en sales totales.

C.E.= Conductividad eléctrica a 25 °C (mmhos/cm).

K = Constante de proporcionalidad, aproximadamente = 0.64

Por tanto **S.T.** = 0.92 x 0.64 = **0.59 gr/l.**

También existe una relación que relaciona la C.E. en mmhos/cm a 25 °C y la presión osmótica:

$$\mathbf{Po = 0.36 \times C.E.}$$

$$\mathbf{Po = 0.36 \times 0.92 = 0.331 \text{ atm.}}$$

3.3.3 Carbonato sódico residual.

El carbonato sódico residual nos indica la acción degradante del agua. Se calcula según la fórmula:

$$\text{C.S.R.} = (\text{CO}_3 + \text{CO}_3\text{H}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$$

en la que los iones se expresan igualmente en meq/l.

$$\text{C.S.R.} = (0 + 5.81) - (4.68 + 2.62) = -1.49 < 0 \text{ meq/l.}$$

Según el carbonato sódico residual (Eaton, 1950) las aguas se pueden considerar:

No utilizables en riego:	Tienen un C.S.R. mayor de 2.5 meq/l.
Marginal o dudosa:	Tienen un C.S.R. comprendido entre 1.25 y 2.5 meq/l.
Utilizables en riego:	Tienen un C.S.R. menor de 1.25 meq/l.

En nuestro caso al ser un valor inferior a 0 meq/l, es un agua **utilizable en riego**.

3.3.4. Dureza.

Para calcular la dureza del agua en grados higrométricos franceses utilizamos la fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Ca (mg/l.)} \times 2.5 + \text{Mg (mg/l.)} \times 4.12 / 10 &= 36.57 \\ [93.79 \times 2.5 + 31.86 \times 4.12] / 10 &= 36.57 \end{aligned}$$

que según la siguiente tabla de clasificación es un **agua dura**.

Muy dulce.....	<7
Dulce.....	7-14
Medianamente dulce.....	1~22
Medianamente dura.....	22-32
Dura.....	32-54
Muy dura.....	>54

3.3.5. Coeficiente alcalimétrico (Indice de Scott).

El índice de Scott se define como la altura de agua, en pulgadas (1 pulgada = 2.54 cm.) que después de la evaporación dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor (1 pie = 0.3048 m.), álcali suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de las especies vegetales más sensibles.

Para el cálculo del índice de Scott (K) seguimos el siguiente procedimiento expresando sus componentes en mg/l:

A) Si $Na - 0.65 \times Cl$ es cero o negativo:

$$K = 2049/Cl$$

B) Si $Na - 0.65 \times Cl$ es positivo, pero no mayor que $0.48 \times SO_4$:

$$K = 6620/Na + 2.6 \times Cl$$

C) Si $Na - 0.65 \times Cl$ es positivo:

$$K = 662/Na - 0.32 \times Cl - 0.43 \times SO_4$$

En nuestro caso $Na - 0.65 \times Cl = -9.59$ que es negativo.

$K = 2049 / 80.23 = 25.5$ que le da una categoría de **agua buena**. No es necesario tomar precauciones.

3.4. Evaluación de la calidad del agua.

3.4.1. Criterio de salinidad.

Como ya hemos visto un alto contenido de sales disueltas en el suelo produce una reducción en los rendimientos de los cultivos. Vamos a ver ahora una serie de criterios que analizan el riesgo de salinidad basándose en la C.E. como índice que expresa la concentración de sales del agua de riego.

- **Clasificación de Richards.**

En 1954, Richards, del U.S. Salinity Laboratory (Riverside, California) estableció la siguiente clasificación del agua de riego en función de su CE:

Índice de salinidad	CE (micromhos/cm.)	Riesgo de salinidad
1	100 - 250	Bajo
2	250 - 750	Medio
3	750 - 2250	Alto
4	> 2250	Muy alto

La CE de nuestra agua de riego es de 920 micromhos/cm. por lo que se considera **riesgo alto de salinidad**.

- **Clasificación del comité de consultores U.C.**

En 1972, el Comité de Consultores de la Universidad de California propuso la siguiente clasificación:

Índice de salinidad	CE (mmhos/cm.)	Riesgo de salinidad
1	< 0.75	Bajo
2	0.75 - 1.5	Medio
3	1.5 - 3.0	Alto
4	> 3.0	Muy alto

En nuestro caso con una CE de 0.920 mmhos/cm. lo considera **riesgo de salinidad medio**.

- **Clasificación de la FAO (1976).**

La clasificación de la FAO (1976) es la siguiente:

Índice de salinidad	CE (mmhos/cm.)	Riesgo de salinidad
1	< 0.75	Sin problemas
2	0.75 - 3.0	Problemas crecientes
3	< 3.0	Problemas serios

Según esta clasificación nuestra agua tiene **problemas crecientes de salinidad**.

- **Clasificación FAO (1987).**

Esta clasificación clasifica el agua de riego de la siguiente manera:

	Ninguna	Ligera a moderada	Severa
CE (mmhos/cm)	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0

En este caso el agua tiene un grado de **restricción de uso ligero**.

3.4.2. Criterios de sodicidad.

Para la evaluación del riesgo debido a la sodicidad del agua emplearemos las fórmulas de relación de adsorción de sodio (RAS) y la del RAS ajustado que es el índice más adecuado para definir el riesgo de sodicidad.

- **Relación de adsorción de sodio (RAS).**

Hace referencia a la proporción relativa en la que se encuentra el ion sodio y los iones calcio y magnesio. Se calcula para prever la degradación que una determinada agua de riego puede producir sobre el suelo, ya que el ion sodio es uno de los que más favorecen la degradación del suelo.

Se calcula según la fórmula:
$$SAR = Na / \sqrt{2x [Ca (meq/l) + Mg (meq/l)]}$$

Sustituyendo los valores tenemos: **SAR = 0.97**

Con este valor y según Richards la clasificación del suelo es de **baja sodicidad**.

La clasificación del agua de riego según el US. Salinity Laboratory que relaciona la CE en mmhos/cm y el RAS es de **C3-S1**.

▪ **RAS ajustado.**

La fórmula para el cálculo del RAS ajustado es:

$$RAS_a = Na / \sqrt{1/2 \times [Ca^* + Mg]}$$

Esta fórmula difiere de la de Richards en que la concentración de Ca está corregida en función de la salinidad del agua de riego y de su relación con la concentración de bicarbonatos presentes (Tabla).

El valor $HCO_3 / Ca = 5.81 / 4.68 = 1.24$

El valor de la CE (dS/m.) = 0.920

Según estos dos valores el valor del Ca^* es de 1.77 meq/l, por lo que el valor del **RAS_a = 1.25**

El riesgo de sodicidad del agua de riego, en función de la relación de adsorción de sodio ajustada (RAS_a) y de la conductividad eléctrica (CE) (Tabla) es de **sin riesgo**.

Según las normas FAO (1987) el grado de restricción de su uso es **ninguno**.

3.5. Riesgo de toxicidad.

Los iones que se presentan con más frecuencia en el agua de riego y que pueden presentar problemas de toxicidad son el Cl, el Na y el B. En el siguiente cuadro podemos ver la restricción de uso del agua de riego por posible riesgo de toxicidad de los elementos ya mencionados:

Elemento	Unidades	Ninguna	Ligera o moderada	Severa
Sodio	RAS _a	< 3	3 - 9	> 9
Cloro	meq/l	< 4	4 - 10	> 10
Boro	mg/l	< 0.7	0.7 - 3	> 3

Para el sodio común RAS_a de 1.25 la restricción es **ninguna**.

Para el cloro tenemos un valor de 2.26 meq/l. de cloruros, por lo podemos considerar que la restricción en este caso es de **ninguna**.

En el caso del boro el dato es de despreciable por lo que no tendremos problemas al igual que con los otro elementos.

ANEJO N°4

BALANCE HIDRICO.

4.1. Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o), según Blaney - Criddle.

4.2. Cálculo del coeficiente de cultivo (K_c) y de la evapotranspiración corregida (ET_c).

4.3. Cálculo del efecto de localización.

4.4. Cálculo de las correcciones por condiciones locales.

4.1. Variación climática.

4.2.-Variación por advección.

4.5. Cálculo de las necesidades netas (N_n).

4.6. Cálculo de las necesidades totales (N_t).

4.7. Cálculo de las necesidades diarias por árbol.

4.8. Calendario de riegos.

4.1. Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o), según Blaney - Criddle.

Para alcanzar la máxima producción, debemos asegurarnos de que el contenido de agua en el suelo sea suficiente para que el cultivo pueda extraer todo el agua que le demanda a la atmósfera. Esta cantidad de agua, unida a la que se pierde por evaporación desde la superficie del suelo, constituye lo que se conoce como "evapotranspiración máxima del cultivo" (ET_c); y debe ser satisfecha estacionalmente mediante lluvia y/o riego para que la producción del cultivo no se reduzca como consecuencia de un déficit hídrico. Para calcular esta ET_c aplicaremos la fórmula:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

La ET_o, denominada evapotranspiración de referencia, cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera y corresponde a la evapotranspiración de una pradera de gramíneas con una altura entre 8 a 10 cm. que crece sin limitaciones de agua y nutrientes en el suelo y sin incidencias de plagas y/o enfermedades.

El cálculo de la ET_o para una determinada zona puede realizarse a partir de datos climáticos empleando fórmulas empíricas que se han desarrollado para distintas zonas del mundo. En nuestro caso vamos a emplear el método de Blaney - Criddle.

El método de Blaney - Criddle recurre a la temperatura media, t y al porcentaje de horas diurnas, p, como variables climáticas para predecir los efectos del clima sobre la evapotranspiración.

Este método tiene por fórmula la expresión:

$$ET_o = a + b \times f$$

donde:

$$a = 0.0043 \times HR_{min.(\%)} - n/N - 1.41$$

$$b = 0.81917 - 0.0040922 \times HR_{min.(\%)} + 1.0705 \times n/N + 0.065649 \times V(m/s) - 0.0059684 \times HR_{min.(\%)} \times n/N - 0.0005967 \times HR_{min.(\%)} \times V(m/s)$$

f = factor de uso conjuntivo, se obtiene de la fórmula:

$$f = p \times (0.46 \times t + 8.13)$$

donde:

p = porcentaje diario medio de horas diurnas.

t = temperatura media en °C

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
T^amedia	10.2	11.3	13.2	15.1	18.3	21.9	26.8	26.8	23.5	18.6	14.5	11
HRmin(%)	64.5	263.7	51.4	51.8	46.9	46.1	39.2	39.1	42.7	51.6	61.9	67.3
Viento(m/s)	2.44	2.92	3.44	3.89	3.86	4	3.67	3.81	3.56	3.03	2.83	2.58
n/N	0.571	0.524	0.598	0.578	0.663	0.711	0.791	0.785	0.708	0.608	0.523	0.493
P	0.225	0.245	0.270	0.295	0.315	0.330	0.325	0.305	0.280	0.250	0.225	0.215

Para el caso del mes de Enero la ETo será igual a:

$$ETo = a + b \times f$$

donde:

$$a = 0.0043 \times 64.5 - 0.571 - 1.41 = -1.704$$

$$b = 0.81917 - 0.0040922 \times 64.5 + 1.0705 \times 0.571 + 0.065649 \times 2.44 - 0.0059684 \times 64.5 \times 0.571 - 0.0005967 \times 64.5 \times 2.44 = 1.037$$

$$f = 0.225 \times (0.46 \times 10.2 + 8.13) = 2.88$$

$$ETo = -1.704 + 1.037 \times 2.88 = 1.28 \text{ mm/día.}$$

En el siguiente cuadro podemos ver lo diferentes valores para los distintos meses:

MES	A	b	f	ETo(mm/día)
Enero	-1.704	1.037	2.88	1.28
Febrero	-1.660	1.010	3.27	1.64
Marzo	-1.787	1.180	3.83	2.73
Abril	-1.765	1.160	4.45	3.40
Mayo	-1.871	1.270	5.21	4.75
Junio	-1.923	1.320	6.01	6.01
Julio	-2.032	1.460	6.65	7.68
Agosto	-2.027	1.450	6.24	7.02
Septiembre	-1.954	1.350	5.30	5.22
Octubre	-1.796	1.180	4.17	3012
Noviembre	-1.667	1.020	3.33	1.73
Diciembre	-1.614	0.950	2.84	1.08

Como podemos observar el mes punta es Julio con una ETo de 7.68 mm/día.

4.2. Cálculo del coeficiente de cultivo (Kc) y de la evapotranspiración corregida (ETc).

La Kc es el coeficiente de cultivo, que depende de la época del año y de la zona en la que se encuentra la finca. Esta Kc expresa la relación entre la evapotranspiración de un cultivo que cubre completamente el suelo y la ETo.

En el caso del olivar, los datos existentes demuestran que Kc no es constante a lo largo del año, variando entre 0.4 y 0.6, aplicando los valores más bajos a condiciones húmedas y bonancibles y los más altos a condiciones secas y ventosas.

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
ETo (mm/día)	1.28	1.64	2.73	3.40	4.75	6.01	7.68	7.02	5.22	3.12	1.73	1.08
Kc	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.50	0.50	0.55	0.60	0.65	0.65
ETc mm/día)	0.832	1.066	1.7745	2.04	2.6125	3.3055	3.84	3.51	2.871	1.872	1.1245	0.702
ETc (mm/mes)	25.792	29.848	55.009	61.2	80.987	99.165	119.04	108.81	86.13	58.032	37.35	21.762
Pm (mm/mes)	99.8	59.6	25.3	45.2	42.4	12.6	3.3	4.4	25.4	71.8	91.6	121.9
Pe (mm/mes)	79.84	47.68	20.24	36.16	33.92	10.08	2.64	3.52	20.32	57.44	73.28	97.52
ETc-Pe (mm/día)	-54.05	-17.83	34.77	25.04	47.07	89.08	116.4	105.29	65.81	0.592	-35.93	-75.76

Se considera la precipitación efectiva el 80% de la precipitación mensual, ya que esta precipitación efectiva es función de la intensidad de la lluvia y de las características del suelo que afectan a la velocidad de infiltración. Puede variar entre el 90% para un suelo arenoso, seco y labrado si la lluvia es poco intensa, hasta menos del 50% en suelos arcillosos y húmedos en pendiente cuando la precipitación es intensa.

Se observa que el balance ETc - Pe es negativo para los meses de Noviembre a Febrero, en los que el excedente de agua se almacena en el suelo. En los meses de Marzo a Octubre, la ETc supera a la Pe por lo que hay que regar.

MES	Kc
ENERO	0.65
FEBRERO	0.65
MARZO	0.65
ABRIL	0.60
MAYO	0.55
JUNIO	0.55
JULIO	0.50
AGOSTO	0.50
SEPTIEMBRE	0.55
OCTUBRE	0.60
NOVIEMBRE	0.65
DICIEMBRE	0.65

Como ya dijimos anteriormente la $ET_c = ETo \times Kc$. En el siguiente cuadro reflejamos los valores de ET_c para la época de riego:

MES	ETo (mm/día)	Kc	ETc (mm/día)
ENERO	1.28	0.65	0.83
FEBRERO	1.64	0.65	1.07
MARZO	2.73	0.65	1.77
ABRIL	3.40	0.60	2.04
MAYO	4.75	0.55	2.61
JUNIO	6.01	0.55	3.31
JULIO	7.68	0.50	3.84
AGOSTO	7.02	0.50	3.51
SEPTIEMBRE	5.22	0.55	2.87
OCTUBRE	3.12	0.60	1.87
NOVIEMBRE	1.73	0.65	1.12
DICIEMBRE	1.08	0.65	0.70

Como vemos el mes punta el Julio con 3.84 mm/día.

4.3. Cálculo del efecto de localización.

Para la corrección de la ETc por el efecto de localización hemos elegido los que se basan en la "fracción de área sombreada por el cultivo" a la que denominaremos A y definimos como "fracción de la superficie del suelo sombreado por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total".

Esta fracción de área sombreada es:

$$A = \text{Sup. de suelo sombreado} / \text{Marco de plantación}$$

Donde:

$$\text{Sup. de suelo sombreado} = 3.14159 \times r^2$$

Marco de plantación. La finca tiene 2 marcos de plantaciones distintos, entonces estudiaremos la finca por separado para cada marco de plantación.

$$\text{Marco de plantación} = 8.5 \times 8.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Marco de plantación} = 6 \times 12 \text{ m}^2$$

Para olivar de manzanilla el radio de la copa del árbol es de 2 m.

En nuestro caso:

Para el marco de plantación de 8.5 x 8.5

$$A = 3.14159 \times 2^2 / (8.5 \times 8.5) = 0.173929005$$

Para el marco de plantación de 6 x 12

$$A = 3.14159 \times 2^2 / (6 \times 12) = 0.174532925$$

La forma de corrección por localización consiste en multiplicar ETc por KI (coeficiente de localización) cuyo valor depende de A. Según diversos autores:

Aljibury et al.....KI = 1.34 x A

DecroixKI = 0.1 + A

Hoare.....KI = A + 0.5 x (1 - A)

Keller.....KI = A + 0.15 x (1 - A)

Para el marco de plantación de 8.5 x 8.5 con una A = 0.173929005

Aljibury et al.....KI = 0.233

Decroix.....KI = 0.274

Hoare.....KI = 0.587

Keller..... K1 = 0.298

El valor medio de K1 = 0.348

Por tanto tenemos que $ETc \times K1 = 3.84 \times 0.348 = 1.336$ mm/día

Para el marco de plantación de 6 x 12 con una A = 0.174532925

Aljibury et al..... K1 = 0.234

Decroix..... K1 = 0.275

Hoare..... K1 = 0.587

Keller..... K1 = 0.298

El valor medio de K1 = 0.349

Por tanto tenemos que $ETc \times K1 = 3.84 \times 0.349 = 1.340$ mm/día

Como $ETc \times K1$ es muy parecido para un marco u otro, tomaremos el valor mayor para seguir haciendo los cálculos: $ETc \times K1 = 1.34$ mm/día.

4.4. Cálculo de las correcciones por condiciones locales.

4.1. Variación climática.

Adoptamos el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1.15 y 1.20. Vamos a coger el valor de 1.20 para los cálculos. Aplicando este valor tenemos que:

$$1.34 \times 1.20 = 1.61 \text{ mm/día}$$

4.2.-Variación por advección.

La corrección que vayamos a aplicar depende del tamaño de la zona de riego. En nuestro caso la finca tiene un tamaño de 40 Has. a lo que corresponde un factor de advección / K_{adv} de 0.87 por lo que tendremos:

$$ET_{rl} = 1.61 \times 0.87 = 1.40 \text{ mm/día}$$

4.5. Cálculo de las necesidades netas (Nn).

Las necesidades netas del cultivo las podemos obtener según la expresión:

$$Nn = ETrl - Pe - Gw - Aw$$

donde:

Pe = Precipitación efectiva. Esta Pe es el agua de lluvia que penetra en el suelo y que queda a disposición del cultivo. Esta Pe es siempre menor que la Precipitación total. Para el caso de una finca de olivar intensivo regado por goteo, se considera, en general, que la precipitación efectiva es el 80 % de la precipitación total. En nuestro caso el mes punta es julio mes en el que prácticamente no llueve, por lo que no tendremos en cuenta este valor para el cálculo.

Gw = Aporte capilar. En zonas donde la capa freática esté próxima hay que tenerlo en cuenta, en nuestro caso no.

Aw = Variación de almacenamiento de agua del suelo. No se debe tener en cuenta para el cálculo de las necesidades puntas.

En nuestro caso la expresión se queda en:

$$Nn = ETrl$$

Por tanto tendremos que:

$$Nn = 1.40 \text{ mm/día}$$

4.6. Cálculo de las necesidades totales (Nt).

Para calcular las necesidades totales (Nt) utilizaremos la fórmula:

$$Nt = Nn / (1 - K) \times CU$$

donde:

Nn = Necesidades netas.

$$K = Lr = CEa / 2 \times CEe \text{ ó } K = 1 - Ea$$

CU = Coeficiente de Uniformidad = 0.9

El valor de Ea está en función del clima, de la textura y de la profundidad de las raíces (m), en nuestro caso para un clima árido, una textura arenosa y para una profundidad de raíces de entre 0.75 y 1.50 el valor de Ea = 0.90.

La CEa es la CE del agua de riego que en nuestro caso es de 0.92 mmhos/cm.

La CEe es la CE del extracto de saturación del suelo, valor que se impone como objetivo a conseguir con el lavado y que nuestro caso vale:

Según fórmula de Maas Hoffman:

$$CEe = (100 - P) / b + a = (100 - 100) / 8.77 + 2.7 = 2.7 \text{ mmhos/cm.}$$

Conocidos todos los valores tenemos que:

$$K = LR = 0.92 / (2 \times 2.7) = 0.170$$

$$k = 1 - Ea = 1 - 0.90 = 0.1$$

De estos dos valores cogemos el mayor, o el mas desfavorable (0.170).

Por tanto las $Nt = 1.40 \text{ mm/día} / (1 - 0.170) \times 0.9 = 1.87 \text{ mm/día.}$

	ETc(mm/día)	x KI	x 1.20	x Kadv	Nt (mm/día)
Marzo	1.77	0.62	0.74	0.64	0.86
Abril	2.04	0.71	0.85	0.74	0.99
Mayo	2.61	0.91	1.09	0.95	1.27
Junio	3.31	1.15	1.38	1.20	1.61
Julio	3.84	1.34	1.61	1.40	1.87
Agosto	3.51	1.22	1.46	1.27	1.70
Septiembre	2.87	1.00	1.2	1.04	1.39
Octubre	1.87	0.65	0.78	0.68	0.91

En el siguiente cuadro aparecen las necesidades totales para los distintos meses de riego:

MESES	Nn (mm/día)	Nt (mm/día)
Marzo	0.64	0.86
Abril	0.74	0.99
Mayo	0.95	1.27
Junio	1.20	1.61
Julio	1.40	1.87
Agosto	1.27	1.70
Septiembre	1.04	1.39
Octubre	0.68	0.91

4.7. Cálculo de las necesidades diarias por árbol.

Las necesidades diarias por árbol las calculamos multiplicando las Nt por el marco de plantación.

$$1.87 \text{ mm/día} \times 8.5 \times 8.5 = 135.1 \text{ l/árbol y día.}$$

$$1.87 \text{ mm/día} \times 6 \times 12 = 134.64 \text{ l/árbol y día.}$$

Como es muy parecido para un marco de plantación u otro cogeremos 135.1 l/árbol y día para efectos de cálculos.

A continuación aparece reflejado en la tabla los valores de necesidades diarias de agua por árbol para los meses de riego y para los distintos marcos de plantación.

MESES	Ndiarias (l/árbol y día)	Ndiarias (l/árbol y día)
Marzo	62.14	61.92
Abril	71.53	71.28
Mayo	91.76	91.44
Junio	116.32	115.92
Julio	135.11	134.62
Agosto	122.83	122.40
Septiembre	100.43	100.08
Octubre	65.75	65.52

4.8. Calendario de riegos.

Nn (mm/mes)

Nt (mm/mes)

Nt (l/árbol y mes)

n = N° de días de riego.

Nr = Necesidades reales

Nr = Nt / n

h / d = horas día

h / d = (Nr x n° sectores) / (n° goteros x Q gotero)

h / mes = horas mes

h / mes = (h / d) x n

El mes de Febrero que no tendríamos que regar, aportaremos la cantidad de agua necesaria para fertirrigar y no tener problemas con los abonos.

Todo lo anteriormente descrito queda plasmado en la siguiente tabla resumen:

	Febre.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Septie.	Octub.
Nt (mm/día)	-	0.86	0.99	1.27	1.61	1.87	1.70	1.39	0.91
Nt (mm/mes)	-	26.66	29.7	39.37	48.30	57.97	52.70	41.70	28.21
Nt (l/árbol y mes)	-	1926.2	2145.8	2844.5	3489.7	4188.3	3807.6	3012.8	2038.2
n	2 aplic	27	26	27	26	27	26	26	27
Nr (l/árbol riego)	80.44	71.34	82.53	105.35	134.22	155.12	146.44	115.88	75.49
h/d	7.54	6.69	7.74	9.88	12.58	14.54	13.73	10.86	7.08
h/mes	15.08	180.58	201.24	266.67	327.16	392.66	356.96	282.45	191.08

ANEJO N°5

ENMIENDA ORGANICA.

5.1. Enmienda orgánica.

5.1. Enmienda orgánica.

El suelo del cultivo está formado por materias minerales y orgánicas, siendo estas últimas las que le dan al suelo las características para ser soporte agrícola. Esta materia orgánica es la mezcla de microorganismos y residuos de vegetales.

La materia orgánica fresca sufre una primera evolución (humificación) lo de que la transforma en humus para, en una segunda etapa, continuar descomponiéndose hasta convertirse en elementos minerales (mineralización).

Coexisten en el suelo los dos procesos, y la resultante es el equilibrio húmico del suelo. Este equilibrio depende de la velocidad de humificación y mineralización, que está en función de la actividad biológica que a su vez depende de las condiciones climáticas, edáficas y de cultivo.

Más interesante que el contenido de materia orgánica, que debe oscilar entre un 1% y 3%, es la velocidad con que evoluciona la materia orgánica y la tendencia al equilibrio.

Los factores que regulan la velocidad de humificación son:

- Naturaleza del residuo.
- Contenido en humedad.
- Aireación.
- Temperatura.
- Contenido en elementos minerales.
- Condiciones del suelo: pH y salinidad.

El contenido en materia orgánica de nuestro suelo es de 0.42%, siendo este un valor bajo, lo vamos a subir hasta un valor de 1.5%.

El contenido de materia orgánica para los treinta primeros centímetros es de:

$$(10000 \text{ m}^2/\text{ha}) \times (0.3 \text{ m}) \times (1.65 \text{ Tm}/\text{m}^3) \times 0.42\% = 20.79 \text{ Tm}/\text{ha} \text{ para una m.o. de } 0.42\%$$

Cambiando en la fórmula el 0.42% por el 1.5% al que se quiere llegar, salen:

$$(10000 \text{ m}^2/\text{ha}) \times (0.3 \text{ m}) \times (1.65 \text{ Tm}/\text{m}^3) \times 1.5\% = 74.25 \text{ Tm}/\text{ha} \text{ para una m.o. de } 1.5\%$$

Tenemos una falta de materia orgánica de $74.25 - 20.79 = 53.46 \text{ T}/\text{ha}$

Estiércol:

	M.S.%	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O
Vacuno	18.2	0.34	0.13	0.35
Ovino	38.4	0.82	0.21	0.84
Compost	65	1	1	0.7

40 has x 0.312 T humus /ha y año = 12.4 T humus /año

Balance = - 12.4 T humus /año, se pierden por mineralización.

Vamos a usar estiércol maduro de ovino, con un 38.4% de materia seca y un $K_1 = 0.4$.

$(0.312 \text{ T humus/ha y año}) / (0.4 \times 0.384) = 2.03 \text{ T estiércol / ha y año}$

Se podría aplicar cada 3 años:

$2.03 \times 3 = 6.1 \text{ T estiércol/ha.}$

▪ **Epoca de aplicación.**

Se aplicará estiércol maduro de ovino en otoño. De esta manera tienen tiempo de iniciar su descomposición durante el invierno y de poner las sustancias nutritivas a disposición de las plantas para sostener el esfuerzo de la primavera. El abonado debe esparcirse mediante abonadora, para distribuirlo lo mas uniformemente posible, y después incorporarse en toda la superficie del suelo, de manera de que quede a proximidad del máximo de raíces. Los suministros efectuados únicamente en la vertical del follaje no benefician tanto al árbol.

ANEJO N°6

PLANIFICACION DEL ABONADO.

6.1. Fertilización.

6.1.1. Fertilización Fosfatada.

6.1.2. Fertilización Potásica.

6.2. Fertirrigación.

6.2.1. Planificación del abonado mediante fertirrigación.

6.2.2. Ventajas e inconvenientes de la fertirrigación.

6.2.3. Extracciones del cultivo para los diferentes elementos.

6.2.4. Elección del fertilizante.

6.2.5. Epoca de aplicación.

6.2.6. Distribución de los nutrientes a lo largo del año.

6.2.7. Fertirrigación.

6.2.8. Números de aportes para los diferentes abonos.

6.1. Fertilización.

En este anejo estudiaremos la fertilidad del suelo en cuanto a nutrientes más importantes (N, P, K) y la posibilidad de realizar enmiendas de corrección, si el suelo lo requiere, ya que el estudio del abonado de mantenimiento se realizará en el plan de Fertirrigación.

Nivel de fertilidad del suelo:

Nitrógeno total.....	0.02%.....	200 ppm.
P(Olsen).....		4 ppm.
K(AcNH ₄).....		23 ppm.
M.O. total.....		0.42 %

P(Olsen) = 4 ppm.

Estamos por debajo del nivel crítico (10 ppm), necesitamos realizar un abonado de corrección y de mantenimiento.

K(AcNH₄) = 23 ppm.

Muy por debajo del nivel crítico. El óptimo es de 150 - 170 ppm. Habrá que realizar corrección y mantenimiento.

Nitrógeno.

Se realizará abonado de mantenimiento, ya que el abonado de corrección no se realizará debido a las pérdidas por lavado que se ocasionan en nuestro suelo arenoso.

6.1.1. Fertilización Fosfatada.

Abonado de corrección.

Buscaremos tener una reserva de P en el suelo de 1.5 veces el nivel crítico (10 ppm).

1.5 x 10 ppm = 15 ppm ----- Nivel de P que queremos tener.

15 - 4 ppm = 11 ppm P ----- 11 mg P/Kg

11mg P/Kg equivale a 25.5 mg P₂O₅/Kg

$(0.3 \text{ m}) \times (1.65 \text{ T/m}^3) \times (10000 \text{ m}^3/\text{ha}) = 4950 \text{ T/ha suelo}$

$(25.2\text{Mgr P}_2\text{O}_5/\text{Kg} \times 1000\text{Kg/T} \times 4950\text{T/ha}) / (1000\text{mgr} \times 1000\text{gr}) = 124.7 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}.$

Es la dosis para aumentar el P a 15 ppm.

Será recomendable no aplicar más de 80 Kg P₂O₅/ha y año para no favorecer los posibles problemas de retrogradación en el suelo.

$(124.7 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}) / (80 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha año}) = 2 \text{ años}.$

La corrección durará 2 años, aplicando:

$124.7/2 = 62.35 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha año}.$

Se aplicará superfosfato triple con una riqueza del 45% de P₂O₅.

$(62.35 \times 100) / 45 = 138.5 \text{ Kg de superfosfato triple}.$

6.1.2. Fertilización Potásica.

Se pretenderá pasar de 23 ppm de K que tenemos en el suelo a 160 ppm de K que se considera el óptimo para nuestras condiciones de cultivo.

$160 \text{ ppm K} - 23 \text{ ppm K} = 137 \text{ ppm K} \text{ ----- } 137 \text{ mgr/Kg}$

Para un suelo arenoso estimamos un factor de corrección de 1.1, para paliar los posibles problemas de retrogradación de P en el suelo.

$137 \times 1.1 = 150.7 \text{ ppm K}.$

$150.7 \text{ ppm K} = 150.7 \text{ mg/Kg} = 150.7 \text{ gr K/T}$

$$150.7 \text{ grK/T} = 181.6 \text{ gr K}_2\text{O/T}$$

$$181.6 \text{ gr K}_2\text{O/Tsuelo} \times 4950 \text{ Tsuelo/ha} = 898.9 \text{ Kg K}_2\text{O/ha.}$$

Se recomienda no echar mas de 80 Kg K₂O/ha y año. La corrección será:

$$(898.9 \text{ Kg K}_2\text{O/ha}) / (80 \text{ Kg K}_2\text{O/ha año}) = 11 \text{ años.}$$

La corrección durará 11 años, aplicando:

$$898.9/11 = 81.7 \text{ Kg K}_2\text{O/ha.}$$

Utilizaremos como fertilizante el sulfato potásico con una riqueza del 50% de K₂O (sal soluble).

$$(81.7 \times 100) / 50 = 163.4 \text{ Kg de sulfato potásico.}$$

6.2. Fertirrigación.

6.2.1. Planificación del abonado mediante fertirrigación.

Mediante la fertirrigación aplicaremos el mantenimiento del N, P, K, según las extracciones del cultivo para los distintos elementos.

6.2.2. Ventajas e inconvenientes de la fertirrigación.

▪ **Ventajas:**

Es ventajoso en primer lugar porque se dispone de sistema de riego lo cual hará que se aporten de forma más uniforme y rápida los nutrientes.

Con esta práctica se localizarán los nutrientes directamente en las zonas en las que existe una mayor densidad y actividad radical, con lo que se mejora la absorción de los nutrientes por el árbol.

El sistema de riego localizado ofrece, también, la posibilidad de aplicar los abonos en función de los riegos tantas veces como se crea necesario, de este modo se economiza y la planta dispone de nutrientes con continuidad.

▪ **Inconvenientes:**

Habrá que vigilar la limpieza y el mantenimiento del sistema de riego. Por ejemplo, el contenido en hierro (Fe) en el agua, podría ocasionar proliferación de bacterias en las conducciones, pudiendo ocasionar atranques en las mismas, en filtros y goteros. Si esto ocurriera, habría que tratar el agua con Sulfato de Cobre o con Hipoclorito Sódico (lejía).

Otro inconveniente que se plantea al disolver abonos en el agua de riego es el aumento de salinidad, que podría llegar a ser problemático.

6.2.3. Extracciones del cultivo para los diferentes elementos.

Existe muy poca información acerca de las extracciones en olivar, siendo conveniente y muy útil la realización periódica de análisis foliares, ya que son los únicos que nos indicarán cuando y cuánto tendremos que fertilizar.

Teniendo en cuenta el "Tratado de Fertilización" de Domínguez Vivancos, las extracciones del olivar son las siguientes:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O(Kg/árbol)
Arboles de producción de 30 - 50 Kg/árbol	0.8	0.2	0.6

Si tenemos en cuenta que existen 139 arboles por Ha obtendremos los siguientes Kg/ ha y año:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
111.2	27.8	83.4

6.2.4. Elección del fertilizante.

Para la elección del fertilizante se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- **La forma de distribución:**

El riego se realizará mediante goteo.

- **La solubilidad del abono:**

El abono ha de ser soluble en el agua para evitar las posibles obstrucciones.

- **Riesgo de obstrucciones:**

Los abonos que aportan fósforo pueden presentar el problema de obstrucciones, ya que este elemento tiene muy baja solubilidad y tendencia a reaccionar con el calcio dando lugar a Fosfato Bicálcico que es insoluble. Este precipita y tapona los goteros. Teniendo en cuenta este problema elegimos el Fosfato Monoamónico, ya que disminuye el riesgo de obstrucciones.

▪ **La reacción del fertilizante:**

Para el aporte de nitrógeno se empleará el Nitrato Amónico con una riqueza del 33.5 % el cual tiene una reacción ácida. También se aportará Nitrato Potásico que tiene una reacción neutra se incorpora en forma de nitrógeno Nítrico aproximadamente 1/3 del contenido total del potasio.

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente señalados, se muestra a continuación el cuadro de los fertilizantes empleados, así como sus principales características según Domínguez Vivancos:

Producto	Riqueza de nutrientes (%)			Solubilidad		Índice de sal	Acidez Basicidad
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	0°C	20°C		
NO₃NH₄	33.5	-	-	1.180	2.190	104.7	59 A
MAP	12.0	61	-	225	400	34.2	65 A
KNO₃	13.0	-	46.0	130	335	73.6	29 B

6.2.5. Época de aplicación.

Nitrógeno: Se aportará desde Febrero hasta Agosto.

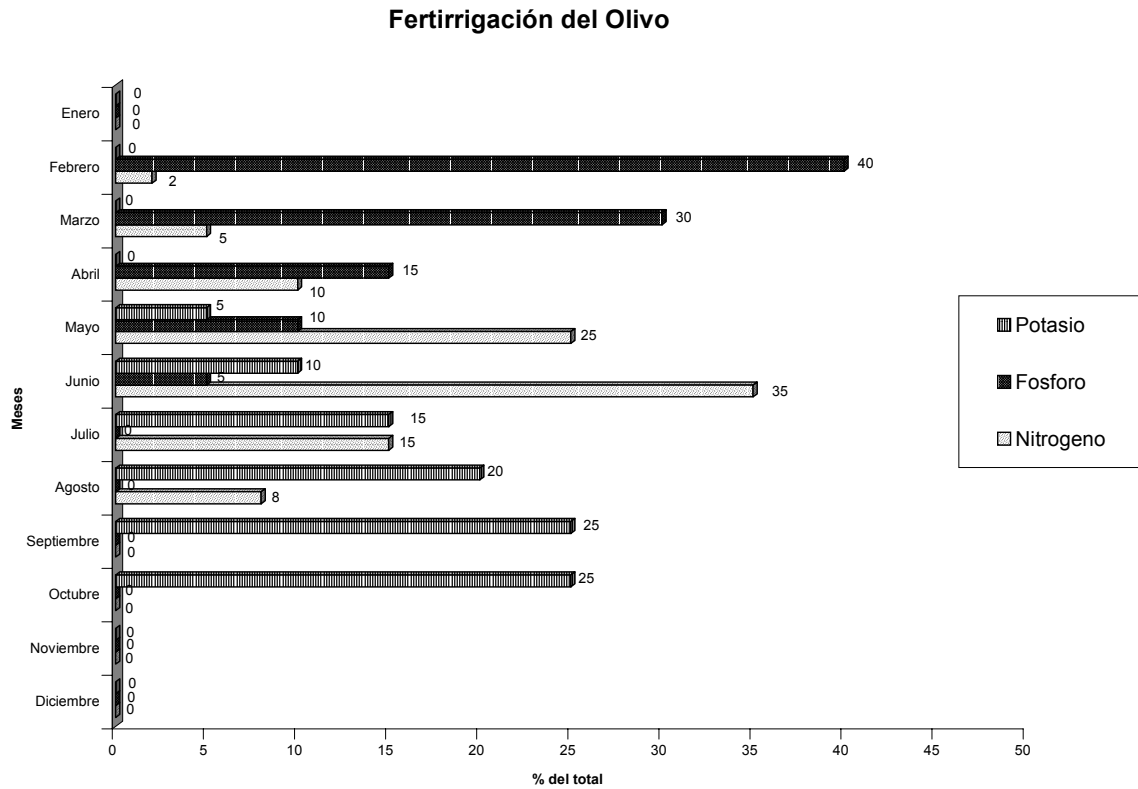
Fósforo: Se aportará desde Febrero hasta Junio.

Potasio: Se aportará desde Mayo hasta Septiembre. Aunque el olivar tiene necesidades en este elemento también en Octubre, en este mes no se realiza ninguna aportación porque en olivar de verdeo en este mes ya se ha recogido la aceituna, si la aceituna fuera para almazara sí realizaríamos tal aportación.

Además de las necesidades de NPK, el olivo es muy sensible a la falta de Boro, cuya carencia impide el normal cuajado de los frutos y el desarrollo de los brotes nuevos, por lo que se intentará realizar cada cierto tiempo un análisis foliar para poder paliar las posibles carencias en este elemento. Hay que decir también que la carencia de Boro se puede confundir fácilmente con la de Potasio (aparece el ápice de las hojas con aspecto necrótico, así como defoliación de ramitas), por lo que cobre mayor importancia la realización del análisis foliar.

6.2.6. Distribución de los nutrientes a lo largo del año.

Según Domínguez Vivancos, los nutrientes quedan distribuidos a lo largo del año de la siguiente manera:



	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre
N	2%	5%	10%	25%	35%	15%	8%	-	-
P	40%	30%	15%	10%	5%	-	-	-	-
K	-	-	-	5%	10%	15%	20%	25%	25%

Para ver la distribución de los fertilizantes a lo largo del año, partimos de las cantidades ya calculadas en Kg/ha y año que se daban en la tabla.

▪ **Cálculos:**

- **Necesidades Totales para el olivar:**

Nitrógeno: 111.2 Kg/ha y año.

Fósforo: 27.8 Kg/ha y año.

Potasio: 83.4 Kg/ha y año.

- **Necesidades para el mes de Febrero.**

2 % del Nitrógeno = 2.2 Kg/ha y año de N.

40 % del Fósforo = 11.1 Kg/ha y año de P₂O₅.

No existen necesidades de Potasio en este mes.

Dosis necesaria para los diferentes abonos.

Fosfato Monoamónico 12 - 60 - 0

11.1 U.F./ha: $0.60 = 18.5$ Kg de MAP/ha

Además aporta N: $18.5 \text{ Kg/ha} \times 0.12 = 2.2$ U.F. de N/ha

Nitrato Amónico 33.5 %.

Las necesidades en este elemento quedan cubiertas con la aplicación del Fosfato Monoamónico.

- **Necesidades para el mes de Marzo.**

5 % del Nitrógeno = 5.6 Kg/ha de N.

30 % del Fósforo = 8.3 Kg/ha de P₂O₅.

No existen necesidades de Potasio en este mes.

Dosis necesaria de los diferentes abonos.

Fosfato Monoamónico 12 - 60 - 0.

$8.3 \text{ U.F./ha} : 0.60 = 13.8 \text{ Kg de MAP/ha.}$

Aporte de N: $13.8 \text{ Kg/ha} \times 0.12 = 1.65 \text{ U.F. de N.}$

Nitrato Amónico 33.5 %

$5.6 \text{ U.F.} - 1.65 \text{ U.F.} = 3.95 \text{ U.F. de N.}$

$3.95 \text{ U.F.} : 0.335 = 11.8 \text{ Kg de Nitrato Amónico/ha.}$

▪ **Necesidades para el mes de Abril.**

10 % del Nitrógeno = 11.12 Kg/ha de N.

15 % del Fósforo = 4.2 Kg/ha de P_2O_5 .

No existen necesidades de Potasio en este mes.

Dosis necesaria de los diferentes abonos.

Fosfato Monoamónico 12 - 60 - 0.

$4.2 \text{ U.F./ha} : 0.60 = 7 \text{ Kg de MAP/ha.}$

Aporta además N: $7 \text{ Kg/ha} \times 0.12 = 0.84 \text{ U.F. de N.}$

Nitrato Amónico 33.5 %.

$11.12 \text{ U.F.} - 0.84 \text{ U.F.} = 10.3 \text{ U.F. de N.}$

$10.3 \text{ U.F.} : 0.335 = 30.7 \text{ Kg de Nitrato Amónico/ha.}$

▪ **Necesidades para el mes de Mayo.**

25 % del Nitrógeno = 27.8 Kg/ha de N.

10 % del Fósforo = 2.8 Kg/ha de P_2O_5 .

5 % del Potasio = 4.2 Kg/ha de K_2O .

Dosis necesaria de los diferentes abonos.

Nitrato Potásico 13 - 0 - 46.

$4.2 \text{ U.F./ha} : 0.46 = 9.1 \text{ Kg de Nitrato Potásico/ha.}$

Aporta de N: $9.1 \text{ Kg/ha} \times 0.13 = 1.2 \text{ U.F. de N.}$

Fosfato Monoamónico 12 - 60 - 0.

$2.8 \text{ U.F./ha} : 0.60 = 4.7 \text{ Kg de MAP/ha.}$

Aporta además N: $4.7 \text{ Kg/ha} \times 0.12 = 0.6 \text{ U.F. de N.}$

Nitrato Amónico 33.5 %.

$27.8 \text{ U.F.} - (1.2 \text{ U.F.} + 0.6 \text{ U.F.}) = 26 \text{ U.F. de N.}$

$26 \text{ U.F.} : 0.335 = 77.6 \text{ Kg de Nitrato Amónico/ha.}$

▪ **Necesidades para el mes de Junio.**

35 % del Nitrógeno = 38.9 Kg/ha de N.

5 % del Fósforo = 1.4 Kg/ha de P_2O_5 .

10 % del Potasio = 8.3 Kg/ha de K_2O .

Dosis de los diferentes abonos.

Nitrato Potásico 13 - 0 - 46.

8.3 U.F./ha: $0.46 = 18$ Kg de Nitrato Potásico/ha.

Aporte de N: $18 \text{ Kg/ha} \times 0.13 = 2.3$ U.F. de N.

Fosfato Monoamónico 12 - 60 - 0.

1.4 U.F./ha: $0.60 = 2.3$ Kg de MAP/ha.

Aporta de N: $2.3 \text{ Kg/ha} \times 0.12 = 0.3$ U.F. de N.

Nitrato Amónico 33.5 %.

$38.9 \text{ U.F.} - (2.3 \text{ U.F.} + 0.3 \text{ U.F.}) = 36.3 \text{ U.F.}$

$36.3 \text{ U.F.} : 0.335 = 108.35$ Kg de Nitrato Amónico/ha.

▪ **Necesidades para el mes de Julio.**

15 % del Nitrógeno = 16.7 Kg/ha de N.

No existen necesidades de Fósforo.

15 % del Potasio = 12.5 Kg/ha de K_2O .

Dosis necesaria de los diferentes abonos.

Nitrato Potásico 13 - 0 - 46.

12.5 U.F./ha: $0.46 = 27.2$ Kg de Nitrato Potásico/ha.

Aporta de N: $27.2 \text{ Kg/ha} \times 0.13 = 3.5$ U.F. de N.

Nitrato Amónico 33.5 %.

$16.7 \text{ U.F.} - 3.5 \text{ U.F.} = 13.2$ U.F. de N.

$13.2 \text{ U.F.} : 0.335 = 39.4$ Kg de Nitrato Amónico/ha.

▪ **Necesidades para el mes de Agosto.**

8 % de Nitrógeno = 8.9 Kg/ha de N.

No existen necesidades de Fósforo.

20 % de Potasio = 16.7 Kg/ha de K_2O .

Dosis de los diferentes abonos.

Nitrato Potásico 13 - 0 - 46.

$16.7 \text{ U.F./ha} : 0.46 = 36.3$ Kg de Nitrato Amónico/ha.

Aporta de N: $36.3 \text{ Kg/ha} \times 0.13 = 4.7$ U.F. de N.

Nitrato Amónico 33.5 %.

$8.9 \text{ U.F.} - 4.7 \text{ U.F.} = 4.2$ U.F. de N.

$4.2 \text{ U.F./ha} : 0.335 = 12.5$ Kg de Nitrato Amónico/ha.

▪ **Necesidades para el mes de Septiembre.**

No existen necesidades de Nitrógeno.

No existen necesidades de Fósforo.

25 % del Potasio = 20.85 Kg/ha de K₂O.

Dosis necesaria de los diferentes abonos.

Nitrato Potásico 13 - 0 - 46.

20.85 U.F./ha: 0.46 = 45.3 Kg de Nitrato Amónico/ha.

Para el mes de Octubre no se hacen los cálculos porque en este mes ya no hay aceituna.

En la tabla siguiente se muestra la distribución de los fertilizantes a lo largo de los meses:

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb.
NO₃NH₄	Cubierta	11.8	30.7	77.6	108.35	39.4	12.5	-
MAP	18.5	13.8	7	4.7	2.3	-	-	-
KNO₃	-	-	-	9.1	18	27.2	36.3	45.3

6.2.7. Fertirrigación.

CEagua = 0.92 dS/m equivale a 0.92 mmhos/cm.

Mes de Julio las necesidades son de 203.2 l/árbol y día, que al mes son 6299.2 l/árbol y mes.

Como vamos ha regar 27 días al mes (ya que los domingos no se riega):

6299.2 l/árbol y mes: 27 días/mes = 233.30 l/árbol y riego.

Y como tenemos 139 arboles/ha, entonces la Dosis de riego es:

139 arboles/ha x 233.30 l/árbol y riego = 32428.7 l/ha y riego.

A continuación se presenta la tabla en la que se relaciona el número de días de riego al mes y la dosis de riego.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie.	Octubr.
l/árbol y día	54.19	75.14	106.21	151.67	203.2	186.40	126.44	68.67
l/árbol y mes	1679.89	2254.20	3292.51	4550.10	6299.2	5778.4	3793.2	2128.77
N° días de riego	27	26	27	26	27	26	26	27
l/árbol y riego	62.22	86.70	121.94	175.00	233.30	222.25	145.89	78.84
Dosis de riego	8648.6	12051.3	16949.6	24325	32428.7	30892.75	20278.7	10958.8

6.2.8. Números de aportes para los diferentes abonos.

▪ **Febrero.**

En este mes, teóricamente, no tendríamos que regar, ya que con las lluvias caídas y nuestra reserva de agua en el suelo tendríamos suficiente para cubrir las necesidades hídricas de la planta.

Esto es en cuanto al aporte de agua, pero debemos de tener en cuenta que debemos abonar. Como en nuestro caso lo realizaremos en fertirrigación, debemos de aportar la mínima cantidad de agua para que no tengamos problemas en cuanto a sales y se pueda disolver el abono sin precipitaciones. Tendremos en cuenta el limpiado de tuberías, por lo que añadiremos un 10 % más en este concepto.

Como queremos abonar con la menor agua posible consideramos una frecuencia de fertirrigación por frecuencia de riego 1/1. Según esta frecuencia, Pizarro en R.L.A.F. nos recomienda no sobrepasar una concentración de 1.5 gr/l.

Dado que el agua de riego que vamos a utilizar tiene una CE de 0.92 dS/m, su concentración de sales será de:

$$0.92 \text{ dS/m} \times 0.64 = 0.59 \text{ gr/l.}$$

Si la máxima concentración que admitimos es de 1.5 gr/l, los gramos de fertilizante que como máximo se podrá disolver en cada litro de agua será:

$$1.5 - 0.59 = 0.91 \text{ gr/l.}$$

El número de aportaciones podríamos reducirlo al mínimo, uno por elemento, pero para una mejor asimilación del abonado por parte de la planta tomaremos 2 aportaciones.

Fertilizante a aplicar: 18.5 Kg de MAP/ha.

$$18.5 \text{ Kg/ha} : 2 = 9.25 \text{ Kg de MAP/ha.}$$

Nº aportaciones de $P_2O_5 = 2$ con dosis de 9.25 Kg/ha.

l/ha y riego = gr. fertilizante/riego y ha: conc. máx (gr/l)

$$9250/0.91 = 10164.8 \text{ l/ha y riego.}$$

Para realizar dos aportaciones de 9.25 Kg de MAP/ha se debería aplicar 10164.8 l/ha y riego para no sobrepasar la concentración de 0.91 gr/l, teniendo en cuenta el 10 % de agua de más que vamos a aplicar para la limpieza de tuberías, nos saldrá:

$$10164.8 \times 1.10 = 11181 \text{ l/ha y riego.}$$

Comprobaremos ahora la concentración que estamos aplicando, que debe ser menor de 0.91 gr/l.

$$9250 \text{ gr MAP/ha} : 11181 \text{ l/ha riego} = 0.83 \text{ gr/l.}$$

▪ **Marzo.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego.

139 arboles/ha.

$Dr = 139 \text{ arboles/ha} \times 62.22 \text{ l/árbol y riego} = 8648.6 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abono en el agua de riego.

Suponemos que vamos a hacer una aplicación de fertilizantes aproximadamente cada 2 días, es decir una frecuencia de fertirrigación de 1/2, admitiendo una concentración máxima de 2 gr/l. Nuestra agua tiene una CE = 0.92 dS/m, por lo que la concentración será:

$$0.92 \times 0.64 = 0.59 \text{ gr/l}$$

Si la concentración máxima que admitimos es de 2 gr/l, los gramos de fertilizante que como mucho podremos disolver en cada litro de agua será:

$$2 - 0.59 = 1.41 \text{ gr/l.}$$

Como vamos a aplicar 8648.6 l/ha y riego, el día que fertilice podremos añadir:

$$1.41 \text{ gr/l} \times 8648.6 \text{ l/ha y riego} = 12194 \text{ gr/ha y riego.}$$

Lo que quiere decir que se podrá disolver 12 Kg de fertilizante en cada riego como máximo, por debajo de esta cantidad podemos echar lo que queramos, así que lo que haremos será aumentar el número de aportes, disminuir la dosis y aumentar la eficiencia del abonado.

3) Número de aportaciones de cada abono y dosis.

Se recomienda no mezclar los abonos para evitar riesgos de posibles precipitaciones y antagonismos entre iones.

Fertilizantes a aplicar: 11.8 Kg NO_3NH_4 /ha.

13.8 Kg MAP/ha.

Nº aportaciones de N: 2 con dosis de 5.9 Kg NO_3NH_4 /ha.

Nº aportaciones de P_2O_5 : 2 con dosis de 6.9 Kg de MAP/ha.

Se aconseja aplicar el abono en un tiempo del 80 % del tiempo de riego, dejando el 20 % del tiempo restante para aplicar agua sola, con objeto de limpiar las tuberías y goteros de restos salinos (10 % al principio del riego y 10 % al final del mismo).

▪ **Abril.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego

139 arboles/ha.

$D_r = 139 \text{ arboles/ha} \times 86.70 \text{ l/árbol y riego} = 12051.3 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abonos en el agua de riego.

Frecuencia abonado/frecuencia riego (1/2).

Concentración máxima = 1.41 gr/l

$1.41 \times 12051.3 = 16992.3 \text{ gr/ha y riego.}$

Lo cual quiere decir que como máximo podremos aplicar 16 Kg de fertilizante/ha y riego.

3) Número de aportaciones de cada abono y dosis.

Fertilizantes a aplicar: 30.7 Kg NO_3NH_4 /ha.

7 Kg MAP/ha.

Nº de aportaciones de N: 3 con dosis de 10.23 Kg/ha.

Nº de aportaciones de P_2O_5 : 1 con dosis de 7 Kg/ha.

▪ **Mayo.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego.

139 arboles/ha.

$Dr = 139 \text{ arboles/ha} \times 121.94 \text{ l/árbol y riego} = 16949.66 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abonos en el agua de riego.

Frecuencia abonado/frecuencia riego (1/2).

Concentración máxima = 1.41 gr/l.

$1.41 \times 16949.66 = 23899.02 \text{ gr/ha y riego.}$

Lo cual quiere decir que como máximo podremos aplicar 23 Kg de fertilizante/ha y riego.

3) Número de aportaciones de cada abono y dosis.

Fertilizantes a aplicar: 77.6 Kg NO_3NH_4 /ha.

4.7 Kg MAP/ha.

9.1 Kg KNO_3 /ha.

Nº de aportaciones de N: 7 con dosis de 10 Kg NO_3NH_4 /ha.

1 con dosis de 7.6 Kg NO_3NH_4 /ha.

Nº de aportaciones de P_2O_5 : 1 con dosis de 4.7 Kg MAP/ha.

Nº de aportaciones de K_2O : 1 con dosis de 9.1 Kg KNO_3 /ha.

▪ **Junio.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego.

139 arboles/ha.

$Dr = 139 \text{ arboles/ha} \times 175 \text{ l/árbol y riego} = 24325 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abonos en el agua de riego.

Frecuencia abonado/frecuencia riego (1/2).

Concentración máxima = 1.41 gr/l.

$1.41 \times 24325 = 34298.25 \text{ gr/ha y riego.}$

Lo cual quiere decir que como máximo podremos aplicar 34 Kg de fertilizante/ha y riego.

3) Número de aportaciones de cada abono y dosis.

Fertilizantes a aplicar: 108.35 Kg NO_3NH_4 /ha.

2.3 Kg MAP/ha.

18 Kg KNO_3 /ha.

Nº de aportaciones de N: 8 con dosis de 13.54 Kg/ha.

Nº de aportaciones de P_2O_5 : 1 con dosis de 2.3 Kg/ha.

Nº de aportaciones de K_2O : 2 con dosis de 9 Kg/ha.

▪ **Julio.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego.

139 arboles/ha.

$Dr = 139 \text{ arboles/ha} \times 233.30 \text{ l/árbol y riego} = 32428.7 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abonos en el agua de riego.

Frecuencia abonado/frecuencia riego (1/2).

Concentración máxima = 1.41 gr/l.

$1.41 \times 32428.7 = 45724.46 \text{ gr/ha y riego.}$

Lo cual quiere decir que como máximo podremos aplicar 45 Kg de fertilizante/ha y riego.

3) Número de aportes de cada abono y dosis.

Fertilizantes a aplicar: 39.4 Kg NO_3NH_4 /ha.

27.2 Kg KNO_3 /ha.

Nº de aportaciones de N: 3 con dosis de 10 Kg/ha.

1 con dosis de 9.4 Kg/ha.

Nº de aportaciones de K_2O : 2 con dosis de 13.6 Kg/ha.

▪ **Agosto.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego.

139 arboles/ha.

$Dr = 139 \text{ arboles/ha} \times 222.25 \text{ l/árbol y riego} = 30892.75 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abonos en el agua de riego.

Frecuencia abonado/frecuencia riego (1/2).

Concentración máxima = 1.41 gr/l.

$1.41 \times 30892.75 = 43558.7 \text{ gr/ha y riego.}$

Lo cual quiere decir que como máximo podremos aplicar 43 Kg de fertilizante/ha y riego.

3) Número de aportaciones de cada abono y dosis.

Fertilizantes a aplicar: 12.5 Kg NO_3NH_4 /ha.

36.3 Kg KNO_3 /ha.

Nº de aportaciones de N: 1 con dosis de 12.5 Kg/ha.

Nº de aportaciones de K_2O : 2 con dosis de 18.15 Kg/ha.

▪ **Septiembre.**

1) Cantidad de agua a aplicar a cada riego.

139 arboles/ha.

$Dr = 139 \text{ arboles/ha} \times 145.89 \text{ l/árbol y riego} = 20278.71 \text{ l/ha y riego.}$

2) Concentración de abonos en el agua de riego.

Frecuencia abonado/frecuencia riego (1/2).

Concentración máxima = 1.41 gr/l.

$1.41 \times 20278.71 = 28592.9$ gr/ha y riego.

Lo cual quiere decir que como máximo podremos aplicar 28 Kg de fertilizante/ha y riego.

3) Número de aportaciones de cada abonado y dosis.

Fertilizantes a aplicar: 45.3 Kg KNO_3 /ha.

Nº de aportaciones de K_2O : 5 con dosis de 9.06 Kg/ha.

ANEJO N°7

PODA.

7.1. Generalidades.

7.2. Bases biológicas de la poda.

7.2.1. Fisiología de la poda.

7.2.2. Cortes de poda.

7.2.3. Reacción del árbol a la poda.

7.3. Bases fisiológicas de la poda.

7.4. Época de poda.

7.5. Periodicidad de la poda.

7.6. Instrumentos de poda.

7.7. Técnicas de poda.

7.7.1. Poda de formación.

7.7.2. Poda de mantenimiento.

7.7.3. Poda de renovación o rejuvenecimiento.

7.8. Organización y composición de la mano de obra que forma la cuadrilla de podar.

7.1. Generalidades.

Se entiende por poda la serie de operaciones aplicadas a los árboles por las que se modifica la forma natural de su vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas con el fin de darle forma y conseguir la máxima productividad, e incluso restaurar parte o la totalidad del árbol.

La poda es imprescindible si se quiere mantener el equilibrio entre las funciones vegetativas y reproductivas, haciendo compatible, la máxima producción, la plena vitalidad, cortando en las plantaciones nuevas el periodo improductivo y retardando la decadencia, vejez y posterior muerte del árbol, no siendo recomendable llegar a éste punto, arrancándose la plantación antes.

En cuanto a la poda que se realiza en el olivo, se comienza una vez terminada la recolección y se realizará una poda directamente proporcional a la cosecha, es decir si la cosecha ha sido grande, se hará una poda más exhaustiva para refrescar el olivo y puesto que la aceituna viene en el brote del año anterior, con esta poda exhaustiva se procura que al año siguiente lo que produzca sea brotes nuevos para así a los 2 años volver a tener cosecha. Debido a este ciclo natural del olivo, se procura tener cuarterones en producción y cuarterones en refresco en la misma finca.

La poda se realizará aclarando el forraje de dentro hacia fuera, procurando que el olivo quede, según el argot del campo en la zona, "chorreado".

En verano y normalmente de primeros de agosto a primeros de septiembre se procede también formando parte de la poda a quitar los chupones de troncos y ramas, que lo que hacen es quitar reservas al árbol, con hacha en las ramas y con el azadín en el tronco.

La poda de invierno es con tijera de podar y hacha para aclarar las leñas.

7.2. Bases biológicas de la poda.

7.2.1. Fisiología de la poda.

El olivo, como todos los cultivos leñosos, experimenta en su ciclo vital, un desarrollo en el que se observan, un *periodo de crecimiento* sin que haya reproducción o fructificación, es la edad juvenil con un metabolismo o nutrición determinada. Otro, el *periodo de reproducción*, que se acompaña de cierto crecimiento, menos intenso, en el que se ha producido un cambio en el metabolismo. Finalmente un *periodo de vejez* en que tanto la reproducción como el crecimiento, éste sobre todo, son mínimos.

Con relación a estas fases sucesivas, la poda ha de adaptarse a las mismas ya que la situación vegetativa del árbol es distinta. En el periodo de crecimiento, podar muy poco o nada, pues de este modo acortamos el periodo improductivo.

En el periodo adulto podar ligeramente, y en el de vejez son necesarias podas más intensas, pero espaciadas por periodos de tiempos de reconstitución, ayudando al árbol con cuidados culturales como pueden ser abonos y agua, si es posible.

Para comprender la poda es conveniente conocer los diferentes órganos del árbol que intervienen en su crecimiento y desarrollo. El crecimiento del árbol se localiza en determinados puntos. El crecimiento en longitud es debido a las yemas de madera y a las extremidades de las raíces finas. En cambio, el crecimiento en grosor es debido al cambium o capa cilíndrica situada bajo la corteza que envuelve la madera de ramas, troncos y raíces.

En las yemas de madera se encuentran además de las hojas, los ejes de los tallos de prolongación. Estas yemas de madera, en los tallos jóvenes son visibles, puntiagudas y están insertadas en las axilas de las hojas.

Pero existen también yemas no visibles, latentes o dormidas, en tallos de tres o más años, así como en el tronco (peana) que tiene un papel fundamental en la poda, pues a consecuencia de los cortes hechos o simplemente del flujo de savia elaborada, evolucionan y salen a la superficie, produciendo nuevos tallos e incluso dan lugar a raíces cuando se entierran partes de ramas o troncos.

Las yemas de flor, suelen estar situadas en tallos crecidos del año anterior o inflorescencia. Quedando diferenciadas en febrero - marzo; es decir, en esta época ya está potencialmente preformada la cosecha, aunque luego la fecundación y cuaje del fruto sean fenómenos dependientes de otros factores.

En años de gran cosecha hay muchas variedades de olivo en que incluso evolucionan a flor las yemas del año y hasta pueden formarse en la madera vieja. Las yemas son el origen del crecimiento y fructificación del árbol.

Las yemas de flor no son, como sucede en algunos frutales, órganos de crecimiento.

El sistema radicular es el encargado de absorber del suelo el agua y los nutrientes minerales disueltos que van a formar la savia bruta o xilema, la cual ha de ser transportada hasta la hoja. Allí, el sistema

vegetativo aéreo junto al carbono tomado del aire (CO₂) se elaboran los principios nutritivos, savia elaborada o floema que ha de alimentar a todo el árbol.

La hoja es el órgano fundamental de nutrición vegetal. La sustancia verde (clorofila) fija parte de la energía solar o luminosa y sintetiza las sustancias orgánicas, para nutrir todo el árbol, incluso la flor y el fruto. Las hojas son la base de la vida vegetal, de ahí la importancia de la poda, a ellas tendremos que estar siempre atentos por las siguientes razones:

- Existe una estrecha relación entre la cantidad de hoja y las de raíces absorbentes.
- Existe una óptima relación entre la superficie total de la hoja y la cantidad de madera, relación que alteraremos al efectuar la poda.

Denominamos madera a las ramas más o menos desarrolladas y lignificadas que constituyen la estructura vegetativa que soporta el sistema foliar.

Las relaciones hoja/raíz y hoja/madera, son específicas para cada variedad y para cada periodo vital del olivo.

En el periodo de juventud y al principio del estado adulto, estas relaciones tienen un valor alto. Posteriormente, a medida que el árbol va desarrollándose, éstas relaciones van disminuyendo, disminución que se hace muy intensa en el periodo de vejez. Pueden contribuir a ésta disminución otras condiciones intrínsecas al olivo como el clima, mal manejo de la explotación, plagas y enfermedades, poda defectuosa...

En los olivos, las ramas principales tienen una estrecha relación con determinadas raíces del sistema radicular, con lo que hacen que tengan una individualidad y una nutrición propia. Estas conexiones se establecen a través del tronco haciéndose visibles al exterior las partes de la corteza que reciben flujos directos de reservas procedentes de las hojas y que se denominan “venas” o “cordones”. La presencia de éstas formaciones tiene un gran interés en las podas de renovación, intentando fundar nuevas ramas primarias, en empalme directo con éstos abultamientos y no a través de conexiones intermedias como recorridos tortuosos donde el flujo de savia es pequeño. Esto es una característica específica de la anatomía del olivo.

7.2.2. Cortes de poda.

Los cortes pueden efectuarse de dos maneras, ya sea sobre rama gruesa o fina.

1. Amputación de la totalidad de la rama por su inserción con la rama principal (aclareo) o con el tronco.
2. Rebaje, cortando parcialmente la rama.

En el caso del corte de aclareo, se favorece la iluminación de las ramas próximas mejorando la aireación del árbol, evitando posibles enfermedades, la nutrición y en consecuencia engrosarán, crecerán lateralmente y aumentará la floración y fructificación.

Con el aclareo de ramas importantes se produce un desequilibrio menor de la relación hoja/madera que con el rebaje se favorecerá la brotación de yemas existentes en la parte de la rama conservada. En este caso, se puede provocar un acentuado desequilibrio en la relación hoja madera, extirpándose mayor proporción de hojas y yemas situadas en la parte superior, que de madera. En consecuencia, el rebaje de ramas solamente se deberá realizar en el caso de que las ramas se alarguen excesivamente, no hay que olvidar que la yema terminal inhibe la brotación de las laterales, más inferiores y que con el rebaje suprimimos de momento la función de la guía que es esencial. La práctica del rebaje estimula la vegetación, aunque retarda la fructificación.

Es importante mantener toda la copa bien iluminada para conseguir una adecuada distribución de la savia, optimizando el empleo de la radiación solar, que se traduce en una mejor y más uniforme nutrición en beneficio de la floración y fructificación, dando frutos con mayor cantidad de aceite.

7.2.3. Reacción del árbol a la poda.

La realización de los cortes de poda, supone una intervención más o menos agresiva en la vegetación del olivo. A ésta intervención, el árbol reacciona sensiblemente y con dos tendencias: Su propia conservación y la conservación de la especie (fructificación)

Esta relación tiene una importante consecuencia en el futuro vegetativo del árbol, así como en su fructificación.

Esta relación depende de distintos factores como la variedad, el vigor del árbol, el clima, las características del suelo, la fertilización...

La poda por sí sola, aunque cuenta en primer término, no resuelve por completo el problema de la productividad. Con esto se deduce que existe una interconexión muy estrecha entre poda, fertilización, control fitosanitario y disponibilidad de humedad en el suelo de tal manera que ninguno de éstos factores por sí solo es capaz de resolver aisladamente la productividad del olivar.

Por otra parte, cuando un olivo formado racionalmente en el periodo de producción apenas produce brotes adventicios y chupones grandes en madera vieja, puede afirmarse que está “equilibrado”. En olivos viejos, aunque bien formados y llevados, esta relación empieza a manifestarse con la aparición de chupones fuertes en tramos de ramas inclinadas y brotes en el tronco y en la peana, lo que supone síntomas de desequilibrio, vejez y disminución en la velocidad de la savia.

Es importante conseguir un óptimo aprovechamiento de la luz, aumentando al máximo la superficie externa iluminada que permite elevadas producciones y al mismo tiempo un adecuado sombreado de las “maderas” para evitar daños producidos por una intensa iluminación, que además de quemar las ramas, hace reaccionar al olivo obligándole a la emisión continua de chupones, muy vigorosos y poco productivos, lo que ocasionará un despilfarro de savia elaborada y la consiguiente pérdida de capacidad productiva.

El mantenimiento de copas excesivamente compactas, mal iluminadas, formas esféricas, así como árboles de porte erguido proporcionarán una mala utilización de la luz, ya que a igualdad de volúmenes de copa, estas formas proporcionan superficie mínima de fructificación iluminada, sabiendo que la producción está íntimamente relacionada con la superficie externa iluminada.

7.3. Bases fisiológicas de la poda.

Condiciones que debe cumplir la poda:

En nuestro caso, en regadío, el planteamiento es diferente, ya que en esta situación es posible mantener grandes volúmenes de copa, una mayor cobertura del suelo y árboles más frondosos, con un mayor índice de área foliar y, por tanto, un mayor potencial de producción. En esta situación, la deficiente iluminación dentro de la plantación, en especial en las ramas próximas al suelo, puede ser el factor limitante de la producción, que además puede afectar negativamente a la calidad de los frutos producidos.

Es frecuente que se poden las plantaciones de riego con los mismos criterios que en secano, lo cual siempre ocasiona importantes pérdidas de producción, disminuyéndose permanentemente el potencial productivo del olivar.

Es evidente que un volumen de copa excesivo, con gran cantidad de hoja y superficie de fructificación elevadas, transpira y consume mucho agua, en detrimento del fruto que quedará con una relación pulpa/hueso baja y por tanto con un rendimiento graso también bajo.

En olivar de aceituna de almazara en riego, donde el tamaño del fruto tiene una importancia menor, creemos que es aún más necesario aumentar los volúmenes de copa por hectárea, así como obtener árboles más frondosos, a lo que se llega reduciendo la intensidad de la poda, o los periodos de tiempo entre dos podas.

Con la poda se intenta realizar a nuestro favor cualquier alteración de equilibrio establecido, mediante la supresión de parte o partes del árbol. Para llegar a esto hay que conocer las condiciones agronómicas que la poda debe cumplir:

- Equilibrar el crecimiento y la fructificación.

Se pretende conseguir una buena fructificación (cosecha de aceitunas), pero también de preparar la siguiente, que se obtendrá de los brotes del año anterior.

Cualquier desequilibrio es causa de la vejería o producción irregular alterada, que se acentuará en la vejez. Es preciso para ello mantener alta la relación hoja/madera, lo más próxima posible a lo ideal, próximo a la que existe en la fase joven.

Hay que tratar de conseguir el “equilibrio vegetativo” o armonía entre superficie y fructificación, procurando que el árbol, dedique su potencial vegetativo principalmente a la formación de superficie foliar y floración - fructificación.

- Acortar el periodo improductivo.

La inducción de una precoz entrada en producción se consigue reduciendo las intervenciones de la poda al mínimo indispensable para una aceptable formación del árbol.

- Alargar el periodo productivo

Esto exige forzosamente podas de renovación para sustituir ramas envejecidas y “cargadas” de madera por ramas “jóvenes”, capaces de producir brotes con yemas de fructificación.

La posibilidad de renovar ramas envejecidas es factible en el olivo, pero no en otros árboles.

- Evitar el envejecimiento prematuro del árbol.

Es importantísimo conservar la productividad en el periodo de vejez. Es necesario conservar sanos los troncos, base de fundación de nuevas ramas e indirectamente el sistema radicular, bien nutrido por un aporte de reservas elaboradas en las hojas nuevas.

Cualquier tipo de poda que altere, destruya o elimine parte del tronco, debemos condenarlo buscando la conservación sana de los troncos, evitando que se produzca en ellos “quemaduras” del sol y necrosis, debido a cortes mal realizados.

- Mantener volúmenes de copa, armónicos con las posibilidades del medio.

Uno de los factores más importantes es la disponibilidad de agua (humedad del suelo). El olivarero no debe olvidar nunca que lo que interesa no son cantidades altas de fruto por árbol, sino considerables producciones de aceite por hectárea.

Otro factor a tener en cuenta en marcos de plantación densos es la altura, a igualdad de volúmenes de copa por hectárea, una menor altura del árbol permitirá una disminución de costes de recolección y poda.

- Coste económico.

Conviene precisar que a veces la excesiva altura de los árboles o la propia técnica de poda, da lugar a podas muy costosas que la economía del cultivo no soporta.

7.4. Época de poda.

En España, la poda del olivar comienza tradicionalmente una vez finalizada la recolección de la aceituna. En las zonas olivareras, con aceituna destinada a almazara y clima relativamente frío, se realiza la poda durante los meses de febrero, marzo y abril.

En lugares donde son de temer las heladas fuertes, debe evitarse la realización de la poda durante los meses de invierno, ya que a una mayor masa vegetal en el árbol no podado protege la irradiación del suelo, inmediatamente por debajo de la copa, con lo que las temperaturas nocturnas descienden en menor cuantía.

Es preferible evitar la poda cuando ya esté la savia en movimiento y la corteza se separe de la madera, por lo que la herida no cicatriza hasta el borde de las mismas. Sin embargo, en años de grandes cosechas recogidas excesivamente tardías es normal tener que podar cuando el árbol esté brotando, en éste caso, los cortes en ningún caso deben hacerse con tijeras, hachas y demás instrumentos de corte, debiéndose recurrir a sierras tanto mecánicas como manuales, que tienen la ventaja de no separar la corteza de la madera, siendo la cicatrización de la herida mucho mejor.

Se ha visto que en podas de renovación en pleno verano y en los que ha sido preciso efectuar diversos cortes de renovación con la motosierra, para eliminar maderas gruesas y agotadas, las respuestas vegetativas a dicho “cortes de arroje” han sido tan buenos como los cortes efectuados durante el invierno.

7.5. Periodicidad de la poda.

En terrenos muy fértiles y con adecuada pluviometría y en los regadíos con árboles jóvenes y bien formados e incluso en olivar adulto puede ser conveniente ir a ciclos superiores a dos años de poda, una poda cada tres años podría ser interesante para atenuar la vecería en algunos casos acrecentada por la poda.

La intensidad de la poda, está condicionada por diferentes factores como la cosecha obtenida el año precedente, la pluviometría, el estado vegetativo de la plantación y la densidad de esta sin olvidar el tipo de poda adoptado.

Sin embargo, en periodos de sequía persistente, en zonas más áridas, o en terrenos con menor capacidad de retención de agua, la poda bienal con aclareo relativamente intenso de ramas finas, para limitar la transpiración, eliminando a la vez ramos de cierto grosor, procurando dejar siempre el tronco y las ramas gruesas cubiertas de hojas, puede ser la práctica más recomendable.

En cualquier caso, no es conveniente reducir excesivamente el volumen de copa ya que, conlleva una disminución de las posibilidades productivas del árbol.

En nuestro caso, se realizará cada dos años procurando que ésta coincida con el invierno que precede al año que se espera una mayor cosecha, para evitar acentuar el problema de la vecería que en nuestro caso y tratándose de una plantación intensiva no deberá manifestarse excesivamente.

Para conseguir esto, la poda deberá limitar el número de yemas de flor mediante una adecuada poda de aclareo de ramos fructíferos durante el invierno anterior, lo que regulará el número de posibles posiciones fructíferas del árbol. Por el contrario, en años de previsible descarga se podará con muy poca intensidad, o incluso no podar.

7.6. Instrumentos de poda.

Los utensilios empleados en la poda del olivo son tijeras, hacha y motosierra. Cada uno de ellos exige una correcta utilización y su empleo será según el tipo de poda que se realice y el objetivo que se pretenda conseguir.

Las tijeras se emplearán para pequeños cortes en podas de aclareo de ramas finas junto con el hacha.

Para la realización de cortes en ramas de gran diámetro se utiliza la motosierra, evitando en todo lo posible desgarros en la corteza.

Los cortes deben quedar con una cierta inclinación para evacuar fácilmente el agua de lluvia, evitando así contribuir a deterioros en las ramas o troncos cortados.

7.7. Técnicas de poda.

7.7.1. Poda de formación.

Con esta poda se pretende estructurar el armazón que ha de servir de soporte a los órganos vegetativos (ramas y sistema foliar), así como a las cosechas venideras en el periodo productivo.

Es importante respetar la tendencia natural del árbol, siguiendo las características vegetativas específicas de cada variedad.

En general, el olivo soporta mal las formas forzadas, que exigen intervenciones “agresivas” que resultan caras y no favorecen el desarrollo de vegetativo y la buena producción.

En la poda de formación nos referiremos a olivos con un solo tronco procedentes de plantones obtenidos en viveros mediante estaquillas semileñosas, enraizadas bajo nebulización.

Durante este periodo de formación que empieza en el vivero, las intervenciones se reducen a suprimir “brotes adventicios” en el tronco del árbol y ramas cruzadas.

Es muy interesante que en éste periodo de formación se mantengan las altas relaciones hoja/raíz y hoja/madera con el fin de conseguir un rápido desarrollo del sistema radicular y del sistema vegetativo aéreo.

No se eliminarán durante este periodo ni el tutor ni las ataduras que lo unen al árbol, mientras el tronco no sea capaz, por sí mismo, de mantener la copa y aguantar las fuertes ráfagas de viento que pueden presentarse.

La copa debe armarse sobre una cruz colocada teóricamente entre 0.7 y 1.2 m sobre el suelo, con tres ramas bifurcadas, a ser posible dicotómicamente, insertadas sobre el tronco, separadas 15 ó 20 cm unas de otras y espaciadas alrededor de dicho tronco lo más regular posible.

Queda claro, que esta forma es libre y deseable a medio plazo y debe conseguirse con la aplicación de varias podas, nunca de un modo inmediato.

Es preferible eliminar ramas completas en su inserción con el tallo, evitando rebajes y gran número de cortes en varias ramas ya que de esta forma se producen pérdidas apreciables de vigor y envejecimiento prematuro de las ramas, con la consiguiente salida de “chupones”, síntoma de la creación de un desequilibrio.

Anualmente y en posteriores podas se irán eliminando por su inserción las ramas que estorban el buen desarrollo de la formación del esqueleto.

En las próximas intervenciones de poda (igualmente poco severas), y a medida que el tronco y ramas principales se vayan engrosando, se pueden empezar a suprimir algunas brotaciones interiores vigorosas, procurando que en todo momento las maderas de las ramas principales estén sombreadas evitando los “golpes de sol” que ocasionarían fuertes quemaduras, envejeciendo prematuramente el árbol.

Es importante también que todas las ramas principales alcancen la misma altura, de modo que la copa del olivo esté equilibrada siempre.

7.7.2. Poda de mantenimiento.

Esta poda de producción o fructificación, se realizará en el periodo joven - adulto de la plantación, cuando todo el ramaje del árbol está aún joven y no existen ramas envejecidas. Esta poda debe alargar el periodo productivo intentando intervenir lo menos posible.

Es muy importante alcanzar lo antes posible el volumen de copa óptimo productivo por hectárea y máximo desarrollo de los árboles que admite el medio en que vegeta la plantación, mediante podas ligeras, limitándose a pequeños aclareos de la copa para mejorar la iluminación y por lo tanto la calidad del fruto.

Esto se consigue manteniendo el “equilibrio vegetativo” con una alta relación hoja/madera.

Se debe evitar las formas esféricas de copa procurando mantener entrantes y salientes, dándole al árbol una forma lobulada buscando una mayor superficie de iluminación.

Una vez que se ha alcanzado el volumen de copa óptimo, el podador debe mantenerlo vigilando el estado de las maderas, especialmente sus caras internas, dejando brotes poco vigorosos en el interior, para sombrear dichas caras.

También en este periodo se deberán suprimir “chupones” grandes que absorban gran cantidad de savia, en perjuicio de otras ramas útiles para la producción. En principio, es fácil mantener el tamaño del árbol mediante simples rebajes de las ramas excesivamente altas, acortamiento de laterales y eliminación total de algunas ramas pero, con la edad, esto se hace cada vez más difícil y acaba por ser incontrolable para el podador, presentándose síntomas de decaimiento vegetativo (acortamiento del crecimiento del año y disminución del tamaño del fruto), con un apreciable descenso de la relación hoja/madera. Llegado a este punto habrá que optar por comenzar la poda de renovación o rejuvenecimiento.

7.7.3. Poda de renovación o rejuvenecimiento.

Aunque hayamos realizado durante la vida del árbol podas adecuadas, el olivo envejece produciéndose un lento decaimiento vegetativo (inferior a 5-10 cm), las hojas pequeñas, y de mal color, e incluso

defoliaciones en algunos sitios, indican al podador que una rama debe ser sustituida, comenzando el proceso de renovación total, escalonado y continuo de la copa (Ortega Nieto, 1969).

A pesar de todo esto hay que reseñar que no se debe hablar de poda de renovación en las plantaciones intensivas si concebimos esta nueva olivicultura como una actividad que debe darnos beneficios a corto y medio plazo, considerándose que transcurrido el periodo adulto el agricultor deberá cambiar de actividad, como se hace en fruticultura o bien recurrir a la replantación si desea seguir siendo olivarero.

7.8. Organización y composición de la mano de obra que forma la cuadrilla de podar.

En nuestro caso la cuadrilla encargada de realizar la operación de poda estará compuesta por mano de obra especializada. Al frente de ella, estará el jefe de la cuadrilla y especialista en el manejo de la motosierra y varios detrás de él, que manejen bien el hacha, encargados del aclareo.

El jefe de cuadrilla irá realizando la poda de las ramas más gruesas dándole al árbol la forma deseada.

No menos importante es el papel de los podadores posteriores que mediante el uso del hacha realizan el aclareo de ramas y repasan la poda realizada por el jefe de cuadrilla.

Así mismo, es muy importante recordar que las herramientas de poda pueden ser el vehículo de entrada de plagas y enfermedades en el olivo, por lo que conviene destacar que la cuadrilla deberá poner el máximo cuidado en la desinfección de las herramientas de poda al final de cada jornada y en el mantenimiento de éstas para realizar cortes limpios.

ANEJO N°8

**PLAGAS, ENFERMEDADES
Y MALAS HIERBAS.**

8.1. Plagas.

8.1.1. Introducción.

8.1.2. Plagas principales.

8.1.3. Plagas de importancia local o temporal.

8.2. Enfermedades.

8.2.1. Introducción.

8.2.2. Principales enfermedades.

8.3. Malas Hierbas.

8.3.1. Introducción.

8.3.2. Control de las Malas Hierbas.

8.3.3. Recomendaciones para el uso de herbicidas en el olivar.

8.3.4. Tratamiento Herbicida en nuestra Plantación.

8.1. Plagas.

8.1.1. Introducción.

Hoy en día la lucha contra las plagas del olivo se hace utilizando los insecticidas tradicionales. Estos pueden tener buena eficacia y bajo coste, pero pueden tener efectos secundarios graves como matar insectos auxiliares, dejar residuos en el fruto, contaminación, etc.

Lo ideal sería aplicar nuevos métodos que aunque actualmente pueden tener eficacia mas baja y mayor coste reducen los efectos adversos que hemos visto antes. Estos nuevos métodos son potenciar los muestreos o incluso introducir nuevos insectos auxiliares, lucha microbiológica, reguladores del crecimiento, modificadores del comportamiento y genética.

A continuación vemos las plagas del olivo y su importancia:

▪ **Plagas principales.**

* Mosca	<i>Bacfrodera (Dacus oleae)</i>
* Polilla, Prays.....	<i>(Prays oleae)</i>
* Cochinilla de la tizne, caparreta.....	<i>(Saissetia oleae)</i>

▪ **Plagas secundarias (de importancia económica media).**

* Barrenillo del olivo, palomita.....	<i>(Phloetnbus scarabeoides)</i>
* Barrenillo negro.....	<i>(Hylesinus oleiperda)</i>
* Polilla del jazmín.....	<i>(Margaronia (Glyphodes) unionalis)</i>
* Abichado.....	<i>(Euzhopherapingüis)</i>
* Sarna, acariosis.....	<i>(Aceria oleae)</i>

▪ **Plagas de importancia local o temporal.**

* Serpeta.....	<i>(Lepidosaphes ulmi)</i>
* Parlatoria, piojo violeta.....	<i>(Parlatoria oleae)</i>
* Algodón, tramilla.....	<i>(Euphillura olivina)</i>
* Otiorrinco.....	<i>(Othiorrhynchus cribicollis)</i>
* Gusanos blancos.....	<i>(Melolontha papposa, Ceramidacobosi)</i>
* Arañuelo, piojo negro.....	<i>(Liothrips oleae)</i>

* Mosquito de la corteza.....	(<i>Clinodiplosis oleisuga</i>)
* Aves	
* Roedores.....	(<i>Pitymis spp.</i>)
* Conejos y liebres.....	(<i>Oryctolagus cuniculus, Lepus europaeus</i>)

8.1.2. Plagas principales.

▪ **Mosca del Olivo.**

La mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) es un Díptero de la familia Tephritidae. La mosca del olivo es la plaga más importante en el olivar encontrándose preferentemente en el área mediterránea.

Las adultas son pequeñas moscas de 4 a 5 mm. En la cabeza podemos observar ojos de gran tamaño y la cabeza ancha de tonalidad amarillenta. El tórax que es de color amarillo tiene cuatro bandas grisáceas. El escudete es de color marfil. Las alas tienen una mancha negra en el extremo y son transparentes. Los huevos miden unos 0,7 mm. de longitud por 0,2 mm. de diámetro, son de color blanco, alargados y cilíndricos. Las larvas al final del desarrollo pueden llegar a medir 7-8 mm. siendo 1 mm. la longitud de las recién nacidas.

Ciclo biológico.

Las condiciones climáticas van a condicionar la durabilidad del ciclo biológico, variando de 30-80 días en verano o en zonas cálidas a 130-160 días en invierno o zonas frías.

En invierno la mayor parte de la población esta en forma de pupa enterrada en el suelo, emergiendo al final de la estación y estando en el olivar o zonas próximas hasta el final de la primavera o principios de verano. Cuando cuaja el fruto la hembra deposita el huevo realizando una picadura muy característica. La larva se desarrolla en el interior de la aceituna produciendo una galería en la pulpa. Pasado un tiempo emergen los adultos, que después de un corto periodo de tiempo se aparean y se produce otra vez el ciclo. En la última generación la larva derriba el fruto y cuando está en el suelo sale y pupa en el suelo (enterrada superficialmente).

El número de generaciones varía según las condiciones climáticas y agronómicas de la zona. En nuestro caso el número de generaciones es de 3-4 pudiendo ser un número más elevado.

En nuestro caso la mosca desaparece en el periodo caluroso y vuelve en Septiembre que es cuando produce los daños más importantes.

Los daños que produce esta plaga pueden ser directos o indirectos. Los daños directos son la pérdida de peso y/o caída de fruto. La pérdida de peso varía entre 10-30% en los frutos afectados. Los indirectos son la pérdida de calidad del aceite debido a los hongos que se desarrollan en las galerías que produce la larva que alteran el índice de acidez y las cualidades organolépticas del aceite.

Métodos de control.

Los métodos de control se basan en el control de adultos y en el control de huevos y larvas.

El control de adultos se realiza con trampas olfativas y de color - sexuales. En el caso de trampas olfativas estas son unos recipientes de plástico o cristal que se ceba con fosfato diamónico al 4%. Esta trampa se coloca en el interior del árbol y orientada al sur. Las trampas de color - sexuales llevan como soporte una lámina de color amarillo engomada en las dos caras y están cebadas con una cápsula de PVC que contiene la feromona de la hembra. Se coloca en la zona sur y al exterior del árbol. Por zona de observación deben colocarse un mínimo de dos trampas, debiendo separarlas unos 50 metros. El conteo normalmente es semanal.

El control de huevos y larvas se realiza tomando semanalmente una muestra al azar de 200 frutos. Esta muestra se clasifica según esté la aceituna atacada o no de mosca y es conveniente reconocer bien la picada del insecto ya que este dato nos indicará, junto con el de capturas en trampas, cuándo debe realizarse el tratamiento.

Tratamiento.

Tradicionalmente se han utilizado dos métodos: tratamiento adulticida y el larvicida.

Con el tratamiento adulticida tratamos de eliminar al insecto adulto antes de que realice la oviposición. Para esto vamos a combinar la acción de un insecticida (organofosforado o piretroide normalmente) con un atrayente (a partir de sales de amonio o proteínas hidrolizabais). Este atrayente se puede sustituir por formulados que contienen la feromona sexual microencapsulada. El tratamiento se realiza con pulverizadores terrestres, tratando 2-3 m² de la parte del árbol orientada al sur. Debemos realizar la aplicación a partir de formarse el fruto y de que se superen 2-3 capturas por trampas y día en las trampas olfativas o sexuales y de que se encuentren las primeras aceitunas con puesta de insecto. El tratamiento debe repetirse cada vez que se observen en una muestra de 200 - 400 frutos, 2-3 aceitunas con picadas recientes.

El tratamiento larvicida es curativo y se hace con pulverizaciones terrestres a cobertura total del árbol. Se utilizan insecticidas organofosforados que tengan una buena penetración en la pulpa del fruto. Serán más eficaces cuanto más superficial esté la larva. El momento de realizar el

tratamiento es cuando se encuentre un 7-8 % de frutos afectados con larvas vivas, repitiendo el tratamiento, si es necesario, cada vez que se supere esta cifra.

En la finca, a mediados de junio, se aplica Prepol 80 o cualquier tipo de dimetoato 40 (Rogor) para contrarrestar esta plaga. A partir de esta fecha cada veinte días deberá aplicarse, el Prepol 80 o cualquier dimetoato 40 o Supracid, Ultacid, Sumiforte, a razón de 3 kilogramos o litros por máquina de dos mil litros, para evitar la proliferación de las plagas de la mosca del olivo. Según el desarrollo de la aceituna, la última mano de veneno se mezclará con abono foliar, a razón de 40 litros por máquina de 2000 l.

Control biológico.

En el olivar español sólo son eficaces las sueltas al inicio de la generación del verano de *Opius concolor*, ya que en otoño cuando se produce la explosión demográfica de la mosca el parásito es incapaz de controlarla.

▪ **Prays o Polilla del Olivo.**

El prays o polilla del olivo (*prays oleae*) es un lepidóptero de la familia Hyponeutetidae. Es la segunda plaga en importancia económica en el olivo. Está distribuida por todos los países de la cuenca mediterránea.

El adulto es una pequeña polilla gris - plateada de entre 13-14 mm. de envergadura alar y unos 6 mm. de larga. Los huevos miden unos 0,5 mm. de diámetro, es lenticular y aplastado. El color del huevo recién puesto es blanquecino aunque vira a amarillento a medida que se incuba. El inmaduro de prays mide de máximo unos 7-8 mm. y el color varia según el tejido del que se alimenta.

Ciclo biológico.

El prays tiene tres generaciones al año bastante sincronizadas con la evolución del cultivo; afectan a la hoja (filófaga), a la flor (antófaga) y la última al fruto (carpófaga).

Los huevos de la generación filófaga son puestos en Octubre - Noviembre en las hojas, normalmente en el haz y próximos al nervio central. Las larvas recién salidas penetran en las hojas y realizan una galería sinuosa y de esta forma pasa el invierno. En Febrero - Marzo reanuda su actividad y va cambiando de hoja a medida que muda, realizando una galería en forma de C característica. La última edad ya no cabe en la hoja y se alimenta desde fuera de ella (del envés) o de las yemas terminales de los brotes. Al final realiza un capullo sedoso en el envés de la hoja o en la corteza del tronco y hacia Abril sale el adulto.

Los adultos de la generación filófaga ponen los huevos en los botones florales, todavía cerrados, principalmente en el cáliz (Abril - Mayo). La larva recién salida penetra dentro y se alimenta primero del polen y después estigmas y ovarios (cuando se abren las flores). Al final de su desarrollo hacen un capullo en los restos de flores secas.

Los adultos que salen de estos capullos (capullos que pertenecen a la generación antófaga) realizan la puesta en las aceitunas recién cuajadas (Junio) cerca del pedúnculo. Las larvas que nacen se introducen directamente por la inserción del pedúnculo y pueden provocar la primera caída de frutos, otros se instalan dentro del fruto completando su desarrollo. La larva madura sale hacia frutos, otros se instalan dentro del fruto completando su desarrollo.

La larva madura sale hacia Septiembre por el mismo lado por el que penetró provocando la segunda caída de frutos (caída de San Miguel). La crisálida la realiza entre dos hojas, en el tronco o en el suelo.

Daños.

Los daños de la generación filófaga son prácticamente despreciables. Los de la generación antófaga sólo son importantes si se da una floración baja y una población alta de prays. Los daños más importantes son los de la generación carpófaga y sobre todo la caída de frutos de Septiembre ya que el fruto es de gran tamaño y el árbol no puede compensar la pérdida.

Métodos de control.

Hay dos momentos claros de actuación: al inicio de la floración (20-30% de flores abiertas) donde los productos son más eficaces ya que las larvas se encuentran en el exterior. El periodo de aplicación es corto (una semana) y no es la generación que produce más daño. Otro momento clara de actuación es cuando las larvas se están introduciendo en el fruto, el problema es que la eficacia de los productos es menor y hay que mojar muy bien el árbol, pero es la generación que más daño hace.

Tratamiento.

Se deben de utilizar productos que respeten a los insectos auxiliares y al medio ambiente. Se pueden utilizar productos a base de *Bacillus thuringiensis*. En este caso, los tratamientos hay que retrasarlos unos días para que la larva pueda ingerir el producto. Para el seguimiento de las poblaciones se puede utilizar trampas cebadas con una feromona sexual específica.

En la finca el propietario, a finales de abril, da un tratamiento de abono foliar mezclado con Prepol 80 a razón de 6 Kg/maquina de 2000 l para eliminar la tercera generación del prays.

Control biológico.

Los insectos que más les afectan son Himenópteros (avispijas) y Neurópteros (crisopas).

▪ **Cochinilla de la Tizne.**

La cochinilla de la tizne (*Saisseida oleae*) es un Homóptero de la familia Coccidae. Está muy extendida por la cuenca mediterránea. Afecta al olivo y a otros frutales.

En nuestras zonas no se conocen machos. La hembra con huevos es más oscura que la hembra adulta sin huevos. La hembra con huevos mide de 3-4 mm. y presenta un relieve en el caparazón en forma de H. La hembra adulta sin huevos es más aplanada y de color más claro. Las larvas miden 0,6 x 0,3 mm. son más alargadas que las madres y de colores más claros, son más sensibles a los insecticidas y a las condiciones climáticas adversas. Los huevos son de color rosado, de forma ovalada y de 0,3 x 0,8 mm. Se encuentran en el interior de la hembra madura, pudiendo poner de 1000 a 2000 huevos.

Ciclo biológico.

La cochinilla de la tizne tiene una generación completa y otra incompleta que depende del año y de la zona. La naseencia de ninfas comienza por Mayo, tiene su máximo en Julio y disminuye en Septiembre. Después según las temperaturas de otoño, aparecen nuevas larvas pero con mucha menos importancia.

▪ **Daños.**

Los daños directos no son muy importantes, sólo en caso de poblaciones muy altas. El daño más importante es la negrilla, incluso con poblaciones bajas que puede producir depresión del árbol, disminuyendo la brotación y la producción.

Métodos de control.

Si facilitamos la aireación con una poda disminuimos el riesgo de altas poblaciones ya que la cochinilla y sobre todo las ninfas son muy sensibles al calor y a los vientos secos.

Tratamiento.

Los tratamientos químicos deben realizarse en verano cuando en número de ninfas pequeñas sea mayor, mejor cuando haya eclosionado el 100% de huevos. Para saber cuando estamos en este porcentaje levantamos todas las semanas 40-50 adultos de distintos árboles y distintas orientaciones y cuando no aparezcan huevos de color rosado y aparezcan escamas blancas (huevos eclosionados) es el momento óptimo de tratamiento. Si las poblaciones son bajas y no hay riesgo de negrilla podemos aplazar la decisión hasta el final del verano (para que el calor haga su efecto). De esta forma nos ahorraríamos algún tratamiento o lo haríamos coincidir con el de la mosca.

Los productos deben respetar a los enemigos naturales. Existen muchos productos con alta eficacia cuando la plaga esta en estado de ninfa, pero o principal es que el árbol quede bien mojado.

Control biológico.

Tiene numerosos enemigos naturales principalmente Himenópteros (avispijas).

▪ **Barrenillo del Olivo.**

El barrenillo del olivo (*Phloeotnbus scarabaeoides*) es un Coleóptero de la familia Scolytidae. Esta plaga se encuentra distribuida en toda la cuenca del mediterráneo.

Los adultos miden de 2 a 2,5 mm. de longitud por 1,5 a 2 mm. de ancho. El color se va haciendo cada vez más oscuro hasta llegar al negro mate. Los huevos son de color blanco amarillento y de forma ovalada. Miden unos 0,75 mm. de longitud y 0,5 mm. de anchura. Las larvas tienen una longitud máxima de 3,8 mm. siendo de 0,9 mm. al nacer. El cuerpo de la larva esta arqueado y su color es blanco al nacer y luego vira a amarillento.

El barrenillo realiza la puesta en la madera de poda al final del invierno. Si no se ha realizado la poda o ya se ha retirado el barrenillo la buscará por lugares próximos. Sólo una pequeña parte de la población realiza la puesta en ramas rotas y quebradas o en olivos decrepitos de la zona. El número de huevos por puesta varía entre 15 y 55.

El daño que produce el barrenillo es debido a las galerías que realizan en hojas, frutos, axilas de ramas e inflorescencias que con la acción de vientos, por sí misma o por la recolección terminan cayendo. También pueden aparecer otras plagas como el arañuelo y la tuberculosis.

La estrategia de lucha contra el barrenillo del olivo consiste en una serie de medidas profilácticas:

- * Adelantar la poda para que en el momento de la oviposición la madera este muy seca y el insecto no encuentre las condiciones óptimas.
- * Destruir los restos de poda antes de que el insecto realice la puesta.
- * Si una parte de la poda se realiza en el momento de la oviposición, es aconsejable enterrarla para que el insecto no pueda salir.
- * Colocación de palos cebo debajo de algunos árboles (como máximo un 10% del total de la parcela), para después quemarlos antes de que el insecto llegue a adulto.

En el caso de que el cultivo esté muy afectado (5-10% de brotes con insecto vivo) se debe de hacer un tratamiento a partir de organofosforados que penetren bien en la madera. El periodo recomendado de tratamiento va de Julio a mediados de Agosto.

El parasitismo en el barrenillo es muy alto siendo los más importantes *Cheiropachy colon* (Himenóptero) que parasita las larvas y *Thanasinus formicarius* (Coleóptero) que es un depredador de larvas, adultos y huevos.

▪ **Barrenillo negro del Olivo.**

El barrenillo negro del olivo (*Hylesinus oleiperda*) es un Coleóptero de la familia Scolytidae. Es una especie extendida por toda la zona de cultivo del olivar del mediterráneo.

Los adultos son de color negro y de forma ovalada. Los huevos son de color blanco, de 1 mm. de tamaño y de forma oval. Las larvas son de color blanco de forma arqueada, de 3-4 mm. al final del desarrollo, sin patas y con el tórax más grueso.

En nuestras condiciones sólo tiene una generación al año. En Mayo tiene lugar la salida de adultos y 15-22 días después tiene lugar la puesta que puede durar hasta otoño. Las larvas empiezan a salir a principios de verano.

Los daños que produce el barrenillo negro del olivo están producidos por la imposibilidad de que llegue savia con normalidad a ramas y brotes que terminan secándose.

Mejorando el estado vegetativo del árbol conseguimos que el árbol no esté débil. Además es recomendable el uso de organofosforados. El momento de tratamiento va de Marzo a Mayo.

Como enemigo natural destaca *Cheirropachys quadrum* (Himenóptero) que afecta a las larvas.

- **Polilla del Jazmín.**

La polilla del olivo o glífodes (*Margaronia unionalis*) es un lepidóptero de la familia Pyralidae. Es una plaga muy polífaga que ataca al olivo, jazmín, aligustre, lila y madroño. Es conocida en los cinco continentes.

La mariposa tiene una envergadura de 30 mm. y sus alas son de color blanco satinado con reflejos nacarados. El color del cuerpo es marrón claro. Los huevos son blancos, de forma oval, superficie reticulada y aplastados. Las larvas al madurar adquieren un color verde intenso mientras que al nacer son de color amarillo. Al nacer las larvas miden 1,5 x 0,25 mm. hasta 18-25 mm. en el último estado.

Tiene varias generaciones al año aunque en España sólo tiene 2. Pasa el invierno en forma de larva y los adultos empiezan a salir a principio de verano. Se aparean durante la noche y la hembra deposita los huevos sobre las hojas.

Los daños son producidos al alimentarse la larva de hojas y frutos. En plantaciones jóvenes puede ser muy peligrosa ya que puede afectar hasta el 90% de la superficie foliar y brotes del plantón. Cuando afecta al fruto en los meses de Agosto y Septiembre y con densidades altas de larvas puede mermar la cosecha hasta en un 30%.

En las plantaciones jóvenes los tratamientos deben hacerse cuando observemos los primeros daños en primavera. Se recomiendan productos organofosforados, carbamatos y piretroides.

En la finca el olivicultor aprovecha el tratamiento dado a finales de abril contra el prays, para eliminar posibles plagas de glífodes.

Como enemigos naturales podemos decir que le afecta algunas especies de Himenópteros pero que no están catalogados en España.

- **Abichado.**

El abichado o euzofera (*Euzophera pingüis*) es un Lepidóptero de la familia Pyralidae. Se encuentra distribuido por toda la cuenca del mediterráneo. Los países más afectados son España, Túnez y Marruecos.

El adulto es una mariposa de color marrón - grisáceo con dos bandas transversales. Su envergadura alar es de 2-2,5 cm. Las larvas de color blanquecinas con matices amarillentos

pueden alcanzar los 2,5 cm. y los huevos de 1 x 0,8 mm. son redondeados, aplanados, reticulados y de color rosáceo recién puestos oscureciéndose a medida que se incuban.

Tiene dos generaciones al año que se entremezclan; la mariposa puede volar hasta diez meses y la larva estar presente todo el año.

Los adultos empiezan a salir en Febrero siendo en Marzo - Abril y Septiembre - Octubre los dos períodos de máximo vuelo. Pasa el invierno en forma de larva en el interior de galerías entre la corteza y la madera.

Los daños son producidos por la larva que se alimenta del árbol haciendo unas galerías entre corteza y madera. En árboles jóvenes los daños pueden ser graves y puede terminar secándose.

Su control es muy difícil por estar casi siempre presente larvas de distinto tamaño, huevos y crisálidas y por estar debajo de la corteza. Son buenas todas las medidas que disminuyan las heridas, como por ejemplo: proteger los troncos de los golpes de sol, utilizar tijeras de poda, proteger los plantones, etc.

Los insecticidas que se usen deben de penetrar dentro de la corteza por lo que se deben de mezclar con un aceite, mojando abundantemente los troncos y ramas principales.

▪ **Acariosis.**

La acariosis o sarna (*Aceria oleae*) está producida por ácaros del orden Acarina y la familia Eriophyidae. Cada vez está más presente en viveros, árboles en formación y en regadíos. Afecta a todos los países olivareros pero los daños más graves se dan en Italia y Grecia.

Se encuentran principalmente en hojas tiernas, inflorescencias y yemas. En primavera se alimentan de flores y frutos recién cuajados pasándose a las hojas en el mes de Junio. El mayor número de ácaros se da a finales de primavera/principio de verano.

Los síntomas/daños se manifiestan en hojas tiernas apareciendo deformaciones o hinchazones, que en las hojas maduras se traducen en caída de pelos en el envés y apareciendo calvas de un color verde - amarillento en los abultamientos. Si las poblaciones de ácaros son altas pueden provocar abortos florales y deformaciones en los frutos pequeños.

Sólo se recomienda tratar ante altas poblaciones y en floración - fruto pequeño, ya sea con acaricidas específicos o utilizando las aplicaciones contra Prays en flor.

8.1.3. Plagas de importancia local o temporal.

▪ **Serpeta.**

La serpeta (*Lepidosaphes ulmi*) es un homóptero de la familia Coccidae. Es una cochinilla muy extendida por el mundo afectando a frutales de pepita y al olivo.

Tiene forma de mejillón de color rojizo, mide de 2-3 mm. de largo por 0,6-1,2 mm. de ancho. La hembra nunca abandona el caparazón y es de color blanquecino - amarillento. El macho es alado y más pequeño que la hembra, siendo su caparazón muy parecido el de la hembra pero más pequeño.

Pasa el invierno en forma de huevo dentro del caparazón y la raza existente en el sur de España tiene tres generaciones al año. La salida de larvas tiene lugar en Marzo - Abril, Junio - Julio y Agosto - Septiembre.

Se encuentra principalmente en hojas y ramas y altas poblaciones puede producir el secado de ramillas y ramas más gruesas.

El mejor momento para tratar es cuando hay un mayor número de ninfas con las mismas recomendaciones que para la cochinilla de la tizne.

▪ **Parlatoria.**

La parlatoria o cochinilla violeta (*Parlatoria oleae*) es un Homóptero de la familia Coccidae. Se encuentra distribuida por muchas zonas incluida la cuenca mediterránea. Tiene muchos huéspedes siendo el olivo uno de los más notables.

La hembra adulta se recubre de un caparazón gris - ceniza de 1,5-2 cm. El color de la hembra es violeta. Los machos son más pequeños y se recubren con un caparazón blanquecino. Los machos adultos son alados y muy pequeños.

Pasa el invierno en forma de hembra inmadura fecundada y en nuestra zona tiene dos generaciones. Las primeras ninfas salen en Abril alcanzando el máximo en Mayo. Las hembras se dirigen a los tallos y los machos a la parte superior de las hojas. En la segunda generación (Julio - Agosto) ocupan también el fruto.

Los daños que se producen en frutos afectan sobre todo a aceituna de mesa. Sólo en caso de altas poblaciones (difícil en nuestra zona ya que son muy sensibles al calor) pueden producir daños graves.

En caso de necesitar tratamientos se efectuarán en época de mayor número de ninfas y con las recomendaciones efectuadas para la cochinilla de la tizne.

▪ **Algodón del Olivo.**

El algodón del olivo (*Euphillura olivina*) es un Homóptero de la familia Psyllidae. Es una plaga que sólo afecta al olivo. Está muy extendida por los países mediterráneos sobre todo en los del norte de África.

Los adultos son de pequeño tamaño de color verde. Miden de 2-3 mm. Siendo la hembra mayor. El tercer par de patas lo tienen adaptado al salto. Los huevos son de forma helíptica de 0,3 mm. Y llevan un pequeño pedúnculo para fijarse al árbol. Las larvas son de color amarillo pálido de aspecto aplastado y globosas. Las colonias larvarias están recubiertas de cera blanca que les da aspecto de algodón.

Es una plaga que tiene tres generaciones al año. El daño más importante es que produce sobre las inflorescencias ya que puede afectar a la fertilidad y caída de los botones florales.

El tratamiento que se da en marzo contra el repilo, es también para erradicar el algodón del olivo.

Actualmente no son recomendables los tratamientos, salvo que se superen los diez insectos por inflorescencia. En caso de tratar se recomienda la utilización de organofosforados realizados en pulverizaciones terrestres, mojando bien el árbol para que la distribución sea homogénea.

▪ **Otiorrinco.**

El otiorrinco o escarabajuelo picudo (*Othiorrhynchus cribicollis*) es un Coleóptero de la familia Curculionidae. Está extendido por algunas zonas incluida la cuenca mediterránea. Afecta a frutales de hueso y pepita, vid, agrios, oleáceas (principalmente), etc.

El adulto hembra aparece en Mayo - Junio. Mide de 7-8 mm. y es de color pardo oscuro. No se conocen machos. Durante el día se esconde en grietas, etc. al pie del olivo y durante la noche se alimenta de hojas y brotes tiernos. Los huevos son ovalados de 0,8 x 0,5 mm. de color blanquecinos al ser puestos y viran a oscuros al madurar. Las larvas se alimentan de raíces del propio olivo y de plantas espontáneas. Esta plaga posee una sola generación al año.

Los daños no suelen ser importantes excepto en árboles jóvenes. El daño es producido por la alimentación de hojas jóvenes (mordeduras/escotaduras características en los bordes de las hojas), yemas terminales, tallos de brotes tiernos y las larvas las raíces (daño este despreciable).

Si es necesario tratar se deberá de hacer de noche cuando los adultos suben a comer y antes de efectuar la puesta (Septiembre). Hay que tratar la base del árbol también para los que se hayan dejado caer. Espolvorear el pie del árbol durante el movimiento de los adultos. Los productos que se utilicen deben de actuar por ingestión. Se puede utilizar también una banda engomada e el tronco del árbol para que se adhieran los adultos e impedir que pasen.

▪ **Gusanos Blancos.**

Los gusanos blancos o gallina ciega (*Melolontha papposa* y *Ceramida spp.*) son Coleópteros de la familia Scarabaeoidea. Ambas especies causan daños muy similares.

Las larvas presentan forma arqueada y son de gran tamaño. Están causando daños importantes en olivares jóvenes cultivados en suelos arenosos y con riego por goteo.

Los daños se deben a que las larvas atacan a las raíces del olivo, cortándolas, mordisqueándolas, causando la depresión del árbol e incluso su muerte.

El ciclo biológico de las especies más importantes dura aproximadamente tres años. Ponen los huevos en primavera enterrados. Las larvas se alimentan de materia orgánica del suelo (las recién nacidas) y de las raíces. Los adultos salen al tercer año y vuelan en primavera (*Melolontha*) o en otoño con las lluvias (*Ceramida*).

La lucha contra los gusanos blancos es difícil ya que se encuentran en el área del gotero y ahí los productos no pueden llegar a dosis económicas. La utilización de insecticida en el agua de riego en la época de nacimiento de larvas puede dar buenos resultados.

▪ **Arañuelo del Olivo.**

El arañuelo del olivo (*Liothrips oleae*) es un Thysanóptero de la familia Phlaeottrippidae. Afecta sólo al olivo. Está presente en todas las zonas olivareras mediterráneas.

Los adultos son de color negro brillante con tres pares de patas robustas. El macho es más esbelto y pequeño que la hembra, mide de 1,5 a 1,8 mm. La hembra mide de 1,9 a 2,5 mm. Los huevos son reniformes de color amarillento al principio y de color más oscuro a medida que maduran. Su tamaño es de 0,4 x 0,2 mm. Las larvas miden al final del desarrollo unos 2 mm. y su color es blanco lechoso al principio y anaranjado al desarrollarse.

Pasan el invierno en forma de adulto escondidos en refugios del propio olivo. Al final del invierno comienzan su actividad (cuando se inicia el movimiento de yemas) y poco después se aparean. 12-15 días después nacen las larvas que se dirigen a las hojas tiernas y los brotes volviendo a sus refugios cuando bajan las temperaturas. Unos 20-30 días después aparecen los adultos que se alimentan de hojas, ramas y brotes del árbol, se vuelven a aparear y comienza la siguiente generación. Al final del verano inician la tercera generación, más lenta que las dos anteriores.

Los daños son debidos a marchitamiento de ramitas y brotes completos, ocasionados por la succión de savia y porque inocula una sustancia para poder digerir los alimentos, que provoca alteraciones en los tejidos. Esto hace que los crecimientos sean escasos y provoca en el árbol entrenudos muy cortos, que le dan un aspecto característico.

Una medida muy efectiva y que permite un control, a veces suficiente, para que los niveles de plaga no se eleven, es la de eliminar con la poda los refugios que utiliza el insecto para pasar las épocas de verano e invierno. Si es necesario el tratamiento este debe de realizarse cuando el insecto está en estado adulto activo en el árbol, al final del invierno y cuando las temperaturas a lo largo del día llegan a 15 °C.

Los productos a utilizar deben de ser organofosforados o piretroides. Las aplicaciones deben de terminar cuando los adultos inicien la puesta.

Los parásitos son poco activos y poco conocidos. Los depredadores son más abundantes destacando sobre todos el Hemíptero *Anthocoris nemoralis*.

▪ **Mosquito de la corteza.**

El mosquito de la corteza (*Reseliella oleisuga*) es un Díptero de la familia Cecidomyiidae. Esta especie está extendida por toda la cuenca mediterránea. Afecta sobre todo al olivo.

La hembra es de color negro con los segmentos abdominales anaranjados. El macho es de color gris. Su tamaño es de unos 3 mm. de longitud. Los huevos son transparentes, alargados, elípticos y de color amarillento antes de la eclosión. La longitud es de aproximadamente unos 0,25 mm. Las larvas son de color blanquecino al principio y de color naranja al final del desarrollo. Su tamaño es de 3 a 4 mm. Las larvas se encuentran debajo de la corteza de las ramas jóvenes.

Pasan el invierno en forma de larva y pupan al inicio de la primavera, apareciendo a continuación los adultos. El ciclo dura aproximadamente un mes y en general tienen dos generaciones al año, una en primavera y otra en verano que es la da lugar al las larvas hibernantes.

Este insecto necesita alta humedad para sobrevivir por lo que es más frecuente en zonas olivareras costeras o en años de lluvias al inicio del verano.

Los daños consisten en desecación de la ramita por encima de la colonia, que pueden afectar en mayor o menor grado al árbol, según el número de ramitas afectadas. También puede afectar a árboles muy jóvenes o a los nuevos brotes nacidos después de la poda.

Sólo se pueden utilizar medidas culturales para su control, que consisten en cortar las pequeñas ramas terminales afectadas y utilizar cicatrizantes en las heridas de poda.

▪ **Aves.**

Las especies más importantes que producen daños en el olivar son: el zorzal, el tordo, el estornino, las grajillas y las grajas.

La importancia económica de los daños de las especies es muy variable dependiendo de las densidades de población, condiciones del medio y clima.

A veces se pueden producir pérdidas económicas importantes debido a que se alimentan de las aceitunas maduras. En general no se suele intervenir ya que las poblaciones de pájaros no son tan importantes como para producir pérdidas económicas que las justifiquen. En caso de tener que tomar alguna medida estas pueden ser indirectas o directas. Las indirectas consisten en modificar el hábitat para que los pájaros no vayan al cultivo; entre estas medidas están suprimir los refugios naturales, disminuir las fuentes de alimentación como graneros, bebederos, etc.

Entre las indirectas sólo están recomendadas los ahuyentadores ópticos, los espantapájaros, banderolas, bandas de plástico, etc., los acústicos, como cañones detonadores, cohetes, etc. y los químicos a base de repelentes.

En general la eficacia de estos sistemas es baja, pues los pájaros se acostumbran en pocos días al método escogido.

▪ **Roedores.**

La especie más importante que afecta al olivo es el topillo (*Pitymys duodecimcostatus*) que puede ocasionar graves daños en las explotaciones olivareras.

Son de vida subterránea y se alimentan de raíces, rizomas y bulbos, para lo cual excavan extensas redes de galerías.

En los olivares afectados se observan numerosos montículos de tierra, que es donde están localizadas las bocas de las galerías.

Roen las raíces y el cuello del olivo debajo de la superficie de la tierra y debilitan los árboles; en plantaciones jóvenes pueden ser muy importantes llegando a ocasionar la muerte del pie afectado.

Los métodos de cultivo han dado buenos resultados para el control, destacando entre ellos;

- * Labores profundas en todo el terreno.
- * Riego por inundación (en caso de disponer de agua en abundancia)
- * Quitar la hierbas de los ruedos de los olivos con labores o herbicidas.
- * Dar una labor de 8-10 cm. de profundidad entre las hileras de los árboles.
- * Proteger los árboles jóvenes con una zanja circular alrededor del tronco y con una profundidad de 15-20 cm.

▪ **Conejos y Liebres.**

Pertenecen a los géneros *Oryctolagus (O. cuniculus L.) L.* y *Lepus (l. europaeus L.) L.* respectivamente. Cada vez se observan menos daños ya que las poblaciones de ambas especies están sometidas a una fuerte presión por la caza.

Los daños más importantes se producen en las nuevas plantaciones, cuando los árboles tienen menos de 5 años. En estos casos roen la parte verde del tronco y en muchas ocasiones producen su muerte.

Se pueden proteger los plántones con plástico. También es recomendable hacer un tratamiento pulverizando las lindes del campo a proteger o dar con brocha a los troncos de los árboles con productos repelentes.

En el siguiente cuadro reflejamos los plaguicidas recomendados en el olivar expresados como materias activas:

PLAGA.	MATERIAS ACTIVAS RECOMENDADAS.
Arañuelo.....	dimetoato, formotión, malatión, triclorfón.
Barrenillo.....	dimetoato, formotión.
Cochinilla.....	carbaril, fosmet, metil - pirimifos.
Euzofera.....	aceite de verano + fenitrotión.
Glifodes.....	carbaril, dimetoato.
Mosca.....	dimetoato, formotión, triclorfón.

Prays..... Bacillus tiluringiensis (antófaga), dimetoato, formotión,
triclorfón.
Serpeta..... malatión.
Negrilla..... azufre (mojable), cal, permanganato potásico, sulfato
cuprocálcico.

8.2. Enfermedades.

8.2.1. Introducción.

En el siguiente cuadro podemos ver las principales enfermedades que afectan al olivo:

ENFERMEDAD	AGENTE	IMPORTANCIA
------------	--------	-------------

MICOSIS AÉREAS

Repilo	<i>Spilocaea oleagina</i> (<i>Cycloconium oleaginum</i>)	E
Aceitunas jabonosas	<i>Colletotrichum gloesporioides</i> (<i>Gloesporium olivarum</i>)	M
Negrilla	<i>Capnodium elaeophilum</i>	B
Escudete	<i>Camarosporium dalmaticum</i> (<i>Sphaeropsis dalmática</i>)	B
Emplomado	<i>Mycocentrospora cladosporioides</i> (<i>Cercospora cladosporioides</i>)	B
Lepra	<i>Phlyctema vagabunda</i> (<i>Gloesporium olivae</i>)	B
Otras podredumbres del fruto	<i>Fusarium, Alternaria, Cladosporium, etc.</i>	B
Otras micosis foliares	<i>Stictis, Leveillula, Phyllactinia, etc.</i>	S
Chancros	<i>Eutypa lata, Phoma incompta, Diplodia sp.</i>	(B)
Caries del tronco	<i>Fomes, Phellinus, Polyporus, Stereurn, etc.</i>	B

MICOSIS RADICALES

Verticilosis	<i>Veticillium dahliae</i>	E
Podredumbres; Gelatina	<i>Armillaria, Rosellinia; Omphalotus</i>	B

BACTERIOSIS

Tuberculosis	<i>Pseudomonas syringae pv. Savastanoi</i>	E-M
--------------	--	-----

VIROSIS

Malformaciones foliares,	Virus no identificados	(S)
--------------------------	------------------------	-----

Amarillez		
Infecciones latentes	Nepovirus, Cucumovirus, OLV (1 y 2)	(S)

NEMÁTODOS

Nódulos/Lesiones radicales	<i>Meloidogyne, Pratylenchus, etc.</i>	S
----------------------------	--	----------

FANERÓGAMAS

Muérdago, Marojo, Cuscuta	<i>Viscum, Cuscuta</i>	S
---------------------------	------------------------	----------

ABIÓTICAS

Deficiencias de nutrientes	Boro, Hierro, Potasio, etc.	M-B
Daños diversos	Heladas, sequía, encharcamientos, etc.	E-B

E = Elevada, M = Moderada, B = Baja, S = Sin importancia práctica general, aunque ocasionalmente se han observado ataques severos. Entre paréntesis se indican las enfermedades no diagnosticadas en España.

8.2.2. Principales enfermedades.

▪ **Repilo.**

El repilo es una enfermedad producida por un hongo Hifomiceto, denominado tradicionalmente *Cycloconium oleaginum*. Actualmente la nomenclatura más apropiada es la de *Spilocaea oleagina*. Este nombre hace referencia al estado asexual del hongo, ya que el estado sexual podría corresponder con *Venturia*.

El repilo se ha considerado tradicionalmente como la enfermedad más importante del olivar español, tanto por su extensión como por los perjuicios que ocasiona en condiciones favorables para su desarrollo, como son años lluviosos, plantaciones densas y mal aireadas, y olivares próximos a ríos, arroyos, vauadas y, en general, zonas húmedas.

Sintomatología.

El síntoma más característico de la enfermedad se presenta en el haz de las hojas, donde se aprecian unas manchas circulares de tamaño variable y de color marrón oscuro - negro, a veces rodeadas de un halo amarillento característico. En otoño - invierno el halo suele estar ausente,

mientras que en primavera es muy acusado, tanto en las lesiones jóvenes como en las viejas. El color oscuro de las manchas se debe a las esporas del hongo, las cuales pueden cubrir la totalidad de la mancha, o bien se distribuyen en anillos concéntricos, sobre todo en las lesiones viejas. La apariencia de las manchas depende de la variedad de olivo, edad de la lesión y condiciones ambientales en las que éstas se desarrollan, pero en cualquier caso siempre resultan de fácil identificación. Las lesiones viejas suelen presentar una coloración blanquecina debido a la separación de la cutícula del resto del tejido.

En el envés de las hojas los síntomas son menos aparentes y consisten en zonas ennegrecidas discontinuas a lo largo del nervio central. Algunas veces la lesión se limita sólo al peciolo de la hoja, la cual cae aún verde o tras amarillear. Otras veces las lesiones pueden afectar al pedúnculo del fruto originando un arrugamiento de la aceituna y una caída prematura de ésta, acompañada del pedúnculo. Más raramente se observan lesiones en el fruto; en este caso, la aceituna aparece deformada al detenerse el crecimiento de la zona afectada. Cuando el fruto está desarrollado no hay deformación del mismo, pero las partes afectadas permanecen verdes más tiempo y presentan una ligera tonalidad marrón debida a las esporas del hongo.

Como consecuencia de las lesiones foliares se produce una importante caída de hojas, lo cual se aprecia claramente en los árboles y, sobre todo, en las ramas bajas, que son las más afectadas por la enfermedad y que pueden quedar totalmente defoliadas o peladas.

Control.

La estrategia general de lucha contra el repilo puede variar según las distintas zonas olivareras, por lo que se aconseja seguir las indicaciones de la Estación de Avisos correspondiente. Para el repilo se recomiendan aquellas medidas culturales que favorezcan la ventilación de los árboles, tales como podas selectivas y marcos de plantación que eviten copas densas o muy juntas, debido a la importancia que tiene la elevada humedad ambiental y el agua libre en el desarrollo de la enfermedad.

En España en la mayoría de los olivares el tratamiento del repilo basado en aplicaciones foliares con fungicidas es una práctica más del cultivo. En la mayoría de las regiones las dos épocas clásicas de tratamiento son el final del verano o principios del otoño y el final del invierno, que coinciden con el comienzo de los principales períodos de infección.

Entre los fungicidas utilizados destacan por su eficacia y persistencia los productos cúpricos y las mezclas de cobre con fungicidas orgánicos (ditiocarbamatos, ftalimidias, etc.) Debido a que los tratamientos son preventivos, es necesario mojar muy bien con el caldo fungicida toda la copa del árbol y preferentemente las ramas bajas e interiores, que es donde más frecuentemente se desarrolla la enfermedad.

En la finca el año agrícola del olivo empieza en septiembre con la recolección, depende cuando se acabe la recolección (octubre o noviembre) se le da al olivo una mano o un tratamiento de cobre para evitar posibles manchas de Repilo (Cu nordox o Cu prosan) a razón de 7 u 8 Kg por

máquina de 2000 l, dependiendo de cómo haya salido el año si húmedo o seco. Si es seco, 7 kilos por máquina y si es húmedo 8 Kg por máquina. En marzo se aplicara una mano o un tratamiento de cobre mezclado con un abono foliar, el abono foliar para estimular la crecida de la flor, llamado el "Zancajillo" y el cobre para el Repilo. A finales de junto con el tratamiento contra Prays y glifodes, se mezclará 7 Kg de cobre para evitar que las esporas de Repilo se propaguen y proliferen en el olivo.

▪ **Verticilosis.**

La verticilosis del olivo es una enfermedad causada por el hongo Hifomiceto *Verticillium dahliae*. En la actualidad es la enfermedad que más preocupa al agricultor debido a la dificultad para controlarla.

Sintomatología.

Aunque la enfermedad no se manifiesta siempre con los mismos síntomas, en las observaciones realizadas en Andalucía se distinguen dos complejos sintomatológicos denominados "Apoplejía" y "Decaimiento lento". En el caso de la apoplejía se produce la muerte rápida de ramas o de la planta completa. Suele producirse durante el otoño o invierno. Las hojas quedan adheridas, aunque en árboles muy jóvenes pueden desprenderse. El síndrome de la apoplejía se manifiesta inicialmente por la pérdida de color verde intenso de las hojas que comienza en los extremos de las ramas. La prontitud en la aparición y la severidad de este síndrome, parece estar asociada a lluvias intensas en otoño y a temperaturas moderadas en otoño e invierno. El decaimiento lento aparece principalmente en primavera. El síntoma más característico es la desecación y momificado de las inflorescencias, que permanecen adheridas, en tanto que las hojas se desprenden. La superficie de las ramas afectadas adquiere con frecuencia un color morado peculiar y, en ocasiones, se produce una coloración marrón o rojiza en los tejidos vasculares. Las plantas jóvenes pueden morir a consecuencia de la infección y los árboles suelen mostrar unas ramas afectadas y otras aparentemente sanas. La raíz de las plantas afectadas sólo muere ocasionalmente, por lo que en la mayor parte de los casos el olivo rebrota normalmente y en los años siguientes puede manifestar de nuevo la enfermedad.

Dada la inespecificidad de los síntomas especialmente en el caso de la apoplejía, el diagnóstico de esta enfermedad necesita confirmarse mediante el aislamiento e identificación del patógeno. El aislamiento a partir de los tejidos infectados puede presentar dificultades en algunas épocas del año, posiblemente debido a la inactivación del patógeno.

Control.

La verticilosis es muy difícil de controlar debido a:

- * La supervivencia prolongada del hongo en el suelo.
- * La inaccesibilidad al mismo por su ubicación en el xilema.

* La amplia gama de cultivos susceptibles.

Las medidas preventivas son las más eficaces y económicas para el olivicultor. Las dos más importantes son plantar en suelos no infestados y utilizar material de plantación libre de patógeno. En el caso de plantar en suelos infestados la enfermedad que se genere dependerá de la cantidad de patógeno en el suelo, de su virulencia y del manejo del cultivo. Para disminuir el riesgo deben de aplicarse medidas erradicativas que reducen la población del patógeno. Estas medidas erradicativas son las prácticas culturales (malas hierbas, rotaciones con cultivos no susceptibles y abonado verde) y desinfección del suelo (solarización y lucha química).

La terapia de los árboles enfermos mediante fungicidas aplicados foliarmente o al suelo no ha dado resultado práctico.

Según el propietario de la finca, no se ha manifestado hasta el día de hoy la presencia de verticilosis.

▪ **Tuberculosis.**

La tuberculosis, verrugas, tumores o agallas del olivo, es una enfermedad causada por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*, considerándose una variante patogénica o patovar (pv) de la especie *P. syringae*. Es una enfermedad distribuida en todo el área de cultivo del olivo.

Sintomatología.

Los síntomas son claros y conocidos por todos los olivicultores. El más común es el tumor o agalla de forma redondeada (tubérculo) que llega a alcanzar varios cm. de diámetro. Los tumores se forman en troncos, ramas, tallos y brotes. Las hojas, raíces y cuello de la planta pueden verse afectadas, aunque con menor frecuencia e intensidad. Las infecciones en frutos son infrecuentes y por ello han pasado desapercibidas hasta hace poco tiempo. Estas infecciones suelen producirse en el verano con lluvias abundantes, causando manchas de 0,2 a 3 mm. de diámetro, que inicialmente son de color marrón y después se oscurecen y quedan deprimidas.

Los tumores jóvenes son de color verdoso o marrón claro y de aspecto liso. Internamente presentan una apariencia esponjosa de congestión acuosa. En cambio, los tumores viejos son más oscuros, el tejido interno suele estar hueco y la cubierta es rugosa y con grietas y frecuentemente es aprovechada como morada por los insectos. Los tallos severamente afectados crecen menos, se defolian y pueden llegar a morir.

Control.

Una medida importante es reducir la fuente de inóculo, eliminando los tejidos con tumores. La poda debe de ser efectuada en tiempo seco para evitar infecciones, desinfectando las herramientas después de podar los árboles afectados. La nutrición equilibrada y el riego de apoyo contribuyen a reducir las infecciones, evitando las heridas ocasionadas por la defoliación. Asimismo, se recomienda el control de plagas o enfermedades que de lugar a caída de hojas o heridas.

Se han citado algunos productos contra tuberculosis a partir de hidrocarburos, aceites, antibióticos y mezcla de ellos para su aplicación por pulverización o en forma de pintura. La mayor parte de ellos son caros e ineficaces, aunque la mezcla de antibióticos basándose en estreptomicina y terramicina ha dado resultado cuando se aplica a tumores jóvenes en condiciones experimentales. También se recomienda la aplicación de violeta de genciana para proteger las heridas. Los fungicidas derivados del cobre, entre ellos el caldo bordelés, tienen acción bactericida. Aunque su efecto es temporal y se necesitan aplicaciones repetidas, está indicado su uso ante una situación de riesgo de heladas o granizo, o inmediatamente después de ellas para proteger la zona de infección, especialmente en primavera.

En la explotación hace varios años que se ha erradicado dicha enfermedad. Actualmente no se realiza ningún tratamiento preventivo. Cuando existía la enfermedad, se podaban las ramas afectadas y se procedía a desinfectar con "Zotal".

▪ Aceitunas Jabonosas.

Las aceitunas jabonosas, antracnosis, lepra, «vivillo» o momificado, es una enfermedad producida por el hongo *Celomiceto Gloeosporium ohvarum* siendo la denominación más correcta la de *Colletotrichum gloeosporioides*. Se encuentra presente en muchos países olivareros tales como los de la cuenca mediterránea, América y Asia.

Sintomatología.

Los síntomas más característicos de la enfermedad y los únicos observados en España, se manifiestan en las aceitunas. Los síntomas se pueden observar en los frutos verdes, pero son más frecuentes durante la maduración, cuando cambian de color. Consisten en lesiones necróticas deprimidas y redondeadas, de color ocre o pardo, que crecen y pueden llegar a fusionarse, dando lugar a la podredumbre parcial o total de la aceituna. Los frutos podridos sufren un proceso de deshidratación, se arrugan y quedan momificados. Los ataques se producen en cualquier parte del fruto, pero son más frecuentes en el ápice, al permanecer éste más tiempo mojado por la lluvia o por el rocío.

En tiempo húmedo se forman en las lesiones los cuerpos fructíferos (acérvulos) del hongo causal, que se disponen en zonas concéntricas alrededor del centro de la lesión y producen una sustancia gelatinosa que contiene gran cantidad de esporas (conidias). Esta sustancia es de color rosa - anaranjado al principio, después se vuelve parda y confiere un aspecto característico al fruto afectado, al que alude el nombre vulgar de «aceitunas jabonosas».

Control.

Al igual que para el repilo, se recomiendan aquellas medidas culturales que favorezcan la ventilación de los árboles; así como eliminar las aceitunas momificadas, adelantar la recolección y plantar variedades poco susceptibles en zonas muy favorables para la enfermedad.

La aplicación de fungicidas para proteger los frutos de las infecciones es la medida de lucha más utilizada. Se emplean compuestos cúpricos y la mezcla de éstos con fungicidas orgánicos. Dado que son tratamientos preventivos, es necesario mojar bien los frutos antes de las lluvias otoñales. Este tratamiento, que coincide con el de principio de otoño de repilo, es válido contra ambas enfermedades. En años con abundantes lluvias otoñales y para variedades tardías podrían requerirse más tratamientos, pero generalmente no son necesarios. Al no conocer bien el ciclo de patogénesis en primavera, no pueden recomendarse tratamientos fungicidas durante este periodo.

En el siguiente cuadro podemos observar la susceptibilidad de cultivares de olivo españoles a las principales enfermedades:

CULTIVAR	Repilo	Repilo Inoculación	Verticilosis	Tuberculosis	Aceitunas Jabonosas
Picual	S	E	E	R	R
Cornicabra	E-S	E	E	E	S
Hojiblanca	E-S	S	S	S	M-S
Lechín de Sevilla	R	R	-	S	R
Lechín de Granada	R	E	E	S	-
Morisca	M	-	S	E	-
Verdial de Huévar	E	-	-	R	R
Picudo	E	S	E	E	S
Empeltre	S	-	M-R	M	S
Arbequina	E	M	S	M-R	S
Manzanilla de Sevilla	E	S	S	E-M	S
Gordal sevillano	M	-	-	M	E

Los datos de Tuberculosis y Repilo (Bibliografía) son de prospecciones y observaciones de campo (Barranco y Rallo, 1984; De Andrés, 1991).

Los datos de Repilo (Inoculación) son datos de inoculaciones artificiales con un aislado de *Spilocaea oleagina* procedente de Córdoba (López *et al*, 1995).

Los datos de Verticilosis son resultado de inoculaciones artificiales (López Escudero, *datos no publicados*).

Los datos de Aceitunas jabonosas son resultado de inoculaciones artificiales en frutos (Mateo - Sagasta, 1968)

Clave : E = Extremadamente susceptible
S = Susceptible
M = Moderadamente susceptible
R = Resistente
- = Sin datos.

▪ **Negrilla**

La negrilla, tizne o fumagina es una enfermedad producida por varios hongos Ascomicetos entre los que destacan los géneros *Capnodium*, *Limacinula* y *Aureobasidium*, y en particular la especie *C. elaeophilum*. Es una enfermedad difundida por todas las zonas olivareras.

Se caracteriza por la formación de una capa negra superficial, parecida al hollín, sobre las hojas, ramas, troncos y en ocasiones, también sobre los frutos. Esta capa negra, que se desprende fácilmente con el dedo, está constituida por micelio y esporas de los hongos patógenos, los cuales viven en las partes exteriores de forma saprofítica, utilizando las sustancias azucaradas producidas generalmente por la cochinilla de la tizne o, algunas veces, por el propio árbol en situaciones de estrés. La negrilla forma una pantalla que dificulta o impide diversas funciones fisiológicas de los tejidos afectados, por lo que si el ataque es intenso, el vigor del olivo disminuye sensiblemente.

Las medidas de control se centran en la lucha contra la cochinilla, o en evitar o corregir el factor causante de la exudación del árbol. Asimismo, se recomiendan podas de aclareo que favorezcan la ventilación de los árboles. Cuando los ataques son muy intensos, deben tratarse también los árboles con algún fungicida para ayudar a la eliminación del patógeno.

Según el propietario de la finca, a mediados de Enero, cuando aparecen síntomas de esta enfermedad se trata con Thiovit (azufre mojable) a razón de 8 Kg / maquina de 2000 l.

▪ **Escudete de la aceituna.**

El escudete de la aceituna es una enfermedad causada por el hongo Celomiceto *Camarosporium dalmaticum* (*Sphaeropsis dalmatica*). Se ha citado en varios países mediterráneos, pero tiene escasa importancia, excepto por su influencia en la calidad de la aceituna de verdeo.

▪ **Emplomado.**

El emplomado, «repilo plumizo» o cercosporosis, es una enfermedad causada por el hongo Hifomiceto *Mycocentrospora cladosporioides* (*Cercospora cladosporioides*). Es una enfermedad ampliamente distribuida en la mayoría de las regiones olivareras del mundo.

Los síntomas en el haz de las hojas consisten en manchas cloróticas muy poco aparentes, algunas de las cuales posteriormente se necrosan. En variedades muy susceptibles la amarillez y necrosis son más aparentes. En el envés, e irregularmente distribuidas, aparecen unas manchas difusas, de color grisáceo o plumizo debido a las fructificaciones del hongo, que han dado nombre a la enfermedad. Al igual que en los ataques de repilo, las hojas afectadas terminan por caer, con o sin amarilleamiento previo. En las hojas severamente afectadas o caídas, la coloración grisácea del envés se acentúa y oscurece, debido a la intensa esporulación del hongo, por lo que se confunde con frecuencia con los ataques de negrilla. Los síntomas en aceitunas varían según su estado de madurez. En el fruto verde se desarrollan pequeñas lesiones redondeadas, deprimidas y de color ocre o marrón, que crecen ligeramente al madurar el fruto y adquieren tonalidades grisáceas o incluso azuladas, a veces con un halo pálido o amarillento. Las aceitunas afectadas no maduran correctamente, pudiendo llegar a momificarse. Las medidas de lucha contra el emplomado son las indicadas contra el repilo

▪ **Podredumbre de las aceitunas.**

Se han descrito varias afecciones del fruto causadas por hongos, que pueden perjudicar sensiblemente al rendimiento graso de las aceitunas y, sobre todo a la calidad del aceite. Entre ellas, merece destacarse la enfermedad conocida como lepra o antracnosis causada por el hongo *Phlyctema vagabunda* (*Gloeosporium olivae*). Esta enfermedad está presente en numerosos países, aunque en España sólo se han observado ataques de esta enfermedad en las comarcas olivareras de Badajoz y Lérica.

Los síntomas de la lepra se presentan tanto en aceitunas maduras como en verdes, y consisten en lesiones necróticas redondeadas, deprimidas y limitadas por un reborde prominente más oscuro, que termina por causar el momificado parcial o total del fruto y su caída.

En zonas donde se prevean ataques severos, las medidas de lucha recomendadas son las indicadas contra las aceitunas jabonosas.

▪ **Podredumbres radicales.**

Varios hongos de suelo causantes de necrosis radicales en numerosos árboles como *Armillaria mellea*, *Rosellinia necatrix*, *Omphalotus olearius*, *Cylindrocarpon destructrans* y *Phytophthora* spp. afectan ocasionalmente al olivo en suelos húmedos y en las partes bajas de los campos donde se dan condiciones prolongadas de saturación de humedad. Por lo general no son un problema aunque pueden llegar a producir desecación de ramas, chancros, pérdidas de vigor y muerte de los olivos infectados.

Debido a las dificultades que presenta su control sólo se pueden recomendar, con carácter general, las medidas dirigidas a evitar el exceso de humedad en el suelo y la eliminación de los restos de otras plantas leñosas.

▪ **Chancros y Caries del tronco.**

Los chancros y caries del tronco son enfermedades causadas por hongos polípagos que penetran a través de heridas causando necrosis de los tejidos leñosos en ramas y tronco. Los ataques pueden ser localizados en zonas concretas de las ramas (chancros), o bien pueden ser más generalizados, originando diversas alteraciones de la madera que se engloban bajo la denominación genérica de <<caries del tronco>>.

En el caso de chancros en España no se ha diagnosticado esta enfermedad, pero recientemente se han observado chancros en las ramas de olivos afectados por la seca, que podrían tener relación con éstos u otros patógenos similares.

La caries del tronco es una enfermedad bien conocida en España, no se considera importante, o se contempla como parte del proceso de envejecimiento natural del árbol. En España el agente causal es el hongo Basidiomiceto Poliporáceo *Fomes fulvus var. oleae*. Origina una podredumbre blanca de la madera, la cual adquiere una consistencia esponjosa como de yesca.

Como medida preventiva se recomienda efectuar cortes de poda lisos e inclinados para impedir la acumulación del agua de lluvia, así como desinfectar las herramientas de poda.

▪ **Virosis.**

En España, al carecer de estudios al respecto, se desconoce la incidencia de infecciones víricas en olivo.

Los principales géneros con especies patógenas de olivo son: *Meloidogyne* (nódulos radiculares), *Pratylenchus* (lesiones corticales radiculares), *Helicotylenchus* (necrosis radiculares), y *Tylenchulus* (muerte de raicillas absorbentes).

Los síntomas en la parte aérea del árbol son inespecíficos e incluyen pérdida de vigor, retraso de crecimiento y decaimiento general, por lo que se confunden con otros factores de estrés.

▪ **Plantas parásitas.**

Los ataques de muérdagos (*viscurn alburn*) y marojos (*V. cruciaturn*) en ramas de olivo, y los de cuscuta (*Cuscuta* spp.) en plántones de vivero, tienen muy escasa importancia en el olivar español. En caso necesario, las medidas de control incluyen la destrucción y la eliminación de las ramas afectadas.

- **Humedad del suelo.**

El olivo se considera muy sensible al exceso de humedad en el suelo, pero se recupera fácilmente si el exceso de humedad ocurre durante un corto período de tiempo. Por el contrario, si las condiciones persisten, puede producir asfixia radicular y muerte de la planta, así como favorecer el desarrollo de podredumbres radiculares causadas por diversos hongos del suelo como ya hemos visto. Los árboles jóvenes son más susceptibles que los adultos a situaciones de encharcamiento. Los síntomas ocasionados por el exceso de humedad son detención del crecimiento, clorosis y amarilleces foliares generalizadas, defoliación y caída de frutos. Sin embargo, los problemas más importantes relacionados con la humedad del suelo se deben a la escasez de agua.

- **Heladas o fríos.**

La resistencia al frío, además de ser un factor varietal, depende del momento en el que se producen. En general, el olivo en reposo invernal tolera bien el frío. En caso de bajas temperaturas durante el invierno, los daños producidos son mínimos, afectando únicamente a brotes y tallos de menor tamaño. Las heladas tardías de primavera o las tempranas de otoño, con fríos repentinos y de escasa duración, son especialmente graves y causan la muerte de tallos y ramas principales.

8.3. Malas Hierbas.

8.3.1. Introducción.

Las malas hierbas son, junto a los insectos y a las enfermedades, los principales agentes causantes de los más importantes descensos de los rendimientos de los cultivos. En los países con una agricultura desarrollada la combinación de estas causas producen unas pérdidas del 25 %. En 1989 el 26,5 % del consumo de productos fitosanitarios era de herbicidas. Este porcentaje se ha mantenido más o menos estable hasta ahora.

Los perjuicios causados por las malas hierbas pueden ser:

- * Competencias diversas entre las plantas cultivadas y las malas hierbas.
- * Relaciones entre las malas hierbas y las plagas y enfermedades.
- * Dificultades para la realización de determinadas operaciones agrícolas.
- * Influencias en los resultados finales de los cultivos.

8.3.2. Control de las Malas Hierbas.

Como ya hemos visto las malas hierbas producen daños en los cultivos, por lo que es necesario controlarlas. Se pueden utilizar para controlar las malas hierbas medidas preventivas (como por ejemplo eliminar la maleza que se forma en los bordes de los caminos) o medidas directas. Estas medidas directas pueden ser:

- * Medios mecánicos: actúan, normalmente, eliminando plantas nacidas o brotadas. La acción fundamental de los métodos mecánicos consiste en destruir malas hierbas en estado de plántula o planta. Las labores de escarda realizan esta labor.
- * Medios químicos: también llamada escarda química, permite eliminar semillas y plantas de malas hierbas mediante la aplicación de productos con acción herbicida. El herbicida o fitocida es una sustancia natural o sintética que aplicada al suelo antes de la nascencia de las plantas, o después de su nascencia sobre las mismas, impide el correcto desarrollo de su ciclo vegetativo.

Tipos de herbicidas: en función de que se apliquen con anterioridad a la nascencia de las plantas a las que se desea dañar o su aplicación sea posterior distinguimos dos tipos de herbicidas principales:

+ Herbicidas de preemergencia: están diseñados para ser aplicados sobre el suelo para evitar la nascencia de las plantas, por tanto deben de aplicarse con el suelo desnudo con anterioridad a la germinación de las semillas. Son herbicidas que quedan extendidos sobre la superficie del terreno, por tanto necesitan un volumen de agua considerable para su correcta aplicación. Se absorben por la raíz de la planta joven y son transportados por el xilema de la planta. La

mayoría de ellos actúan impidiendo la fotosíntesis. La acción de contacto que poseen suele ser baja o nula. Para que las plantas los tomen deben encontrarse en la solución del suelo. Son capaces de fijarse en el complejo arcillo - húmico lo que aumenta su persistencia.

+ Herbicidas de postemergencia: son herbicidas que han sido diseñados para ser aplicados sobre la vegetación que pretendemos matar. Podemos distinguir dos tipos:

- Herbicidas de contacto: se aplican sobre las malas hierbas ya emergidas. Matan sólo las partes verdes que tocan, por tanto si la hierba tratada tiene capacidad de rebrote no morirá por completo, generalmente son de efecto muy rápido. Al caer al suelo se inactivan.

- Herbicidas de translocación: se aplican sobre las malas hierbas ya emergidas, son absorbidos por las partes verdes y transportados por el floema al resto de la planta incluidas las raíces, si la dosis es adecuada el efecto herbicida es total y no permite el rebrote. Dado que se transportan, no es necesario mojar toda la planta que se pretende mojar.

El que un herbicida sea residual nos indica el tiempo en que el producto como tal se mantiene en el suelo. Generalmente este concepto está ligado a la persistencia, que hace referencia al tiempo en que el herbicida mantiene su efecto fitotóxico a partir de la aplicación.

Los herbicidas del olivar son:

▪ **Herbicidas residuales.**

+ Preemergencia:

- Simazina.
- Diurón.
- Mezcla simazina y diurón.
- Tiazopir.
- Norflurazona.
- Clortiamida.
- Diclobenil.

+ Postemergencia:

- Terbutrín.
- Clortolurón.
- Terbutilazina.

- **Herbicidas de contacto con acción residual.**

- + Preemergencia:

- Oxifluorfén.
 - Diflufenicán.

- **Herbicidas de postemergencia.**

- + De translocación no residuales:

- Glifosato.
 - Sulfosato.
 - Fluroxipir.
 - Quizalofop-etil-R.

- + De translocación con ligera residualidad:

- Aminotriazol.
 - MCPA.

- + Poco o nada translocables no residuales:

- Glufosinato.
 - Diquat.
 - Paraquat.

- + Mezclas pre-post:

- Glifosato + residuales.
 - Aminotriazol + residuales.
 - Glifosato + MCPA.
 - Aceites minerales + residuales.

Los herbicidas autorizados en olivar en España (Diciembre 1996) son:

- Aceite parafínico.
 - Clortiamida.
 - Diclobenil.

- Diurón.
- Fluroxippir.
- Glifosato Glufosinato.
- Norflurazona (*).
- Oxifluorfén.
- Paraquat (dicloruro).
- Quizalofop-etil.
- Simazina.
- Sulfosato.
- Tiazopir.
- Aceite parafínico + Aminotriazol + Diurón + Simazina.
- Aceite parafínico + Diurón + Simazina.
- Aminotriazol + Diurón.
- Aminotriazol + Simazina.
- Aminotriazol + Simazina + Tiocianato amónico.
- Aminotriazol + Tiocianato amónico.
- Clortolurón + Terbutilazina + Terbutrina.
- Diquat (dibromuro) + emético + Paraquat (dicloruro).
- Diurón + emético + Paraquat (dicloruro).
- Glifosato + Diflufenicán.
- Glifosato + Diurón.
- Glifosato + Diurón + Simazina.
- Glifosato (sal isopropilamina) + Simazina.
- Glifosato + Terbutilazina.
- Glifosato (sal isopropilamina) + MCPA (sal isopropilamina).
- Paraquat + Simazina.
- Paraquat (dicloruro) + Simazina + emético
- Además, para la eliminación de tocones, está autorizados triclorpir + fluroxippir, piclorán, y piclorán + 2,4-D. La forma de aplicarlos es embadurnando el tocón.

* La Norflurazona sólo está autorizada para riego por goteo (Herbigación)

Dentro del cultivo de olivar existen limitaciones y deben tomarse precauciones para no producir fitotoxicidad.

8.3.3. Recomendaciones para el uso de herbicidas en el olivar.

1. - Si no es habitual el empleo de herbicidas residuales:

- En suelos calizos: Simazina (3 Kg/ha).
- En suelos ácidos o arenosos: Simazina + Diurón (2+2 Kg/ha).

2. - Si es habitual el empleo de herbicidas residuales:

- Hacer dos tratamientos anuales con Simazina.
- Emplear Simazina más Diurón en otoño.
- Empleo de Simazina con herbicida de postemergencia. Aplicación en postemergencia temprana.

3. - Si existen malas hierbas anuales de germinación escalonada durante todo el verano:

- Aplicación de Simazina en otoño y Diurón + MCPA en primavera, cuando las malas hierbas ya han germinado.

4. - Herbicidas en plantaciones jóvenes:

- Tiazopir (0,5-1 Kg/ha).
- Oxifluorfén (0,1-1,0 Kg/ha. Según tipo y desarrollo de las MH o según empleo (preemergencia o postemergencia). Mezclado con glifosato tiene efecto sinérgico en postemergencia.
- Mezclas con Simazina a la dosis no superior a 1,5 Kg/ha. Hay que tener cuidado con el solapamiento de las boquillas que provoca sobredosis.
- Cubiertas de paja.
- Plástico negro poroso o tela negra.

5. - Control de rodales que escapan a herbicidas residuales:

- En general la aplicación de herbicidas contra malas hierbas perennes debe hacerse después del verano mojando bien la planta.
- Malvas: Fluroxipir (tratar las malas hierbas con 40 cm. de altura, no aumentar la dosis porque no es efectivo).
- Cucurbitáceas (pepinillos del diablo): Fluroxipir (1 l/ha).
- Gramíneas: Sulfosato o glifosato (con bajo volumen de agua 100-200 l/ha.).
- Arbustivas: MCPA (0,5 l) + Aceites de verano (750 cc.) o bien Triclopir + Fluroxipir, Piclorán y piclorán + 2,4-D.

8.3.4. Tratamiento Herbicida en nuestra Plantación.

Las malas hierbas se eliminan con un pase de arado de vertedera en enero, tras finalizar la recolección. En mayo se vuelve a dar otro pase de vertedera para eliminar las malas hierbas que han vuelto a desarrollarse. Las malas hierbas de verano no son eliminadas.

ANEJO N°9

ESTUDIO DEL RIEGO.

9.1. Diseño agronómico.

9.1.1. Calendario de riegos en función de la alternativa planteada, discusión y decisiones.

9.1.2. Necesidades de agua.

9.1.3. Dosis total.

9.1.4. Caudal ficticio continuo y disponible.

9.1.5. Elección de goteros.

9.1.6. Numero de goteros por árbol.

9.1.7. Colocación de los goteros.

9.1.8. Tiempo de riego.

9.1.9. Numero de sectores de riego.

9.1.10. Dosis de riego.

9.2. Diseño hidráulico.

9.2.1. Primer sector.

9.2.2. Segundo sector.

9.2.3. Tercer sector.

9.2.4. Resumen de las pérdidas de caga.

9.3. Cálculo del cabezal de riego.

9.3.1. Equipo de bombeo.

9.3.2. Equipo de fertirrigación.

9.3.3. Equipo de filtrado.

9.1. Diseño agronómico.

9.1.1. Calendario de riegos en función de la alternativa planteada, discusión y decisiones.

Para que el cultivo alcance su máxima producción, se ha calculado la ET_o según las condiciones climáticas mediante el método Blaney – Criddle. Según esto ET_o para el mes punta es de 7.68 mm/día (Julio). Aplicando el coeficiente del cultivo se ha calculado la ET_c (3.84 mm/día). Obtenemos las necesidades netas con la corrección debida al coeficiente de localización y de las variaciones climáticas y advención. Estas necesidades netas son de 1.40 mm/día. A partir de estas necesidades se obtienen las necesidades totales teniendo en cuenta la salinización del suelo. Las necesidades totales son de 1.87 mm/día. A partir de aquí se estudiará la posibilidad de realizar la instalación de la red de riego, para paliar las necesidades de agua que tiene el cultivo, para así poder obtener una mayor producción.

El diseño agronómico es el componente fundamental en todo proyecto de riego, ya que si cometemos un error aquí las consecuencias pueden ser muy graves, como por ejemplo, la salinización del suelo por falta de lavado.

El diseño agronómico se desarrolla en dos fases:

1º Cálculo de las necesidades de agua, calculadas en el anejo N°4.

2º Determinación de las dosis, frecuencia y tiempo de riego, número de emisores por planta y caudal del emisor.

Finalmente se decide la disposición de los emisores.

9.1.2. Necesidades de agua.

El olivo es un árbol muy resistente a la sequía ya que presenta mecanismos de regulación estomática que le permiten evitar la deshidratación (máxima apertura estomática a primera hora del día, reduciendo dicha apertura en las horas centrales) y es capaz de captar agua del suelo por debajo del punto de marchitez permanente (disminuyendo su pH a valores muy bajos)

A pesar de esta resistencia a la sequía, la productividad del olivo, como la de todas las plantas, responde negativamente a la falta de agua. Por lo que debemos calcular correctamente las necesidades de agua del cultivo para que no se produzcan mermas en la producción.

En el siguiente cuadro podemos observar las respuestas observadas en los procesos de crecimiento y producción del olivo cuando se aplica un déficit hídrico en las distintas fases del desarrollo del cultivo:

PROCESO	PERIODO	EFEECTO DEL DEFICIT HIDRICO.
Crecimiento vegetativo.	Todo el año.	Reducción del crecimiento y del número de flores al año siguiente.
Desarrollo de yemas florales.	Febrero – Abril.	Reducción del número de flores. Aborto ovárico.
Floración.	Mayo.	Reduce fecundación.
Cuajado de frutos.	Mayo – Junio.	Aumenta la alternancia.
Crecimiento inicial del fruto.	Junio – Julio.	Disminuye el tamaño del fruto. (menor número de células/fruto)
Crecimiento posterior del fruto.	Agosto – cosecha.	Disminuye el tamaño del fruto (menor tamaño de las células del fruto)
Acumulación de aceite.	Julio – Noviembre.	Disminuye el contenido de aceite fruto.

Datos previos:

Superficie 40 has.

Tipo de suelo Arenoso.

Cultivo Olivo, variedad "Manzanilla".

Marco de plantación 6 x 12
 8.5 x 8.5

Número total de olivos: $89300 \text{ m}^2 \times (1 \text{ árbol} / 72 \text{ m}^2) = 1240 \text{ olivos.}$
 $313750 \text{ m}^2 \times (1 \text{ árbol} / 72.25 \text{ m}^2) = 4342 \text{ olivos}$
 Total de olivos = $1240 + 4342 = 5582 \text{ olivos.}$

Caudal disponible 30 l/s.

9.1.3. Dosis total.

Ya hemos calculado las necesidades netas y las totales en las condiciones menos favorables, mes de Julio, teniendo en cuenta la corrección de la ETc por los efectos de la localización (KI) según la fracción de área sombreada y un factor de corrección por condiciones locales, teniendo en cuenta los coeficientes de variación climática (kvc) y la variación por advección (Kadv).

La evapotranspiración corregida ha sido calculada según el método de Blaney - Criddle y el valor correspondiente al mes de máximas necesidades es de 3.84 mm/día en Julio. Las necesidades netas (Nn) = 1.40 mm/día. Necesidades totales (Nt) = 1.87 mm/día.

9.1.4. Caudal continuo ficticio disponible y necesario.

El caudal ficticio disponible (c.c.f.d.)

$$\text{c.c.f.d.} = \text{Caudal disponible} / \text{Superficie finca.}$$

El caudal disponible es de 30 l/s y la superficie de la finca es de 40 has. por tanto:

$$\text{c.c.f.d.} = (30 \text{ l/s}) / (40 \text{ ha}) = 0.75 \text{ l/s ha.}$$

El caudal continuo ficticio necesario:

$$\text{c.c.f.n.} = (\text{Nt} \times 10000) / (24 \times 3600), \text{ por lo que será igual a:}$$

$$\text{c.c.f.n.} = (1.87 \times 10000) / (24 \times 3600) = 0.2164 \text{ l/s ha.}$$

Como el c.c.f.d. es mayor que el c.c.f.n. se puede regar.

9.1.5. Elección de los goteros.

Caudal 8 l/h.

Presión de trabajo de 10 m.c.a.

Gotero pinchado, no autocompensante.

9.1.6. Número de goteros por árbol.

Para el cálculo del número de goteros por árbol aplicaremos la fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ goteros} = (\text{Ss} \times \text{P}) / (100 \times \text{Sm})$$

donde:

$$S_s = \text{Superficie de sombra.} \quad S_s = \pi \times r^2$$

$$r = \text{radio de la copa} = 2.00 \text{ m}$$

$$S_s = \pi \times 2.00^2 = 12.56 \text{ m}^2.$$

P = Porcentaje de suelo mojado, al menos debemos mojar el 35 % de la superficie de sombreado.

$$12.56 \times 0.35 = 6.87 \text{ m}^2.$$

$$S_m = \text{Superficie mojada por emisor.} \quad S_m = \pi \times r^2.$$

r = radio del bulbo húmedo del emisor.

Caudal del gotero de 8 l/h.

Radio del bulbo húmedo para la textura del suelo arenosa es 0.6 m.

$$S_m = \pi \times 0.6^2 = 1.13 \text{ m}^2.$$

$$4.39 \text{ m}^2 / 1.13 \text{ m}^2 = 3.88 \text{ que equivale a 4 goteros.}$$

9.1.7. Colocación de los goteros.

Según la disposición de los goteros, se va a crear una banda de humedad continua y paralela al ramal portagoteros; se utilizan dos líneas portagoteros a ambos lados de la línea de olivos. Esta decisión se debe a la falta de espacio existente en una sola línea para colocar los 4 goteros por árbol.

Los emisores deben gotear bajo la superficie sombreada:

Radio del gotero = 0.6 m y el diámetro es de 1.2 m.

$$1.2 \times 4 = 4.8 \text{ m.}$$

El diámetro de la copa del árbol es de 4 m. y como sale 4.8 m, pues se nos sale, por lo que una línea simple de goteros no es suficiente.

Radio del gotero = 0.6 m. y el diámetro es de 1.2 m.

$$1.2 \times 2 = 2.4 \text{ m.}$$

Esto es suficiente para un diámetro de 4 m.

Desde el punto de vista agronómico, la opción de poner 2 ramales por línea de olivo creemos que es la conveniente, ya que nuestra plantación es de olivos mas bien viejos, y siempre han estado en secano, por lo que se supone que tendrán un gran desarrollo radicular, y creemos que si nos decantamos por poner una sola línea de goteros los olivos sufrirían mucho al acostumbrar su gran volumen radicular, a tomar el agua y los nutrientes en la pequeña zona del bulbo. Con lo que en los primeros años de la implantación del goteo, los olivos serían sometidos a un gran estrés.

9.1.8. Tiempo de riego.

$$Tr = (Nt \times Fr) / (n^\circ \text{ got.} \times Q \text{ got.})$$

Fr = Frecuencia de riego. Vamos a regar todos los días menos los domingos, entonces:

$$Fr = 31 / 26 = 1.19$$

$$Nt = 135.11 \text{ l/árbol y día.}$$

Q gotero = caudal del gotero que en nuestro caso es de 8 l/h.

$$Tr = (135.11 \times 1.19) / (8 \times 4) = 5.02 \text{ horas/día.}$$

9.1.9. Número de sectores de riego.

Parcela de 8.5 x 8.5 tiene 31.375 has = 313750 m²

$$313750 \text{ m}^2 \times (1 \text{ árbol} / 72.25 \text{ m}^2) = 4342 \text{ arboles.}$$

Parcela de 6 x 12 tiene 8.93 has = 89300 m².

$$89300 \text{ m}^2 \times (1 \text{ árbol} \times 72 \text{ m}^2) = 1240 \text{ arboles.}$$

Total de olivos: 4342 + 1240 = 5582 olivos.

$$4 \text{ goteros/árbol} \text{ ----- } 5582 \text{ árboles} \times (4 \text{ got./árbol}) = 22328 \text{ goteros de 8 l/h.}$$

Nº mínimo de sectores = Q necesario / Q disponible

$$\text{Nº mínimo de sectores} = (22328 \times 8 \times \text{h}/3600) / 30 \text{ l/s} = 1.65 \text{ es decir 2 sectores.}$$

Nº máximo de sectores = (Fr x Tdisponible) / Tr

$$\text{Nº máximo de sectores} = (1.19 \times 24) / 5.02 = 5.69 \text{ es decir 5 sectores.}$$

Dicho de otro modo, la cantidad de agua requerida por todos los árboles de la plantación en pleno crecimiento y en la época de máximas necesidades es de:

$$(8.5 \times 8.5) 139 \text{ árb/ha} \times 31.375 \text{ has} \times 135.11 \text{ l/árb y día} = 584992.52 \text{ l/día.}$$

$$(6 \times 12) 139 \text{ árb/ha} \times 8.93 \text{ has} \times 134.62 \text{ l/árb y día} = 165897.61 \text{ l/día.}$$

$$584992.52 + 165897.61 = 750890 \text{ l/día.}$$

Como el tiempo de riego calculado es de 5.03 horas, esto supone que en cada hora de riego hay que aportar:

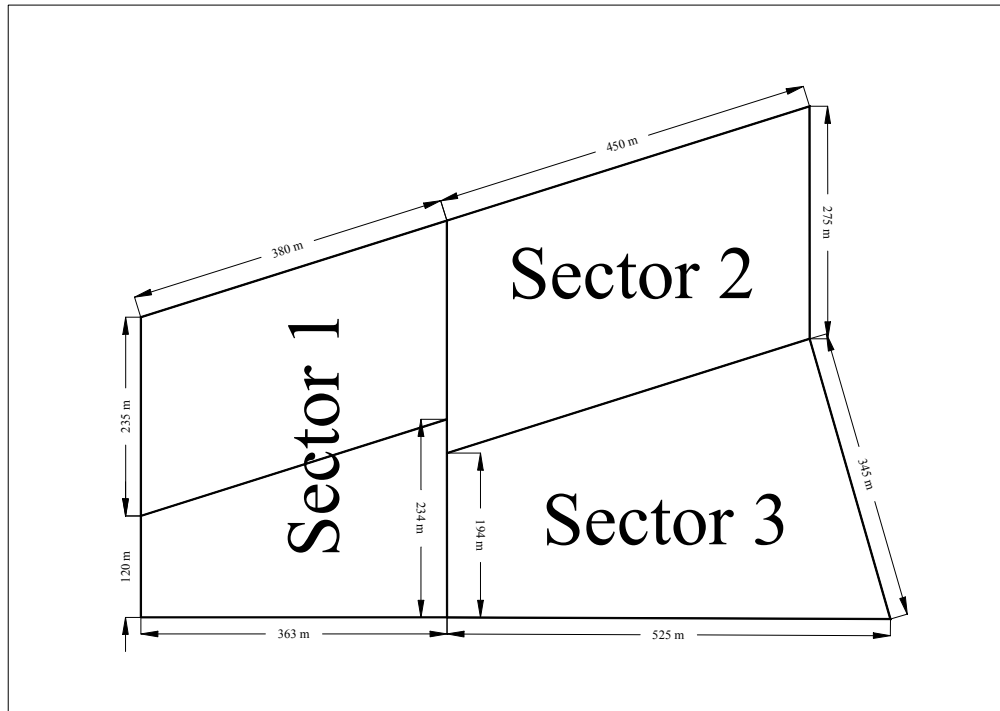
$$(750890 \text{ l/día}) / (5.02 \text{ horas/día y riego}) = 149579 \text{ l/h} = 41.55 \text{ l/s, es decir que nuestro pozo debe tener un caudal mínimo de 41.55 l/s.}$$

Esto no se cumple ya que el pozo tiene un caudal de 30 l/s. Por tanto no podemos regar la parcela entera de una sola vez. Si elegimos 3 sectores de riego tenemos:

$$139 \text{ árb/ha} \times 13.3 \text{ has} \times 135.11 \text{ l/árb y día} = 247980 \text{ l/día}$$

A la hora supone:

$$(247980 \text{ l/día}) / (5.02 \text{ horas/día y riego}) = 49398 \text{ l/h} = 13.72 \text{ l/s, si se puede regar, ya que 13.72 l/s es menor que el caudal del pozo 30 l/s.}$$



9.1.10. Dosis de riego.

La fórmula a emplear es:

$$Ve = qa \times t$$

donde:

Ve = Volumen de agua por emisor en cada riego (l).

qa = Caudal del emisor (l/h).

t = Tiempo de riego (h).

Por tanto $Ve = 8 \text{ l/h} \times 5.02 = 40.16 \text{ l}$.

Por otro lado:

$$\text{Dosis} = Ve \times e$$

donde:

e = N° de goteros.

Por tanto, dosis = $40.16 \times 4 = 160.64$ l/pl. día..... 4979.84 l/árb y mes.

9.2. Diseño hidráulico.

Como hemos dividido la finca en 3 sectores, pues estudiaremos los sectores por separado para el cálculo de los ramales portagotos y para las tuberías portarramales.

Cuando hallamos terminado pasaremos al cálculo de las tuberías secundarias y finalmente calcularemos la tubería primaria, que es la que llega hasta el pozo.

9.2.1. Primer sector.

▪ **Subsector 1.1**

$380 \text{ m} / 4 = 95 \text{ m}$. Utilizaremos ramales de 95 m.

$95 \text{ m} / (6 \text{ m/árbol}) = 16 \text{ arboles}$.

$16 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 256 \text{ l/h} = 0.25 \text{ m}^3/\text{h}$

Como el caudal de un ramal portagotos de 95 m. es de $0.25 \text{ m}^3/\text{h}$ cogemos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 3 \%$

Veamos si $AH_{\text{ramal}} < AH_{\text{admisible}}$, siendo $AH_{\text{admisible}} = 20\% \times \text{Presión de trabajo (10)}$

$AH_{\text{admisible}} = 20 \% \times 10 = 2 \text{ m.c.a.}$

$AH_r = (L + n \times L_{eq}) \times J \times F$

siendo:

L = longitud del ramal

L_{eq} = longitud equivalente del gotero

J = pérdida de carga unitaria

F = Factor de Christiansen

$$\text{AHr} = (95 + 32 \times 0.16) \times 0.03 \times 0.361 = 1.09 \text{ m.c.a.}$$
$$(\text{F}_{32} = 0.361)$$

Como vemos el $\text{AHr} < \text{AH}$ admisible.

Caudal de la tubería portarramales:

$Q = 0.25 \text{ m}^3/\text{h} \times (4 \text{ ramales} \times 19 \text{ líneas}) = 19 \text{ m}^3/\text{h}$, entonces cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 4 \%$. Como la tubería mide 235 m.

$$\text{AH} = L \times F \times J = 235 \times 0.353 \times 0.04 = 3.32 \text{ m.c.a.}$$
$$(\text{F}_{76} = 0.353)$$

▪ Subsector 1.2

$95 \text{ m} / (6 \text{ m/árbol}) = 16 \text{ arboles}$.

$16 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 256 \text{ l/h} = 0.25 \text{ m}^3/\text{h}$

El caudal del ramal portagoteros es de $0.25 \text{ m}^3/\text{h}$ con una longitud de 95 m. Cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 3 \%$.

$$\text{AHr} = (95 + 32 \times 0.16) \times 0.03 \times 0.361 = 1.09 \text{ m.c.a.}$$
$$(\text{F}_{32} = 0.361)$$

Caudal de la tubería portarramales:

$Q = 0.25 \text{ m}^3/\text{h} \times (4 \text{ ramales} \times 19 \text{ líneas}) = 19.2 \text{ m}^3/\text{h}$, entonces cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 4 \%$. Como la tubería mide 235 m.

$$\text{AH} = L \times F \times J = 235 \times 0.353 \times 0.04 = 3.32 \text{ m.c.a.}$$
$$(\text{F}_{76} = 0.353)$$

▪ Subsector 1.3

$$95 \text{ m} / (8.5 \text{ m/árbol}) = 11 \text{ arboles}$$

$$11 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 176 \text{ l/h} = 0.176 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como el caudal del ramal portagoteros de 95 m. es de $0.176 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 1.5 \%$.

$$\text{AHr} = (95 + 22 \times 0.16) \times 0.015 \times 0.368 = 0.54 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{22} = 0.368)$$

Caudal de la tubería portarramales:

$Q = (0.176 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 14 \text{ líneas}) + 2.016 \text{ m}^3/\text{h} = 11.872 \text{ m}^3/\text{h}$, entonces cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 1.3 \%$. Como la tubería mide 145 m.

$$\text{AH} = L \times J \times F = 145 \times 0.013 \times 0.353 = 0.66 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{74} = 0.353)$$

▪ **Subsector 1.4**

$$95 \text{ m} / (8.5 \text{ m/árbol}) = 11 \text{ arboles}$$

$$11 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 176 \text{ l/h} = 0.176 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como el caudal del ramal portagoteros de 95 m. es de $0.176 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 1.5 \%$.

$$\text{AHr} = (95 + 22 \times 0.16) \times 0.015 \times 0.368 = 0.54 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{22} = 0.368)$$

Caudal de la tubería portarramales:

$Q = (0.176 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 20 \text{ líneas}) + 2.4 \text{ m}^3/\text{h} = 16.48 \text{ m}^3/\text{h}$, entonces cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 2.7 \%$. Como la tubería mide 205 m.

$$\text{AH} = L \times J \times F = 205 \times 0.027 \times 0.350 = 1.94 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{100} = 0.350)$$

▪ Cálculo de la tubería 2ª

Tramo C = C'' al C' = C'''

$$Q = 19 + 11.87 = 30.87 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Por lo tanto la tubería será de PVC 90/4 con una J = 1.8 % y como la tubería mide 192 m.

$$AH = L \times J = 192 \times 0.018 = 3.46 \text{ m.c.a.}$$

Tramo C' = C''' al D

$$Q = 19 + 19.2 + 11.87 + 16.48 = 66.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo tanto la tubería será de PVC 110/4 con una J = 2 % y como la tubería mide 96 m.

$$AH = L \times J = 96 \times 0.02 = 1.92 \text{ m.c.a.}$$

Para calcular el diámetro de la tubería 1ª, esperamos a saber cual es el caudal que pasa por la otra tubería 2ª para poner el mayor de ellos.

9.2.2. Segundo sector.**▪ Subsector 2.1**

$$75 \text{ m} / (8.5 \text{ m/árbol}) = 9 \text{ arboles.}$$

$$9 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 144 \text{ l/h} = 0.144 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como el caudal del ramal portagoteros es de 0.144 m³/h, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una J = 1 %. Como el ramal mide 75 m.

$$AH_r = (75 + 18 \times 0.16) \times 0.01 \times 0.373 = 0.290 \text{ m.c.a.}$$

(F₁₈ = 0.373)

El caudal de la tubería portarramales:

$Q = 0.144 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 31 \text{ líneas} = 17.86 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 3.5 \%$.

$AH = L \times J \times F = 275 \times 0.035 \times 0.350 = 3.37 \text{ m.c.a.}$
($F_{124} = 0.350$)

▪ **Subsector 2.2**

$75 \text{ m} / (8.5 \text{ m/árbol}) = 9 \text{ arboles.}$

$9 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 144 \text{ l/h} = 0.144 \text{ m}^3/\text{h}$

Como el caudal del ramal portagoteros es de $0.144 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 1 \%$. Como el ramal mide 75 m.

$AH_r = (75 + 18 \times 0.16) \times 0.01 \times 0.373 = 0.290 \text{ m.c.a.}$
($F_{18} = 0.373$)

El caudal de la tubería portarramales:

$Q = 0.144 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 31 \text{ líneas} = 17.86 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 3.5 \%$.

$AH = L \times J \times F = 275 \times 0.035 \times 0.350 = 3.37 \text{ m.c.a.}$
($F_{124} = 0.350$)

▪ **Subsector 2.3**

$75 \text{ m} / (8.5 \text{ m/árbol}) = 9 \text{ arboles.}$

$9 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 144 \text{ l/h} = 0.144 \text{ m}^3/\text{h}$

Como el caudal del ramal portagoteros es de $0.144 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 1 \%$. Como el ramal mide 75 m.

$$\text{AHr} = (75 + 18 \times 0.16) \times 0.01 \times 0.373 = 0.290 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{18} = 0.373)$$

El caudal de la tubería portarramales:

$Q = 0.144 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 31 \text{ líneas} = 17.86 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 3.5 \%$.

$$\text{AH} = L \times J \times F = 275 \times 0.035 \times 0.350 = 3.37 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{124} = 0.350)$$

9.2.3. Tercer sector.

▪ **Subsector 3.1**

$75 \text{ m} / (8.5 \text{ m/árbol}) = 9 \text{ arboles.}$

$9 \text{ arboles} \times 8 \text{ l/h} \times 2 \text{ got./árbol} = 144 \text{ l/h} = 0.144 \text{ m}^3/\text{h.}$

Como el caudal del ramal portagoteros es de $0.144 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una $J = 1 \%$. Como el ramal mide 75 m.

$$\text{AHr} = (75 + 18 \times 0.16) \times 0.373 \times 0.01 = 0.290 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{18} = 0.373)$$

El caudal de la tubería portarramales:

$Q = (0.144 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 22 \text{ líneas}) + 1.632 \text{ m}^3/\text{h} = 14.30 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una $J = 2.5 \%$. Como la tubería mide 220 m.

$$\text{AH} = L \times J \times F = 220 \times 0.025 \times 0.350 = 1.93 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{104} = 0.350)$$

- **Subsector 3.2**

75 m / (8.5 m/árbol) = 9 arboles.

9 arboles x 8 l/h x 2 got./árbol = 144 l/h = 0.144 m³/h.

Como el caudal del ramal portagoteros es de 0.144 m³/h, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una J = 1 %. Como el ramal mide 75 m.

$$\text{AHr} = (75 + 18 \times 0.16) \times 0.373 \times 0.01 = 0.290 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{18} = 0.373)$$

El caudal de la tubería portarramales:

$Q = (0.144 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 28 \text{ líneas}) + 1.18 \text{ m}^3/\text{h} = 17.31 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una J = 3 %. Como la tubería mide 260 m.

$$\text{AH} = L \times J \times F = 260 \times 0.03 \times 0.349 = 2.72 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{126} = 0.349)$$

- **Subsector 3.3**

75 m / (8.5 m/árbol) = 9 arboles.

9 arboles x 8 l/h x 2 got./árbol = 144 l/h = 0.144 m³/h

Como el caudal del ramal portagoteros es de 0.144 m³/h, cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una J = 1 %. Como el ramal mide 75 m

$$\text{AHr} = (75 + 18 \times 0.16) \times 0.373 \times 0.01 = 0.290 \text{ m.c.a.}$$

$$(\text{F}_{18} = 0.373)$$

El caudal de la tubería portarramales:

$Q = (0.144 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ ramales} \times 33 \text{ líneas}) + 1.34 \text{ m}^3/\text{h} = 20.35 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 63/4 con una J = 4.5 %. Como la tubería mide 305 m.

$$AH = L \times J \times F = 305 \times 0.045 \times 0.349 = 4.79 \text{ m.c.a.}$$
$$(F_{146} = 0.349)$$

▪ **Subsector 3.4**

El ramal más largo es para 11 olivos.

11 olivos \times 8 l/h \times 2 got./árbol = 176 l/h = 0.176 m³/h, como el caudal del ramal portagoteros es de 0.176 m³/h cogeremos una tubería de PE 16/2.5 con una J = 2.2 %. Como el ramal mide 93.5 m.

$$AH_r = (93.5 + 22 \times 0.16) \times 0.368 \times 0.022 = 0.79 \text{ m.c.a.}$$

El caudal de la tubería portarramales:

Q = 228 arboles \times 8 l/h \times 4 got./árbol = 7296 l/h = 7.296 m³/h, cogeremos una tubería de PVC 50/4 con una J = 2.8 %. Como la tubería mide 325 m.

$$AH = L \times F \times J = 325 \times 0.352 \times 0.028 = 3.2 \text{ m.c.a.}$$
$$(F_{80} = 0.352)$$

▪ **Cálculo de la tubería 2ª**

Vamos a pasar ahora, ha calcular la tubería 2ª que va a servir tanto para el "sector 2º" como para el "sector 3º".

Del tramo C''' al C''. Con una longitud de 76.5 m.

Q = 7.296 m³/h, cogeremos una tubería de PVC 50/4 con una J = 2.8 %

$$AH = L \times J = 76.5 \times 0.028 = 2.14 \text{ m.c.a.}$$

Del tramo C'' al C'. Con una longitud de 144.5 m.

Q = 27.646 m³/h, cogeremos una tubería de PVC 75/4 con una J = 4 %

$$AH = L \times J = 144.5 \times 0.04 = 5.78 \text{ m.c.a.}$$

Del tramo C' al C. Con una longitud de 144.5 m.

$Q = 27.646 + 17.31 = 44.96 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 90/4 con una $J = 3.5 \%$

$AH = L \times J = 144.5 \times 0.035 = 5.06 \text{ m.c.a.}$

Del tramo C al D. Con una longitud de 76.5 m.

$Q = 44.96 + 14.30 = 59.26 \text{ m}^3/\text{h}$, cogeremos una tubería de PVC 110/4 con una $J = 2.3 \%$

$AH = L \times J = 76.5 \times 0.023 = 1.76 \text{ m.c.a.}$

▪ Cálculo de la tubería 1ª

Como el máximo caudal que se va a necesitar para regar un sector es de $66.55 \text{ m}^3/\text{h}$, la tubería que llega hasta el pozo será del mismo diámetro que el tramo C' = C''' al D (sector 1º) es decir una tubería de PVC 110/4 con una $J = 2 \%$

$AH = L \times J = 275 \times 0.02 = 5.5 \text{ m.c.a.}$

9.2.4. Resumen de las pérdidas de caga.

La presión necesaria en el origen del ramal:

$$H_o = P_t + 0.77 \times H_f + (H_z/2)$$

donde:

P_t = Presión de trabajo del emisor.

H_f = Pérdidas por rozamiento = $(L + (n \times L_{eq})) \times J \times F$

$H_z/2$ --- Diferencia de cota, en nuestro caso la finca es llana, es decir $H_z/2 = 0$.

	Hf total (mca)	Ramal portagot	Tubería terciaria	Tubería secundaria	Tubería primaria	Presión (mca)				
						A	B	C	D	P
Subsector 1.1	15.29	1.09	3.32	5.38	5.5	10	10.84	14.16	19.54	25.04
Subsector 1.2	11.83	1.09	3.32	1.92	5.5	10	10.84	14.16	16.08	21.58
Subsector 1.3	12.08	0.54	0.66	5.38	5.5	10	10.42	11.08	16.46	21.96
Subsector 1.4	9.9	0.54	1.94	1.92	5.5	10	10.42	12.36	14.28	19.78
Subsector 2.1	10.92	0.29	3.37	1.76	5.5	10	10.22	13.59	15.35	20.85
Subsector 2.2	15.98	0.29	3.37	6.82	5.5	10	10.22	13.59	20.41	25.91
Subsector 2.3	21.76	0.29	3.37	12.6	5.5	10	10.22	13.59	26.19	31.69
Subsector 3.1	9.48	0.29	1.93	1.76	5.5	10	10.22	12.15	13.91	19.41
Subsector 3.2	15.33	0.29	2.72	6.82	5.5	10	10.22	12.94	19.76	25.26
Subsector 3.3	23.18	0.29	4.79	12.6	5.5	10	10.22	15.01	27.61	33.11
Subsector 3.4	24.23	0.79	3.2	14.74	5.5	10	10.61	13.81	28.55	34.05

La presión necesaria a la salida del pozo es de 34.05 m.c.a.

▪ **Pérdida de carga por piezas especiales.**

Por piezas especiales se suele perder un 20 % de la pérdida de carga total que se produce a la salida del cabezal de riego.

H_{total} (sin tener en cuenta las pérdidas) = H_{salida} del cabezal - P_t

donde:

P_t = presión de trabajo = 10 m.c.a.

$H_{total} = 34.05 - 10 = 24.05$ m.c.a.

H_{total} (teniendo en cuenta las pérdidas) = $24.05 \times 1.2 = 28.86$ mca

H_{salida} del cabezal = $P_t + H_{total} = 10 + 28.86 = 38.86$ m.c.a.

9.3. Cálculo del cabezal de riego.

9.3.1. Equipo de bombeo.

▪ **Presión de la bomba**

Presión de la bomba = a + b + c + d

donde:

a = Presión a la salida del cabezal = 38.86 m.c.a.

b = Presión manométrica de aspiración = h + H_j x a

h = Nivel dinámico (desnivel del agua en el pozo) = 7 m.

H_j x a = Pérdida de carga de la tubería de aspiración

L = 8 m; Q = 66.55 m³/h; PVC 110/4; J = 2 %

8 x 0.02 = 0.16 m.c.a

b = 7 + 0.16 = 7.16 m.c.a.

c = Pérdida de carga del filtro de malla = 5 m.c.a.

d = Pérdida de carga del depósito fertilizante = 3 m.c.a

Presión de la bomba = 38.86 + 7.16 + 5 + 3 = 54.02 m.c.a.

▪ **Potencia de la bomba y del motor (N_b y N_m).**

$N_b = (Q \times P_b) / (75 \times U_b)$

donde:

Q = Caudal en l/s = 18.49 l/s = 66.55 m³/h

P_b = Presión de la bomba = 54.02 m.c.a.

U_b = Rendimiento de la bomba = 60 %

$N_b = (18.49 \times 54.02) / (75 \times 0.6) = 22.19 \text{ c.v.}$

$$Nm = Nb / Um$$

donde:

$$Um = \text{Rendimiento del motor} = 80 \%$$

$$Nm = 22.19 / 0.8 = 27.74 \text{ c.v.}$$

9.3.2. Equipo de Fertirrigación.

El equipo de fertirrigación se compondrá de un depósito de fertilizantes y de una bomba inyectora o dosificadora.

▪ **Depósito de Fertilizante.**

Cuando aplicamos mas abono es en Junio:

108.35 Kg/ha NO_3NH_48 riegos = 13.54 Kg/ha y riego.

2.3 Kg/ha MAP.....1 riego = 2.3 Kg/ha y riego.

18 Kg/ha KNO_32 riegos = 9 Kg/ha y riego.

Estas cantidades las aportamos en un total de 11 riegos.

La solubilidad verdadera de los abonos la disminuimos en un 25 % como margen de seguridad, para no tener problemas de precipitaciones:

NO_3NH_41642.5 gr/l

MAP..... 300 gr/l

KNO_3 251 gr/l

Capacidad del deposito fertilizante:

$$V = (S \times K) / C$$

donde:

S = Superficie máxima regada de una sola vez = 15.05 has.

$K = \text{Cantidad máxima de abono aplicado en un riego} = 13.54 \text{ Kg}$

$C = \text{Solubilidad del abono en Kg/l} = 1.642 \text{ Kg/l}$

$$V = (15.05 \times 13.54) / 1.642 = 124.10 \text{ l}$$

El depósito será de 200 litros de capacidad y para evitar decantaciones le colocaremos un electroagitador de 0.75 cv.

▪ **Bomba inyectora.**

Caudal de la bomba: $Q = (S \times K) / (T \times 0.8 \times C)$

donde:

$Q = \text{Caudal de la bomba en l/h}$

$S = \text{Superficie máxima regada en una sola vez} = 15.05 \text{ has.}$

$K = \text{Cantidad máxima de abono aplicado} = 13.54 \text{ Kg/ha y riego.}$

$T = \text{Tiempo de riego de un sector} = 5.02 \text{ h.}$

$C = \text{Solubilidad del abono en Kg/l} = 1.642 \text{ Kg/l.}$

El 0.8 es debido a que solo se abona el 80 % del tiempo de riego, el resto del tiempo es para el lavado de tuberías.

$$Q = (15.05 \times 13.54) / (5.02 \times 0.8 \times 1.642) = 30.90 \text{ l/h.}$$

Colocaremos una bomba inyectora de 90 l/h

9.3.3. Equipo de Filtrado.

▪ **Filtro de arena:**

$$Q = 66.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para calcular la superficie filtrante (S) aumentaremos el caudal en un 20 % para tener un margen de seguridad, aplicando el criterio de que la velocidad media del agua no sea superior a 60 m/h.

Con el incremento de caudal tenemos un total de:

$$Q_t = 1.2 \times 66.55 = 79.86 \text{ m}^3/\text{h} = 80 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = 60 \text{ m/h}$$

$$S = Q_t / V = 80 / 60 = 1.33 \text{ m}^2$$

Se instalarán 2 filtros para facilitar su limpieza, por lo que:

$$S = 1.33 / 2 = 0.66 \text{ m}^2$$

$$\text{Diámetro filtro} > (4 \times S/\pi)^{1/2} = (4 \times 0.66/\pi)^{1/2} = 0.916 \text{ m}$$

Elegimos 2 filtros de diámetro 916 mm.

▪ **Filtro de malla:**

Para mayor seguridad aumentaremos en un 20 % el caudal.

$$66.55 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.2 = 79.86 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Diámetro mínimo de paso del gotero} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Velocidad de paso de la superficie filtrante} = 0.4 - 0.6 \text{ m/s}$$

Tamaño de los orificios de la malla = 1/7 del tamaño de los orificios del gotero.

$$\text{Orificio de la malla} = 1 \text{ mm}/7 = 0.143 \text{ mm} = 143 \text{ micras} = \text{N}^\circ \text{ de mesh} = 112$$

$$\text{Velocidad del agua dentro del filtro} = 0.4 \text{ m/s} = 1440 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Superficie efectiva} = 79.86 / 1440 = 0.055 \text{ m}^2$$

ANEJO N°10

ESTUDIO DE LA MAQUINARIA.

10.1. Características de las máquinas.

10.2. Rendimiento de los aperos.

10.3. Costes horarios.

10.3.1. Costes fijos.

10.3.2. Costes variables.

10.3.3. Tractor Kubota 6950.

10.3.4. Arado de vertedera Kverneland Mod. Li Variomat.

10.3.5. Cuba de tratamientos.

10.3.6. Remolque distribuidor de estiércol Santa María.

10.3.7. Remolque de 8 Tm.

10.3.8. Pulverizador Hardy Ty-Mhy.

10.4. Costes de utilización.

10.4.1. Arado de vertedera.

10.4.2. Cuba de tratamientos.

10.4.3. Remolque 8 TM.

10.4.4. Remolque distribuidor de estiércol.

10.1. Características de las máquinas.

Datos obtenidos de tablas de maquinaria:

Va = valor de adquisición.

Vd = valor de desecho.

N = número de años de vida.

H = número total de horas de vida útil.

GR = grupo valor residual.

GRM = grupo reparación mantenimiento.

$Vd/Va = 0.68 \times 0.920^N$

$\%Va = 2.4 \times X^{1.5}$

Tractores;
Maquinaria;

$X = h \text{ acumuladas uso} / 1000$
 $(h \text{ acumuladas uso}) / (h \text{ vida útil}) \times 1000$

▪ **1. Tractor Kubota 6950.**

Va = 3292800 pts.

Potencia = 71 cv.

N = 12 años.

H = 12000 horas.

GR = 4

GRM = 7

Tractor de doble tracción.

▪ **2. Arado de vertedera reversible Kverneland Mod. Li Variomat.**

Va = 720000 pts.

Profundidad regulable.

N = 12 años.

H = 25000 horas.

GR = 4

GRM = 7

- **3. Pulverizador Hardy Ty-Mhy.**

$V_a = 540000$ pts.

$N = 10$ años.

$H = 1200$ horas.

- **4. Remolque distribuidor de estiércol Santa María.**

$V_a = 210000$ pts.

$N = 10$ años.

$H = 2500$ horas.

$GR = 4$

$GRM = 3$

- **5. Remolque de 8 Tm.**

$V_a = 170000$ pts.

$N = 15$ años.

$H = 5000$ horas.

$GR = 4$

$GRM = 5$

- **6. Cuba de tratamiento.**

$V_a = 425000$ pts.

$N = 10$ años.

$H = 1200$ horas.

$GR = 4$

$GRM = 5$

10.2. Rendimiento de los aperos.

Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$St = a \times v / 10$$

$$Se = R \times St$$

$$Te = 1 / Se$$

$$T = Te \times n^{\circ} \text{ Ha}$$

$$N^{\circ} \text{ jornadas} = T / 6.5 \text{ horas}$$

De donde:

St = superficie total (has)

Se = superficie efectiva (has)

a = anchura útil (m)

v = velocidad (Km/h)

R = rendimiento efectivo

Te = tiempo de ejecución (horas)

T = tiempo total (horas)

▪ **1. Arado de vertedera.**

a = 2 m	v = 6 Km/h	R = 0.7
St = 1.2 has	Se = 0.84 ha	
Te = 1.19 h	T = 47.6 h	Nº jornadas = 7.32

▪ **2. Remolque 8 Tm.**

a = 6 m	v = 6 Km/h	R = 0.8
St = 3.6 has	Se = 2.88 ha	
Te = 0.35 h	T = 14 h	Nº jornadas = 2.15

▪ **3. Cuba de tratamiento.**

a = 6 m	v = 6 Km/h	R = 0.8
St = 3.6 has	Se = 2.88 ha	
Te = 0.35 h	T = 14 h	Nº jornadas = 2.15

4. Remolque distribuidor de estiércol.

$a = 2.5 \text{ m}$ $v = 3.5 \text{ Km/h}$ $R = 0.8$
 $St = 0.88 \text{ has}$ $Se = 0.7 \text{ ha}$
 $Te = 1.42 \text{ h}$ $T = 56.8 \text{ h}$ $N^{\circ} \text{ jornadas} = 8.74$

5. Pulverizador.

$a = 7 \text{ m}$ $v = 5 \text{ Km/h}$ $R = 0.8$
 $St = 3.5 \text{ has}$ $Se = 2.8 \text{ ha}$
 $Te = 0.36 \text{ h}$ $T = 14.29 \text{ h}$ $N^{\circ} \text{ jornadas} = 2.19$

10.3. Costes horarios.

Para el cálculo del coste horario de la maquinaria, se calculan previamente los costes fijos y los costes variables.

10.3.1. Costes fijos.

$$\text{Amortización} = (V_a - V_d) / N$$

V_a = valor de adquisición

N = años de vida

H = total de horas de vida útil

N y H : según tablas de maquinaria

Inversión = V_a - subvención.

Interés del capital: $I_m = 0.5 \times i$; de dónde:

i = tipo de interés para préstamos a largo plazo. Se aplicará sobre la inversión: $(i/100) \times (V_a \times \text{subvención})$; $i = 16\%$

Alojamientos = se fija una cuota 500 pts/m² para la maquinaria y 1000 pts/año para el tractor.

Seguros e impuestos anuales: del 1 al 3% del V_a , tomándose como valor medio el 2% de V_a .

10.3.2. Costes variables.

- **Combustibles:**

$$C_h = N_m \times F \times C_e$$

Donde:

C_h = consumo horario en gr/hora

N_m = potencia nominal en Kw

C_e = 230 gr/Kwh

F = factor de carga = 0.6

ρ gasoil = 850 gr/l

- **Lubricantes y grasas.**

Aceite del motor:

Un cambio cada 150 horas, capacidad = 10 litros, 0.06 l/h; consumo = 0.01 l/h

Sistema hidráulico + caja de cambio + puente trasero:

Un cambio cada 1250 horas, capacidad media global = 50 litros, consumo de 0.04; 0.5 Kg por jornada de trabajo de 6.5 horas, precio = 500 pts/l.

- **Neumáticos:**

Se fija como criterio cambiarlos:

Cubiertas cada 4000 horas, precio de las traseras = 125000 pts y de las delanteras = 85000 pts.

Cámaras cada 2000 horas, precio de las traseras = 12000 pts y de las delanteras = 8500 pts.

10.3.3. Tractor Kubota 6950.

Precio de adquisición: 3292800 pts

- **Costes fijos:**

Amortización:

$$a = (V_a - V_d) / N$$

Tractor de 4 ruedas motrices \Rightarrow Grupo valor residual = 1 $\Rightarrow V_d/V_a = 0.68 \times 0.920^N$

Vida útil $\Rightarrow N = 12$ años.

$$V_d = 0.68 \times 0.920^{12} \times 3292800 = 823243.28 \text{ pts}$$

$$a = (3292800 - 823243.28) / 12 = 205796.39 \text{ pts/año}$$

Interés capital:

$$\text{Coste por interés} = I_m \times V_a$$

$$I_m = 0.5 \times i$$

i : 16%

$$\text{Coste por interés} = 0.5 \times 16\% \times 3292800 = 263424 \text{ pts/año}$$

Alojamiento:

Coste por alojamiento = $[(1000\text{pts}) / (\text{m}^2 \times \text{año})] \times \text{Smaquina}$
 Smaquina = 20 m^2
 Coste por alojamiento = 20000 pts/año

Seguros e impuestos:

Coste por seguros = $2\% \text{ Va} = 2\% 3292800 = 65856 \text{ pts/año}$

$205796 + 263424 + 20000 + 65856 = 555076 \text{ pts/año}$

Total CF = $[(555076 \text{ pts/año}) \times 12 \text{ años}] / 12000 \text{ h} = 555 \text{ pts/h}$

▪ **Costes variables:**

Combustible:

Consumo horario = $Nm (\text{Kw}) \times F \times Ce (\text{gr/Kwh})$

ρ gasoil = 850 gr/l

$F = 0.6$

$Ce = 230 \text{ gr/l}$

Precio actual del gasoil = 94.4 pts/l

$71 \text{ cv} \times (735 \text{ w/1cv}) \times (1\text{Kw}/1000\text{w}) = 52.19 \text{ Kw}$

Consumo horario = $52.19 \times 0.6 \times 230 = 7202.22 \text{ gr/h}$

$7202.22 (\text{gr/h}) \times 11/850 \text{ gr} \times 94.4 \text{ pts/l} = 799.87 \cong 800 \text{ pts/h}$

Lubricantes y grasas:

$0.06 \text{ l/h} + 0.01 \text{ l/h} + 0.04 + 0.04 = 0.15 \text{ l/h}$

$0.15 \text{ l/h} \times 500 \text{ pts/l} = 75 \text{ pts/h}$

Neumáticos:

Cubiertas traseras: $2 \times 125000 = 250000 \text{ pts}$

Cubiertas delanteras: $2 \times 85000 = 170000 \text{ pts}$

Total cubiertas: $420000 / 4000 \text{ horas} = 105 \text{ pts/h}$

Cámaras traseras: $2 \times 12000 = 24000 \text{ pts}$

Cámaras delanteras: $2 \times 8500 = 17000 \text{ pts}$

Total cámaras: $41000 / 2000 \text{ horas} = 2.05 \text{ pts/h}$

Reparaciones y mantenimiento:

Tractor de 4 ruedas motrices \Rightarrow Grupo = 1
 $(2 \times X^{1.5})\% Va$
 Horas acumuladas de uso = 12000 h
 $X = \text{Horas acumuladas de uso}/1000 = 12000/1000 = 12$
 $(99.77/100)\% 3292800 = 3285099 \text{ pts}$
 $3285099 \text{ pts} / 12000 \text{ horas} = 273.75 \text{ pts/h}$

Mano de obra del tractorista:

4553 pts/día \Rightarrow 700 pts/h

Total CV = 800 + 75 + 105 + 22.5 + 273.75 + 700 = 1975.25 pts/h

Costes Totales = CF + CV = 555 + 1976.25 = 2531 pts/h

10.3.4. Arado de vertedera Kverneland Mod. Li Variomat.

Precio de adquisición: 720000 pts

▪ **Costes fijos:**

Amortización:

$a = (Va - Vd) / N$
 Arado de vertedera \Rightarrow Grupo valor residual = 4 $\Rightarrow Vd/Va = 0.60 \times 0.885^N$
 Vida útil $\Rightarrow N = 12$ años.
 $Vd = 0.60 \times 0.885^{12} \times 720000 = 65929 \text{ pts}$
 $a = (720000 - 65929) / 12 = 54506 \text{ pts/año}$

Interés capital:

Coste por interés = $Im \times Va$
 $Im = 0.5 \times i$
 $i: 16\%$
 Coste por interés = $0.5 \times 16\% \times 720000 = 57600 \text{ pts/año}$

Alojamiento:

Coste por alojamiento = $[(500\text{pts}) / (\text{m}^2 \times \text{año})] \times \text{Smaquina}$
 $\text{Smaquina} = 7 \text{ m}^2$

Coste por alojamiento = 3500 pts/año

Seguros e impuestos:

Coste por seguros = 2% Va = 2% 720000 = 14400 pts/año

54506 + 57600 + 3500 + 14400 = 130006 pts/año

Total CF = [(130006 pts/año) x 12 años] / 2500 h = **624 pts/h**

▪ **Costes variables:**

Reparaciones y mantenimiento:

Arado de vertedera \Rightarrow Grupo = 7
 $(0.301 \times 100^{1.3} \times Va/100) / \text{horas de vida útil}$
 Horas acumuladas de uso = 2500 h
 $(189.92 \times 720000/100)/2500 = 345.11 \text{ pts/h}$

Total CV = 345 pts/h

Costes Totales = CF + CV = 624 + 345 = **969 pts/h**

10.3.5. Cuba de tratamientos.

Precio de adquisición: 425000 pts

▪ **Costes fijos:**

Amortización:

$a = (Va - Vd) / N$

Cuba de tratamientos \Rightarrow Grupo valor residual = 4 $\Rightarrow Vd/Va = 0.60 \times 0.885^N$

Vida útil $\Rightarrow N = 10$ años.

H = 1200 h

$Vd = 0.60 \times 0.885^{10} \times 425000 = 75158 \text{ pts}$

$a = (425000 - 75158) / 10 = 34984.2 \text{ pts/año}$

Interés capital:

$$\text{Coste por interés} = \text{Im} \times \text{Va}$$

$$\text{Im} = 0.5 \times i$$

i: 16%

$$\text{Coste por interés} = 0.5 \times 16\% \times 425000 = 34000 \text{ pts/año}$$

Alojamiento:

$$\text{Coste por alojamiento} = [(500\text{pts}) / (\text{m}^2 \times \text{año})] \times \text{Smaquina}$$

$$\text{Smaquina} = 5 \text{ m}^2$$

$$\text{Coste por alojamiento} = 2500 \text{ pts/año}$$

Seguros e impuestos:

$$\text{Coste por seguros} = 2\% \text{ Va} = 2\% \times 425000 = 8500 \text{ pts/año}$$

$$\text{Total CF} = (79984.2 \times 10) / 1200 \text{ h} = \mathbf{666.5 \text{ pts/h}}$$

▪ **Costes variables:**

Reparaciones y mantenimiento:

$$\text{Cuba de tratamientos} \Rightarrow \text{Grupo} = 5$$

$$(0.096 \times 100^{1.4} \times \text{Va}/100) / \text{horas de vida útil}$$

$$\text{Horas acumuladas de uso} = 1200 \text{ h}$$

$$(0.096 \times 100^{1.4} \times 425000/100) / 1200 = 214.5 \text{ pts/h}$$

$$\text{Total CV} = \mathbf{214.5 \text{ pts/h}}$$

$$\text{Costes Totales} = \text{CF} + \text{CV} = 666.5 + 214.5 = \mathbf{881 \text{ pts/h}}$$

10.3.6. Remolque distribuidor de estiércol Santa María.

Precio de adquisición: 210000 pts

▪ **Costes fijos:**

Amortización:

$$a = (V_a - V_d) / N$$

$$\text{Remolque distribuidor} \Rightarrow \text{Grupo valor residual} = 4 \Rightarrow V_d/V_a = 0.60 \times 0.885^N$$

$$\text{Vida útil} \Rightarrow N = 10 \text{ años.}$$

$$H = 2500 \text{ h}$$

$$V_d = 0.60 \times 0.885^{10} \times 210000 = 26304 \text{ pts}$$

$$a = (210000 - 26304) / 10 = 18369 \text{ pts/año}$$

Interés capital:

$$\text{Coste por interés} = I_m \times V_a$$

$$I_m = 0.5 \times i$$

$$i: 16\%$$

$$\text{Coste por interés} = 0.5 \times 16\% \times 210000 = 16800 \text{ pts/año}$$

Alojamiento:

$$\text{Coste por alojamiento} = [(500 \text{ pts}) / (\text{m}^2 \times \text{año})] \times \text{Smaquina}$$

$$\text{Smaquina} = 20 \text{ m}^2$$

$$\text{Coste por alojamiento} = 10000 \text{ pts/año}$$

Seguros e impuestos:

$$\text{Coste por seguros} = 2\% V_a = 2\% \times 210000 = 4200 \text{ pts/año}$$

$$\text{Total CF} = (49369 \times 10) / 2500 \text{ h} = \mathbf{197.5 \text{ pts/h}}$$

▪ Costes variables:

Reparaciones y mantenimiento:

$$\text{Distribuidor de estiércol} \Rightarrow \text{Grupo} = 3$$

$$(0.096 \times 100^{1.4} \times V_a/100) / \text{horas de vida útil}$$

$$\text{Horas acumuladas de uso} = 2500 \text{ h}$$

$$(60.57 \times 210000/100) / 2500 = 50.88 \text{ pts/h}$$

$$\text{Total CV} = \mathbf{50.88 \text{ pts/h}}$$

$$\text{Costes Totales} = \text{CF} + \text{CV} = 197.5 + 50.88 = \mathbf{248.38 \text{ pts/h}}$$

10.3.7. Remolque de 8 Tm.

Precio de adquisición: 170000 pts

▪ **Costes fijos:**

Amortización:

$$a = (V_a - V_d) / N$$

$$\text{Remolque} \Rightarrow \text{Grupo valor residual} = 4 \Rightarrow V_d/V_a = 0.60 \times 0.885^N$$

$$\text{Vida útil} \Rightarrow N = 15 \text{ años.}$$

$$H = 5000 \text{ h}$$

$$V_d = 0.60 \times 0.885^{15} \times 170000 = 16321 \text{ pts}$$

$$a = (170000 - 16321) / 15 = 10245.27 \text{ pts/año}$$

Interés capital:

$$\text{Coste por interés} = I_m \times V_a$$

$$I_m = 0.5 \times i$$

$$i: 16\%$$

$$\text{Coste por interés} = 0.5 \times 16\% \times 170000 = 13600 \text{ pts/año}$$

Alojamiento:

$$\text{Coste por alojamiento} = [(500 \text{ pts}) / (\text{m}^2 \times \text{año})] \times S_{\text{maquina}}$$

$$S_{\text{maquina}} = 20 \text{ m}^2$$

$$\text{Coste por alojamiento} = 10000 \text{ pts/año}$$

Seguros e impuestos:

$$\text{Coste por seguros} = 2\% V_a = 2\% 170000 = 3400 \text{ pts/año}$$

$$\text{Total CF} = (37245.27 \times 15) / 5000 \text{ h} = \mathbf{111.7 \text{ pts/h}}$$

▪ **Costes variables:**

Reparaciones y mantenimiento:

$$\text{Remolque} \Rightarrow \text{Grupo} = 5$$

$$(0.159 \times 100^{1.4} \times V_a/100) / \text{horas de vida útil}$$

Horas acumuladas de uso = 2500 h
 $(0.159 \times 100^{1.4} \times 170000/100) / 5000 = 34.1 \text{ pts/h}$

Total CV = 34.1 pts/h

Costes Totales = CF + CV = 111.7 + 34.1 = 145.8 pts/h

10.3.8. Pulverizador Hardy Ty-Mhy.

Precio de adquisición: 540000 pts

▪ **Costes fijos:**

Amortización:

$$a = (V_a - V_d) / N$$

Pulverizador \Rightarrow Grupo valor residual = 4 $\Rightarrow V_d/V_a = 0.60 \times 0.885^N$

Vida útil $\Rightarrow N = 10$ años.

H = 1200 h

$V_d = 0.60 \times 0.885^{10} \times 540000 = 67640 \text{ pts}$

$a = (540000 - 67640) / 10 = 47236 \text{ pts/año}$

Interés capital:

Coste por interés = $I_m \times V_a$

$I_m = 0.5 \times i$

i: 16%

Coste por interés = $0.5 \times 16\% \times 540000 = 43200 \text{ pts/año}$

Alojamiento:

Coste por alojamiento = $[(500\text{pts}) / (\text{m}^2 \times \text{año})] \times \text{Smaquina}$

Smaquina = 7 m^2

Coste por alojamiento = 3500 pts/año

Seguros e impuestos:

Coste por seguros = $2\% V_a = 2\% \times 540000 = 10800 \text{ pts/año}$

Total CF = $(104736 \times 10) / 1200 \text{ h} = 872.8 \text{ pts/h}$

▪ **Costes variables:**

Reparaciones y mantenimiento:

Pulverizador \Rightarrow Grupo = 5

$(0.159 \times 100^{1.4} \times Va/100) / \text{horas de vida útil}$

Horas acumuladas de uso = 1200 h

$(0.159 \times 100^{1.4} \times 540000/100) / 1200 = 451.45 \text{ pts/h}$

Total CV = 451.45 pts/h

Costes Totales = CF + CV = 872.8 + 451.45 = 1284.25 pts/h

10.4. Costes de utilización.

Se utiliza la siguiente formula:

$$CU = CH \times Te \text{ (pts/h)}$$

de donde:

CU = coste de utilización

CH = coste total en pts/h

Te = tiempo empleado en h/ha

CT = costes totales (pts/h)

10.4.1. Arado de vertedera.

$$CH = CT \text{ tractor} + CT \text{ vertedera} = 2531 + 969 = 3500 \text{ pts/h}$$

$$Te = 1.19 \text{ h/ha}$$

$$CU = 3500 \times 1.19 = 4165 \text{ pts/ha}$$

10.4.2. Cuba de tratamientos.

$$CH = CT \text{ tractor} + CT \text{ cuba} = 2531 + 881 = 3412 \text{ pts/h}$$

$$Te = 0.35 \text{ h/ha}$$

$$CU = 3412 \times 0.35 = 1194.2 \text{ pts/ha}$$

10.4.3. Remolque 8 TM.

$$CH = CT \text{ tractor} + CT \text{ remolque} = 2531 + 145.8 = 2676.8 \text{ pts/h}$$

$$Te = 0.35 \text{ h/ha}$$

$$CU = 2676.8 \times 0.35 = 937 \text{ pts/ha}$$

10.4.4. Remolque distribuidor de estiércol.

$$CH = CT \text{ tractor} + CT \text{ remolque} = 2531 + 248.38 = 2779.38 \text{ pts/h}$$

$$Te = 1.42 \text{ h/ha}$$

$$CU = 2779.38 \times 1.42 = 3946.7 \text{ pts/ha}$$

ANEJO N°11

PRESUPUESTO Y ESTUDIO ECONOMICO.

11.1. Presupuesto de la inversión.

11.1.1. Consumo eléctrico.

11.1.2. Presupuesto de la instalación de riego.

11.1.3. Presupuesto de albañilería.

11.1.4. Presupuesto de la instalación eléctrica.

11.1.5. Total inversión.

11.2. Estudio económico.

11.2.1. Pagos ordinarios.

11.2.2. Pagos extraordinarios.

11.2.3. Cobros ordinarios.

11.2.4. Cobros extraordinarios.

11.2.5. Flujos de caja.

11.3. Evaluación económica del proyecto.

11.3.1. Calculo del Valor Actual Neto (VAN).

11.3.2. Plazo de recuperación.

11.3.3. Tasa interna de rendimiento.

11.1. Presupuesto de la inversión.

11.1.1. Consumo eléctrico.

▪ **1. Consumo electrobomba.**

$$C_e = 22.19 \text{ cv} \times 0.736 \text{ kwh/cv} = 16.33 \text{ kwh}$$

▪ **2. Consumo electroagitador.**

$$C_e = 0.75 \text{ cv} \times 0.736 \text{ kwh/cv} = 0.55 \text{ kwh}$$

▪ **3. Consumo total al año.**

$$\text{Horas riego año} = 214 \text{ días} \times 5.02 \text{ h/día} = 1074.28 \text{ h/año.}$$

$$\text{Horas fertilización año} = 45 \text{ días} \times 5.02 \text{ h/día} = 225.9 \text{ h/año.}$$

$$\text{Consumo bomba} = 16.33 \text{ kw/h} \times 1074.28 \text{ h/año} = 17542.99 \text{ kw/año.}$$

$$\text{Consumo electroagitador} = 0.55 \text{ kw/h} \times 225.9 \text{ h/año} = 124.24 \text{ kw/año.}$$

$$\text{Total consumo} = 17667.23 \text{ kw/ año.}$$

11.1.2. Presupuesto de la instalación de riego.

▪ **NOTA: Direcciones:**

- Tecrirriegos S.A. (Asunción, 42 - 5°) Telf: 954279195

Goteros pinchados, $q = 8 \text{ l/h}$, $P_t = 10 \text{ m.c.a.}$
P.V.P = 58 pts/und.
Modelo : ITR - 8 (IVER DRIP)

Desmontable – autocompensante

PE ϕ 16/2.5	P.V.P = 32 pts/m.	Tapón
PCV ϕ 50/4	P.V.P. = 168 pts/m.	190 pts.
PVC ϕ 63/4	P.V.P. = 214 pts/m.	275 pts.
PVC ϕ 75/4	P.V.P. = 256 pts/m.	520 pts.
PVC ϕ 90/4	P.V.P. = 308 pts/m.	845 pts.
PVC ϕ 110/4	P.V.P. = 461 pts/m.	1700 pts.
Una T (110/110 mm)	P.V.P.= 2670 pts.	
Una T (110/63 mm)	P.V.P. = 2670 pts más reducción de 110-90 mm	P.V.P. = 535 pts.
Una T (90/63 mm)	P.V.P. = 1790 pts más reducción de 90-75mm	P.V.P. = 535 pts.
Una T (75/63 mm)	P.V.P. = 995 pts más reducción de 75-50 mm	P.V.P. = 535 pts.
Un codo de 90°(110 mm) = 2060 pts.		
Un codo de 90°(90 mm) = 1105 pts más reducción de 90-63mm P.V.P. = 535 pts		
Un codo 90°(50 mm) = 245 pts.		

- Riegos Guadalquivir (Tejares 2, loc. 3 y 4) Telf: 954342829

Grupo Motobomba

Tipo : sumergible
 Potencia : 30 cv
 Modelo : SDO'76-5F3
 Altura manométrica: 80 m.c.a.
 Qmáx = 70000 l/h
 P.V.P. = 1068000 pts.

- Arigo (Los Rosales. Ctra. Sevilla - Lora Km. 32) Telf: 955645890.

Goteros pinchados, Pt = 10 m.c.a., q = 8 l/h
 NETAFIN
 P.V.P.= 43 pts/unidad
 No autocompensantes.

Bomba inyectora

Modelo : DAMOVA
 Qmáx : 62 l/h
 P.V.P. = 87000 pts

Grupo Motobomba

Modelo : SAER - IR 65 200A
 Alt. manométrica : 54.6 m.c.a.

Potencia = 30 cv
Q_{máx} : 70000 l/h
P.V.P. = 360000 pts

Filtro de malla.

Tipo conexión: Brida en ambos extremos.
 $\phi = 4''$
N° de mesh = 140
Q_{máx} = 80 m³/h
Pt = 8 kg/cm²
Material = acero
P.V.P. = 111360 pts

Deposito de fertilizante:

Capacidad : 3000 l
P.V.P. = 130000 pts.
P.E. amarillo especial para abono, con boca de hombre.

Electroagitador:

Modelo = IR-2040
Precio = 43000 pts
750 r.p.m.

Manómetro de glicerina enroscado (1/4")

P.V.P. = 1500 pts.

Válvulas reguladoras de presión (4")

DOROT, con el piloto regulador
P.V.P. = 65000 pts.

Unión de tub. PVC con ramal portagoteros, mediante orificio, junta bilabial

P.V.P. = 35 pts.

- Todo Goma (C/ Adriano, Pol. Calonge) Telf: 954228758

Depósito fertilizante.

Capacidad : 200 l, poliester cilíndrico
P.V.P. = 12500 pts

Válvula de paso:

P.V.P. = 2912 pts.

Válvula de retención(2")

P.V.P. = 1690 pts

- Riego Rama (Pol. Ind. Su Eminencia) Telf: 954646963.

Bomba dosificadora de membrana (con motor)

Modelo : MO5/50D
Q = 41 l/h
Presión máxima = 5 kg/cm²
P.V.P = 831000 pts.

Grupo Motobomba

Q = 72 m³/h

Potencia : 30 cv
 Presión : 5.55 kg/cm²
 Modelo : MN65-200A
 P.V.P. = 300400 pts

- Regaber (Ctra. de Extremadura, 10) Telf. 954395054

Válvula reguladora de presión (2") enroscada
 P.V.P. = 33940 pts.

Filtro de arena (36")
 P.V.P. = 161490 pts

- Hnos. Ocaña Hoyos (Brenes) Telf: 954796080

Electroválvula (2")
 P.V.P. = 33940 pts

Filtro de arena (950 mm) Brida
 P.V.P. = 161490 pts.

- Plásticos Gema (Paseo Colón) Telf: 954225452

Válvula de retención ϕ 110 mm PVC enroscada
 P.V.P. = 10400 pts.

- Plasur (Pol. Calonge) Telf: 954358738

Electroválvula (2")
 P.V.P. = 11600 pos.

Válvula de compuerta Brida, hierro fundido (4")
 P.V.P. = 12800 pts

▪ **Goteros.**

Nº goteros = 40.305 ha x 139 arboles/ha x 4 got./árbol = 22410 got.

Precio goteros = 43 ptas/gotero x 22410 goteros = 963630 pts.

Gotero pinchado de q = 8 l/h, y Pt = 10 m.c.a. METAFIN (no autocompensante) ARIGO.

▪ **Tuberías.**

SECTOR 1.

PE ϕ 16/2.5

S 1.1. ---- 76 ramales
S 1.2. ---- 76 ramales
S 1.3. ---- 74 ramales
S 1.4. ---- 100 ramales
Total ----- 326 ramales

Metros de PE ϕ 16 = 326 ramales x 95 m/ramal = 30970 m

Precio = 30970 m x 32 pts/m = 991040 pts.

PVC ϕ 63/4

S 1.1. ---- 235 m.
S 1.2. ---- 235 m.
S 1.3. ---- 145 m.
S 1.4. ---- 205 m.
Total ----- 820 m.

Metros de PVC ϕ 63 = 820 m.

Precio = 820 m x 214 pts / m = 175480 pts.

PVC ϕ 90/4

Metros de PVC ϕ 90 = 192 m.

Precio = 192 m x 308 pts/m = 59136 pts.

PVC ϕ 110/4

Metros de PVC ϕ 110 = 96 m.

Precio = 96 m x 461 pts/m = 44256 pts.

SECTOR 2.

PE ϕ 16/2.5

S 2.1. ---- 124 ramales.
S 2.2. ---- 124 ramales.
S 2.3. ---- 124 ramales.
Total ----- 372 ramales.

Metros de PE $\phi 16 = 372$ ramales x 75 m/ramal = 27900 m.

Precio = 27900 m x 32 pts/m = 892800 pts.

PVC $\phi 63/4$

S 2.1. ---- 275 m.

S 2.2. ---- 275 m.

S 2.3. ---- 275 m.

Total ---- 825 m.

Metros de PVC $\phi 63 = 825$ m.

Precio = 825 m x 214 pts/m = 176550 pts

SECTOR 3.

PE $\phi 16/2.5$

S 3.1. ---- 104 ramales.

S 3.2. ---- 126 ramales.

S 3.3. ---- 146 ramales.

S 3.4. ---- 80 ramales.

Total ---- 456 ramales.

Metros de PE $\phi 16 = 456$ ramales x 75 m/ramal = 34200 m.

Precio = 34200 m x 32 pts/m = 1094400 pts.

PVC $\phi 63/4$

S 3.1. ---- 220 m.

S 3.2. ---- 260 m.

S 3.3. ---- 305 m.

Total ---- 785 m.

S 3.4. ---- 325 m. --- PVC $\phi 50/4$ x 168 pts/m = 54600 pts.

Metros de PVC $\phi 63 = 785$ m

Precio = 785 m x 214 pts/m = 167990 pts.

PVC $\phi 50/4$

Metros de PVC $\phi 50 = 7605$ m.

Precio = 76.5 m x 168 pts/m = 12852 pts.

PVC $\phi 75/4$

Metros de PVC ϕ 75 = 144.5 m.

Precio = 144.5 m x 256 pts/m = 36992 pts.

PVC ϕ 90/4

Metros de PVC ϕ 90 = 144.5 m.

Precio = 144.5 m x 308 pts/m = 44506 pts.

PVC ϕ 110/4

Metros de PVC ϕ 110 = 76.5 + 275

Precio = 76.5 m x 461 pts/m = 35267 pts.

275 m x 461 pts/m = 126775 pts

Total de Tuberías:

PE = 2978240 pts.

PVC = 934404 pts.

Total = 3912644 pts.

▪ **Cabezal de Riego.**

Equipo de fertirrigación.

Depósito de fertilizante de 200 l = 12500 pts (Poliester , TODOGOMA)

Bomba inyectora de 62 litros/h = 87000 pts (Damova. ARIGO)

Electroagitador = 43000 pts (Mod. IR2040, ARIGO)

Total de equipo de fertirrigación = 142500 pts.

Bomba vertical.

Fabricante = SAER. ARIGO.

Modelo : IR 65200A

Precio : 360000 pts.

Manómetro glicerina = 1500 pts. (ARIGO)

Filtro de malla = 111360 pts (ARIGO)

Filtro de arena = 161490 pts (REGABER)

Total del cabezal de riego = 615360 pts.

▪ **Accesorios.**

Válvulas de compuerta ϕ 110 mm (PLASUR)

1 x 12800 = 12800 pts.

Tapones :

PVC ϕ 110mm --- 1 x 1700 = 1700 pts.

PVC ϕ 90 mm --- 1 x 845 = 845 pts.

PVC ϕ 63 mm --- 10 x 275 = 2750 pts.

PVC ϕ 50 mm --- 2 x 190 = 380 pts.

Codos de 90°:

Para PVC ϕ 110 --- 1 x 2060 = 2060 pts.

Para PVC ϕ 90 --- 2 x 1105 = 2210 pts.

Para PVC ϕ 50 --- 1 x 245 = 245 pts.

Tés:

Una T (110/110) = 2670 pts.

Cuatro T (110/63) = 4 x 2670 = 10680 pts.

Dos T (90/63) = 2 x 1790 = 3580 pts.

Dos T (75/63) = 2 x 995 = 1990 pts.

Reducciones:

Cuatro reducciones 110/90 = 4 x 535 = 2140 pts.

Dos reducciones 90/63 = 2 x 535 = 1070 pts.

Dos reducciones 90/75 = 2 x 535 = 1070 pts.

Dos reducciones 75/50 = 2 x 535 = 1070 pts.

Electroválvulas (REGABER) = 11 x 33946 = 373340 pts.

Válvula de retención ϕ 110mm.(PLASTICOS.GEMA) = 10400 pts.

Unión tubería PVC con ramal portagoteros, mediante orificio, junta bilabial = 35 pts.

Sector 1 --- 326 ramales

Sector 2 --- 372 ramales

Sector 3 --- 456 ramales

Total --- 1154 ramales x 35 = 40390 pts

Manómetros (ARIGO) = 3 x 1500 = 4500 pts.

Caudalímetro (ARIGO) tipo Woltman = 1 x 87000 pts.

▪ **Total coste instalación.**

Goteros = 963630 pts.

Tuberías = 3912644 pts.

Cabezal de riego = 615360 pts.

Accesorios = 562890 pts.

Total = 6054524 pts.

11.1.3. Presupuesto de albañilería.

Caseta de 5 x 4 m, de bloques de hormigón prefabricado, con techo de chapas ondulado de fibrocemento y suelo de hormigón armado.

$20 \text{ m}^2 \times 18500 \text{ pts/m}^2 = 370000 \text{ pts.}$

11.1.4. Presupuesto de la instalación eléctrica.

La finca se encuentra situada a un kilómetro seiscientos metros, de la línea de electricidad más cercana.

Según datos estimados por MEDINA-GARBEY el coste de alargar la línea hasta nuestra finca, incluidos postes y cableado, sería de:

1300000 pts/km.

Lo que supone un total de aproximadamente :

2080000 pts.

11.1.5. Total inversión.

Total instalación = 6054524 pts.

Total instalación eléctrica = 2080000 pts.

Total albañilería = 370000 pts.

Total inversión = 8500000 pts.

11.2. Estudio económico.

11.2.1. Pagos ordinarios.

▪ **Tratamiento fitosanitario.**

Según el propietario de la finca, los gastos por tratamiento fitosanitario son aproximadamente de 20000 pts/ha; lo que hacen un total de 800000 pts/año.

▪ **Sueldos.**

Manijero:	120000 pts/mes	⇒	1800000 pts/año
Propietarios:	2 x 200000 pts/mes	⇒	6000000 pts/año
	Total	⇒	7800000 pts/año

▪ **Poda.**

La poda se paga a 4068 pts/día, podándose una media de veinte olivos al día.

$$(4068 \text{ pts/día}) / (20 \text{ olivos/día}) = 203.4 \text{ pts/olivo}$$

$$203.4 \text{ pts/olivo} \times 139 \text{ olivos/ha} = 28272.6 \text{ pts/ha}$$

$$28272.6 \text{ pts/ha} \times 40.305 \text{ has} = 1139000 \text{ pts/año}$$

En los años de vecería, la poda realizada al árbol es menos exhaustiva, pagándose aproximadamente el 80%: 911200 pts/año

▪ **Recogida.**

En la recogida trabajan aproximadamente treinta personas, de las cuales quince trabaja con escalera que cobran 4450 pts/día y los quince restantes trabajaban sin escalera cobrando 4068 pts/día.

$$15 \times 4450 \text{ pts/día} = 66750 \text{ pts/día}$$

$$15 \times 4068 \text{ pts/día} = 61020 \text{ pts/día}$$

Total: 127770 pts/día

Se estima un período de recogida de 25 días:

3194250 pts/año.

En los años de menos producción se estima un 20% menos que en los años de producción:

2555400 pts/año.

▪ **Estercolado.**

Se aplicará cada tres años, con un gasto de 244000 pts/año.

▪ **Electricidad.**

Se produce un consumo de 17667.23 Kw/año, a 16 pts/Kw: 282676 pts/año.

▪ **Fertilización.**

Abono	Kg/ha	Has	Kg totales	Pts/Kg	Total pts
NO ₃ NH ₄	280.35	40.305	11299	95	1073453
MAP	46.3	40.305	1866	90	167951
KNO ₃	135.9	40.305	5477	110	602519

Total	1843923
--------------	----------------

Años	Trata.Fito.	Sueldos	Poda	Recogida	Estercolado	Electricidad	Fertilización	Total
(n)	(pts)	(pts)	(pts)	(pts)	(pts)	(pts)	(pts)	(pts)
1	800000	7800000	1139000	3194250	244000	282676	1843923	15303849
2	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499
3	800000	7800000	1139000	3194250		282676	1843923	15059849
4	800000	7800000	569500	2555400	244000	282676	1843923	14095499
5	800000	7800000	1139000	3194250		282676	1843923	15059849
6	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499
7	800000	7800000	1139000	3194250	244000	282676	1843923	15303849
8	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499
9	800000	7800000	1139000	3194250		282676	1843923	15059849
10	800000	7800000	569500	2555400	244000	282676	1843923	14095499
11	800000	7800000	1139000	3194250		282676	1843923	15059849
12	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499
13	800000	7800000	1139000	3194250	244000	282676	1843923	15303849
14	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499
15	800000	7800000	1139000	3194250		282676	1843923	15059849
16	800000	7800000	569500	2555400	244000	282676	1843923	14095499
17	800000	7800000	1139000	3194250		282676	1843923	15059849
18	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499
19	800000	7800000	1139000	3194250	244000	282676	1843923	15303849
20	800000	7800000	569500	2555400		282676	1843923	13851499

11.2.2. Pagos extraordinarios.

- **Renovación de la maquinaria.**

Los pagos extraordinarios debido a la compra de maquinaria para reposición son:

Año de compra	Maquinaria	Total (pts)
11	Tractor 71cv	3292800
11	Arado de vertedera	720000
11	Pulverizador	540000
11	Sistema de riego	6054524
11	Cuba de tratamientos	425000

Total	11032324
--------------	-----------------

▪ Pago de la inversión.

La inversión asciende a 8413024 pts. El 70% de la inversión será financiado mediante un préstamo pedido a una entidad bancaria (5950000 pts) y el resto del capital se financiará mediante capital propio del propietario de la finca (2550000).

El crédito pedido será al 7% de interés, a devolver en seis años. Dicho préstamo se obtendrá al inicio de la instalación.

$$a = [C \times i \times (1 + i)^n] / [(1+i)^n - 1] = [5950000 \times 0.07 \times (1 + 0.07)^6] / [(1+0.07)^6 - 1]$$

$$a = 625054 / 0.50073 = 1248285 \text{ pts}$$

Año	Interés	Amortización	Pago total (pts)
1	416500	1248285	1664785
2	358275	1248285	1606560
3	295974	1248285	1544259
4	229313	1248285	1477598
5	157984	1248285	1406269
6	81664	1248285	1256449

11.2.3. Cobros ordinarios.

Se espera obtener un rendimiento tras la mejora de 10000 Kg/ha, y en años de vecería se supone una reducción de la producción del 50%. El precio de la aceituna se cifra en 105 pts/Kg, aunque hay años como el actual que se paga a 165 pts/Kg.

	Rto. (Kg/ha)	Superf. (has)	Produc. (Kg)	Precio (pts)	Cobros
Aceituna	10000	40.305	403050	105	42320250

	Rto. (Kg/ha)	Superf. (has)	Produc. (Kg)	Precio (pts)	Cobros
Aceituna	5000	40.305	201525	105	21160125

11.2.4. Cobros extraordinarios.

Son los producidos por al venta de la maquinaria en su renovación (se renueva la maquinaria en el año 10), y al final de la vida útil del proyecto (considerada a los veinte años).

Años	Elemento renovar	Valor compra	Valor residual
10	Tractor 71cv	3292800	823243
10	Arado de vertedera	720000	65929
10	Pulverizador	540000	67670

Total	956842
--------------	---------------

20	Cuba tratamientos	425000	74158
20	Remolque distrib.	210000	26304
20	Remolque 8T	170000	16321
20	Tractor 71cv	3292800	823243
20	Arado de vertedera	720000	65929
20	Pulverizador	540000	67670

Total	1074625
--------------	----------------

11.2.5. Flujos de caja.

Se considera que en la situación inicial, antes de realizarse la mejora, el año de producción se obtienen 7500 Kg/ha, de los que según el olivicultor obtiene unos flujos de caja de 1300000 pts. En los años de vecería la producción es de 3500 Kg/ha, lo que supone 300000 pts.

Años	Pagos ordinarios	Pagos extraordinarios	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Flujos de caja	Flujos de caja	Flujos de caja
	(pts)	(pts)	(pts)	(pts)	Situación Final	Situación Inicial	Total
1	15303849	1664785	42320250		25351616	13000000	12351616
2	13851499	1606560	21160125		5702066	3000000	2702066
3	15059849	1544259	42320250		25716142	13000000	12716142
4	14095499	1477598	21160125		5587028	3000000	2587028
5	15059849	1406269	42320250		25854132	13000000	12854132
6	13851499	1256449	21160125		6052177	3000000	3052177
7	15303849		42320250		27016401	13000000	14016401
8	13851499		21160125		7308626	3000000	4308626
9	15059849		42320250		27260401	13000000	14260401
10	14095499		21160125	956842	8021468	3000000	5021468
11	15059849	11032324	42320250		16228077	13000000	3228077
12	13851499		21160125		7308626	3000000	4308626
13	15303849		42320250		27016401	13000000	14016401
14	13851499		21160125		7308626	3000000	4308626
15	15059849		42320250		27260401	13000000	14260401
16	14095499		21160125		7064626	3000000	4064626
17	15059849		42320250		27260401	13000000	14260401
18	13851499		21160125		7308626	3000000	4308626
19	15303849		42320250		27016401	13000000	14016401
20	13851499		21160125	1074625	8383251	3000000	5383251

11.3. Evaluación económica del proyecto.

11.3.1. Calculo del Valor Actual Neto (VAN).

El VAN mide la viabilidad del proyecto, si el VAN es positivo la inversión es viable, si el VAN es negativo la inversión no es viable.

$$VAN = \sum R_j / (1+i)^j - K$$

$$VAN = [12351616 / (1 + 0.07)^1] + [2702066 / (1 + 0.07)^2] + [12716142 / (1 + 0.07)^3] + \dots + [5383251 / (1 + 0.07)^{20}] - K$$

$$VAN = 79124248.89$$

Años	Flujos de caja	i	1+i	(1+i) ⁿ	Flujo de caja / (1+i) ⁿ
1	12351616	0.07	1.07	1.07	11543566.36
2	2702066	0.07	1.07	1.1449	2360089.091
3	12716142	0.07	1.07	1.225043	10380159.72
4	2587028	0.07	1.07	1.31079601	1973631.275
5	12854132	0.07	1.07	1.40255173	9164818.47
6	3052177	0.07	1.07	1.50073035	2033794.412
7	14016401	0.07	1.07	1.60578148	8728710.086
8	4308626	0.07	1.07	1.71818618	2507659.56
9	14260401	0.07	1.07	1.83845921	7756713.297
10	5021468	0.07	1.07	1.96715136	2552659.7
11	3228077	0.07	1.07	2.10485195	1533636.131
12	4308626	0.07	1.07	2.25219159	1913081.471
13	14016401	0.07	1.07	2.409845	5816308.103
14	4308626	0.07	1.07	2.57853415	1670959.448
15	14260401	0.07	1.07	2.75903154	5168625.582
16	4064626	0.07	1.07	2.95216375	1376829.453
17	14260401	0.07	1.07	3.15881521	4514477.756
18	4308626	0.07	1.07	3.37993228	1274766.961
19	14016401	0.07	1.07	3.61652754	3875651.67
20	5383251	0.07	1.07	3.86968446	1391134.356

166025493

Total	87537272.89
K	8413024
VAN	79124248.89

11.3.2. Plazo de recuperación.

- **Plazo de recuperación**

$$\text{Año 1} = -8413024 + 11543566.36 = 3130542.36 \text{ pts}$$

El primer año ya se ha recuperado la inversión.

- **Relación Beneficio / Inversión.**

$$Q = \text{VAN} / K$$

$$Q = 79124248.89 / 8413024 = 9.4$$

Para cada peseta invertida se recupera 9.4 pts.

11.3.3. Tasa interna de rendimiento.

Se utilizará el cálculo de tipo heurístico:

$$\lambda = [(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) - K] / [1 \times R_1 + 2 \times R_2 + 3 \times R_3 + \dots + n \times R_n]$$

$$\lambda = [(166025493) - 8413024] / [1762623203] = 0.089419263$$

Año	Flujos de caja	Flujo de caja x Año
-----	----------------	---------------------

1	12351616	12351616
2	2702066	5404132
3	12716142	38148426
4	2587028	10348112
5	12854132	64270660
6	3052177	18313062
7	14016401	98114807
8	4308626	34469008
9	14260401	128343609
10	5021468	50214680
11	3228077	35508847
12	4308626	51703512
13	14016401	182213213
14	4308626	60320764
15	14260401	213906015
16	4064626	65034016
17	14260401	242426817
18	4308626	77555268
19	14016401	266311619
20	5383251	107665020
Total	166025493	1762623203

$$\lambda = 0.089 \Rightarrow \text{VAN} = 67553632.45$$

Años	Flujos de caja	i	1+i	(1+i) ⁿ	Flujo de caja / (1+i) ⁿ
1	12351616	0.089	1.089	1.089	11342163.45
2	2702066	0.089	1.089	1.185921	2278453.624
3	12716142	0.089	1.089	1.291467969	9846269.753
4	2587028	0.089	1.089	1.406408618	1839456.874
5	12854132	0.089	1.089	1.531578985	8392732.026
6	3052177	0.089	1.089	1.667889515	1829963.539
7	14016401	0.089	1.089	1.816331682	7716873.047
8	4308626	0.089	1.089	1.977985201	2178290.311
9	14260401	0.089	1.089	2.154025884	6620348.021
10	5021468	0.089	1.089	2.345734188	2140680.741
11	3228077	0.089	1.089	2.554504531	1263680.28
12	4308626	0.089	1.089	2.781855434	1548831.743
13	14016401	0.089	1.089	3.029440568	4626729.156
14	4308626	0.089	1.089	3.299060778	1306015.951
15	14260401	0.089	1.089	3.592677188	3969296.504
16	4064626	0.089	1.089	3.912425457	1038901.838
17	14260401	0.089	1.089	4.260631323	3347015.951
18	4308626	0.089	1.089	4.639827511	928617.7105
19	14016401	0.089	1.089	5.052772159	2774002.183
20	5383251	0.089	1.089	5.502468881	978333.7473

166025493

Total	75966656.45
K	8413024
VAN	67553632.45

Se probará para otro valor de $\lambda = 2.5 \Rightarrow VAN = -4320878.739$

Años	Flujos de caja	i	1+i	(1+i)ⁿ	Flujo de caja / (1+i)ⁿ
1	12351616	2.5	3.5	3.5	3529033.143
2	2702066	2.5	3.5	12.25	220576.8163
3	12716142	2.5	3.5	42.875	296586.4023
4	2587028	2.5	3.5	150.0625	17239.67014
5	12854132	2.5	3.5	525.21875	24473.86351
6	3052177	2.5	3.5	1838.265625	1660.356892
7	14016401	2.5	3.5	6433.929688	2178.513239
8	4308626	2.5	3.5	22518.75391	191.3350098
9	14260401	2.5	3.5	78815.63867	180.9336477
10	5021468	2.5	3.5	275854.7354	18.20330542
11	3228077	2.5	3.5	965491.5737	3.343454348
12	4308626	2.5	3.5	3379220.508	1.275035467
13	14016401	2.5	3.5	11827271.78	1.185091648
14	4308626	2.5	3.5	41395451.22	0.104084528
15	14260401	2.5	3.5	144884079.3	0.09842628
16	4064626	2.5	3.5	507094277.5	0.008015523
17	14260401	2.5	3.5	1774829971	0.008034798
18	4308626	2.5	3.5	6211904899	0.000693608
19	14016401	2.5	3.5	21741667147	0.000644679
20	5383251	2.5	3.5	76095835016	0.000070743

166025493

Total	4092145.261
K	8413024
VAN	-4320878.739

$\lambda = 0.089 \Rightarrow VAN = 67553632.45$
 $\lambda = 2.5 \Rightarrow VAN = -4320878.739$

Para un $VAN = 0 \Rightarrow \lambda = 2.35$

Como $\lambda = 2.35 > i = 0.07$ Empresa es rentable.

ANEJO N°12

**PROGRAMACION Y CONTROL
DEL PROYECTO.**

12.1. Ejecución de la instalación.

12.1.1. Montaje.

12.1. Ejecución de la instalación.

12.1.1. Montaje.

Una vez redactado el Proyecto, de acuerdo con él y según las instrucciones de la Memoria, los planos y el Pliego de condiciones técnicas, se procede a montar los componentes de la instalación, siguiendo un orden preestablecido, que se esquematiza en el PERT, de la figura

Las tareas y/o unidades de obra a realizar son en general las que a continuación se especifican:

1. Replanteo de la obra.

El trazado de las distintas conducciones se replanteará en el terreno, fijando en primer lugar los vértices de las mismas donde se situarán estacas marcadoras, y procediendo, si ha lugar, a alguna rectificación respecto al plano del proyecto.

Entre los vértices se clavarán estaquillas que nos permitirán identificar el trazado.

Los cambios de dirección próximos a los 90°, puede ocurrir que interesé efectuarlos con varias piezas mediante varios tramos rectos formando una línea poligonal. En este caso es necesario replantar los puntos de tangencia de la curva, marcando posteriormente los intermedios.

Los ramales porta - emisores, se replantean simplemente situando una estaquilla en el punto de derivación del porta - ramal o conducción terciaria, siendo su alineación la de las filas de los árboles, o los surcos establecidos. En el caso de tratarse de un terreno sin vegetación, la estaquilla referenciada se alineará con un jalón situado en el extremo final del ramal porta - emisores.

Una vez establecido el trazado en planta de todas las conducciones mediante el estaquillado correspondiente se procederá a la nivelación del perfil longitudinal que será llevada a cabo por un topógrafo o técnico competente. En el caso de que el perfil obtenido en el replanteo sea sensiblemente igual al de los planos y por tanto al utilizado para efectuar los cálculos hidráulicos del proyecto, se da por bueno el replanteo y podemos pasar al punto 2.

De no acontecer este supuesto, se reajustará el trazado o bien los cálculos hidráulicos.

Simultáneo o posteriormente al replanteo de las conducciones, se replantearán las obras auxiliares (caseta, tendido eléctrico etc.)

2. Acopio de los materiales.

Con el fin de que una vez comenzada la obra, no tengan lugar tiempos muertos consecuencia de falta de materiales, es muy recomendable el efectuar el acopio de todos y cada uno de los mismos antes del inicio de la ejecución.

3. Tendido de los ramales porta - emisores.

Tal y como se apunta en la figura 132, puede procederse de manera simultánea a la ejecución de varias unidades de obra (3, 7, 4, 5, 6)

En el caso del tendido de ramales de polietileno sobre superficie, la operación es muy sencilla y rápida, ya que normalmente para los diámetros usados más comunes, este tipo de tuberías se sirve en rollos de 100 ó 200 m, longitudes que raramente sobre pasará el lateral de riego. El tendido puede realizarse a mano, o bien colocando el rollo en una especie de carro con dos ruedas cuyo eje se hace pasar por el centro del rollo. Desplazándose el carro en la dirección del trazado se desenrolla la tubería quedando dispuesta sobre el terreno.

Si por el contrario el ramal va enterrado o es de otro material, se procederá de idéntica manera a como se indicará para las tuberías terciarias y principales, y naturalmente previa apertura de las correspondientes zanjas.

4. Construcción de la caseta del cabezal.

Caso de ser necesaria la construcción de una caseta que albergue al cabezal de riego, automatismos, y pequeño almacén, se procederá a la ejecución de la misma, para lo que en el momento de la redacción del proyecto se habrá tenido en cuenta dotarla de la capacidad suficiente.

5. Electrificación desde la línea de Alta o Baja Tensión.

De acuerdo con las especificaciones del Proyecto, se procederá a efectuar la instalación eléctrica, bien desde una línea de alta tensión, incorporando el correspondiente transformador, bien desde un transformador existente o una línea en baja tensión, hasta la caseta.

6. Construcción de la arqueta de toma y balsa de riego.

La construcción de las obras de toma puede representar cierta dificultad, sobre todo cuando se efectúa a partir de un río o de un embalse, cosa que no sucede cuando el agua se toma de una acequia o un canal. Si la toma es de un pozo, la arqueta se obvia, reduciéndose la operación de toma a la colocación de la tubería de aspiración o de una bomba sumergida.

La balsa de riego debe reunir dos condiciones fundamentales que se habrán tenido en cuenta en el momento de confeccionar el proyecto: Capacidad de embalse suficiente y estanqueidad. Tanto las de hormigón, como las prefabricadas (metálicas, fibrocemento o plástico) y las de tierra impermeabilizadas con plásticos (butilo o propilo), deberán ser construidas por un especialista.

De acuerdo con el programa de ejecución estas unidades de obra pueden iniciarse desde el comienzo de la ejecución general.

7. Apertura de zanjas para tuberías terciarias.

Simultáneamente al tendido de los laterales de riego (unidad de ejecución N°3), se procederá a la apertura de las zanjas que albergarán a las conducciones terciarias o porta - ramales.

Esta operación es de suma sencillez, pudiéndose efectuar a mano con la pala plana si el terreno está trabajado o bien con azada y pico. En el caso de grandes instalaciones se recomienda el empleo de pequeñas máquinas especialmente diseñadas para la apertura de zanjas y que trabajan perfectamente en suelos blandos, siendo necesario el reblandecimiento con agua cuando aparecen suelos de consistencia más dura. En este último caso y sobre todo en terrenos pesados conviene hacer pruebas de humedad para conseguir las mejores condiciones de penetración sin que se adhiera la tierra a las palas de excavado.

8. Tendido de las tuberías terciarias.

8.1 Tuberías de PVC

En cuanto al transporte es interesante precisar que un camión de 10 toneladas, transporta con facilidad unos 7.500 m. de tubería de diámetros normales en este tipo de conducciones.

En cuanto a manejo, se hace notar que aunque un obrero puede transportar un tubo de 6 m de longitud, nunca debe sostenerlo por el centro, pues se doblaría de manera excesiva. Lo más idóneo es transportar varios tubos entre dos hombre, sujetándolos con los hombros por los puntos situados a 1/4 de su longitud. Hay que evitar siempre que sea posible el arrastrarlos por el suelo, y el que estén largo tiempo a la intemperie expuestos a la luz ultravioleta de los rayos solares.

En el caso de no poder almacenarlos bajo techado deben apilarse hasta 1.5 m. y cubrirse con lonas o films al efecto.

Hechas estas consideraciones el tendido es sumamente fácil. Los tubos se distribuyen a lo largo del borde de la zanja, debiendo inspeccionarse antes de realizar las conexiones, para detectar posibles roturas, lo que se hará mirando a través de su interior.

8.2 Tuberías de Polietileno

Como anteriormente se ha especificado las tuberías de PE se expenden en rollos o coronas con longitudes que oscilan entre 50 y 200 m. llegando en algunos casos a 1.000 m. Esta longitud tiene como limitación el volumen y el peso del rollo (el diámetro del rollo aumenta con el diámetro interior del tubo y con el espesor de la pared)

La presentación en rollos es muy ventajosa para el transporte, almacenamiento, manipulación y tendido.

Para proceder al tendido, se acercarán estos a la zanja y girando sobre un eje horizontal, un obrero irá tirando del tubo, hasta tender su longitud total.

La velocidad de tendido es la de un hombre al paso, por lo que el coste es extraordinariamente bajo.

Podemos mecanizar el tendido mediante los carros al efecto, reseñados al describir la unidad de ejecución N° 3, o bien prescindiendo incluso del zanjeado instalar las tuberías mediante el sistema de arado - topo, en los lugares donde esto sea posible.

9. Tendido de las tuberías secundarias.

Se procederá de idéntica manera a la establecida para la unidad de ejecución N° 8. En el caso de instalarse tuberías de fibrocemento el tendido se efectuará de manera análoga al de PVC.

10. Tendido de las tuberías principales.

Se procederá de idéntica manera, aunque desplazados en el tiempo, con la unidad de ejecución N° 9.

11. Apertura de zanjas para tuberías secundarias.

Se procederá de idéntica manera, a lo establecido para la unidad de ejecución N°7.

A mayor abultamiento, dada su mayor envergadura, apuntamos que salvo especificaciones del proyecto, un espesor de 0.70 m. de tierra protege perfectamente las conducciones contra heladas y, prácticamente en todos los terrenos es también suficiente para protegerlas contra las roturas debidas a cargas estáticas (tractores, cosechadoras, camiones, etc.)

La anchura de la zanja dependerá de como llevemos a cabo las uniones entre tubos. Si éstas las realizamos fuera de la zanja, será suficiente una anchura tal que un obrero con azada, pico y pala pueda limpiar el fondo en caso necesario.

En suelos arenosos la anchura puede ser sólo ligeramente superior al diámetro del tubo. En cualquier caso se hace notar que en aquellos lugares donde vayan a situarse piezas especiales con o sin arqueta, (válvulas, derivaciones etc.), se efectuarán los ensanches correspondientes.

12. Apertura de zanjas para' tuberías principales.

Se procederá de idéntica manera a lo establecido para la unidad de ejecución N°11.

En el caso de tuberías de diámetros superiores a 63-75 cm es recomendable situar en el lecho de la zanja una capa de arena y otra una vez instalada la tubería, evitando así posibles roturas debidas a la presión que puedan producir aristas de piedras u otros objetos.

13. Colocación de accesorios entre laterales y tuberías terciarias.

Una vez tendidos los laterales y las conducciones porta - ramales, se sitúan los accesorios (tés, reducciones, etc) en aquellos lugares donde, de acuerdo con el Proyecto y posterior replanteo, vayan a ser necesarios.

14. Colocación de accesorios entre tuberías terciarias y secundarias.

De igual manera que en el caso anterior, una vez tendidas las tuberías secundarias procederemos a situar en el terreno los correspondientes accesorios, que nos permitan unir éstas, a las tuberías terciarias.

15. Colocación de accesorios entre tuberías secundarias y principales.

Con posterioridad al tendido de las conducciones principales se dispondrán "in situ", los accesorios que servirán de unión de éstas con el resto de la red de riego.

16. Colocación de mecanismos.

Simultáneamente a la ubicación de los distintos accesorios, tendrá lugar el acarreo de las válvulas (manuales automáticas) y demás mecanismos especiales, que se situarán sobre el terreno, en los lugares donde serán instalados.

17. Unión entre tubos y accesorios.

Una vez colocadas las conducciones, accesorios y demás mecanismos especiales, se procederá la unión de los mismos, de acuerdo con los distintos procedimientos enumerados en el apartado de conducciones (encolado, roscado, etc.)

En los casos frecuentes de que las uniones, tanto entre tubos como entre éstos y los accesorios, se realicen fuera de las zanjas, una vez realizada esta operación se procederá a introducir los distintos tramos en aquellas. La operación comenzará por los vértices y derivaciones pasando después a la introducción de los tramos lineales de tubo.

En algunos casos será necesario algún pequeño retoque en los vértices de la red, o en los ensanchamientos donde se sitúen piezas de maniobra y arquetas.

18. Instalación de automatismos eléctricos en la caseta.

De manera simultánea a la realización de todas éstas tareas se habrá ido construyendo la caseta del cabezal y ejecutando el tendido eléctrico.

Es interesante que la instalación de automatismos eléctricos se efectúe con algo de anterioridad o simultáneamente, a la tarea de unión entre tubos y accesorios.

19. Conexión entre programador y válvulas (eléctricas o hidráulicas).

Realizadas las dos últimas operaciones, se procederá a la conexión para funcionamiento, del programador con las válvulas de apertura y cierre.

Obviamente si la instalación no es automática se prescindirá de esta operación. Las conducciones eléctricas se realizarán de acuerdo con la legislación vigente, y tanto éstos, como las hidráulicas en su caso (microtubos), alcanzarán a las válvulas automáticas a través de las zanjas, por el trazado más corto. Aunque normalmente no es correcto que una conducción hidráulica como es la red de riego, comparta la zanja con una conducción eléctrica, hasta el momento actual la operación es permisible debido a que la tensión de trabajo (12-24 volts) no implica riesgos, con el abundamiento de las debidas protecciones (diferenciales de 30 mA) y de que la red sólo está en carga determinadas horas al día.

20. Montaje del cabezal.

Simultáneamente a las dos últimas tareas, se habrá ido montando el cabezal, con todos los elementos de impulsión, de filtrado, fertirrigación, control, etc, que se requieran de acuerdo con el Proyecto de ejecución de obra.

21. Limpieza interior de las conducciones.

Una vez montado el cabezal de riego, y efectuadas las distintas conexiones eléctricas, hidráulicamente el sistema esta apto para funcionar.

Como es previsible que durante la ejecución de las distintas unidades de obra, se hayan introducido cuerpos extraños en los distintos tubos (partículas de tierra, trozos de plástico de diversa procedencia, tales como rebabas producidas al cortar los tubos o de cintas selladoras de roscas, etc), se hace necesaria una limpieza en el interior de las tuberías que componen la red. Esta se consigue poniendo en marcha el sistema y aportando un caudal menor que el previsto de funcionamiento. Se comienza con todas las salidas abiertas (tramos finales de tuberías en todos los casos y derivaciones portaaspersores en este tipo de riego). Pasado un tiempo prudencial (10-15 minutos), se irán cerrando las salidas, empezando por los tramos más bajos siempre que por ellos salga agua sin aire, y terminando por los altos, dejando no obstante alguna salida abierta por estación.

22. Instalación de emisores.

Una vez limpia de partículas extrañas la red, se procederá a la instalación de los distintos tipos de emisores, bien previa perforación de las tuberías que conforman los laterales de riego o ramales porta - emisores, como es el caso de goteo, micronebulizado, etc, bien roscando en las tés mixtas al efecto, los correspondientes aspersores, difusores, etc.

En el primer caso antes de instalar los emisores, se procederá a un segundo limpiado de la red, con el fin de expulsar las posibles rebabas producidas en los tubos al efectuar su perforación.

Como norma general se instalarán los emisores partiendo de los situados más cercanos al porta - ramal y avanzando hasta el final del lateral. Es conveniente no instalar los emisores del último tramo del lateral, hasta no haber procedido a una tercera limpieza, ya que al ir introduciendo los emisores en los laterales pueden aparecer en éstos residuos de babillas e impurezas.

23. Purgado y sellado de la instalación.

Posteriormente a la colocación de los emisores se pone en marcha la instalación en condiciones normales de funcionamiento, vaciándola de aire y cerrando las salidas que quedaban abiertas.

24. Tapado de zanjas.

Una vez ejecutadas las operaciones anteriores, colocadas o construidas las distintas arquetas y verificada la estanqueidad de la red después de una exhaustiva observación de todas y cada una de las uniones que en ella se han realizado, se procede al tapado de las zanjas, cuidando de no introducir piedras cuyas aristas puntiagudas pudieran dañar las conducciones.

25. Regulación de presiones y caudales.

Puestas en marcha las distintas estaciones de riego de que se componga la instalación, se verifican las presiones en las derivaciones de cada porta - ramal y el comienzo de cada subunidad de riego, y en el caso de aspersión y difusión las de los últimos emisores. Los datos obtenidos se compararán con los teóricos del Proyecto procediendo a las correcciones precisas para un buen funcionamiento.

26. Regulación del inyector de fertilizantes.

Una vez preparada la instalación para su normal función, se regulará el sistema de fertilización para que la dosificación sea la correcta. Para ello mediremos el abono aportado y el agua consumida y en función de estas dos variables, iremos regulando la salida horaria de fertilizante hasta alcanzar la prefijada en el Proyecto.

27. Programación.

Con todos los mecanismos regulados, se preparará el programador de riego para que de manera automática se cumplan los calendarios previstos en el Proyecto, con las correcciones necesarios en función del caudal real por estación que habremos comprobado merced al caudalímetro instalado a la salida del cabezal de riego.

Se fijaran los días de riego, la hora de comienzo del riego, el tiempo de riego de cada estación, el intervalo de tiempo entre el riego de dos estaciones, fertirrigación y cada una de las operaciones automáticas que se fijen en el Proyecto y para la que naturalmente deberá tener respuesta el programador.

28. Instalación de energía solar.

Caso de que así se requiera, las tareas de electrificación anteriormente reseñadas se sustituirán por la correspondiente instalación de energía solar. A tal efecto la cubierta de la caseta se habrá orientado en dirección E-W, perpendicular al Sur, situándose en ella los paneles solares, sobre un bastidor orientable a la eclíptica solar.

Los distintos aparatos y mecanismos se instalarán de acuerdo con las prescripciones facultativas del Proyecto.

29. Verificación del funcionamiento.

Una vez programada y puesta en marcha la instalación conviene a lo largo de los primeros riegos verificar el correcto funcionamiento de todos los automatismos y obras auxiliares.

Durante los primeros días pueden obstruirse los emisores debido a corpúsculos de materias que han tardado en avanzar a lo largo de las conducciones o que durante los primeros lavados habían, quedado retenidos en las protuberancias de codos, térs, etc. También pueden verse alteradas las presiones en los distintos puntos por mal funcionamiento de algún mecanismo o del sistema de filtrado, y por último el funcionamiento puede no ser el idóneo por fallo humano o por cualquier causa aleatoria. De aquí que antes de entregar la obra sea necesaria una total verificación y corrección en su caso de cada uno de los elementos que integran el sistema de riego y de éste de manera globalizada.

Efectuada esta operación, se da por finalizada la instalación, procediendo en etapas sucesivas a un normal mantenimiento de la misma.

- 1. Plano de situación.**
- 2. Plano de situación de la línea eléctrica.**
- 3. Plano topográfico acotado.**
- 4. Planos de la instalación del riego por distintos sectores.**

BIBLIOGRAFIA.

Alonso Domínguez Vivancos: "**El abonado de los cultivos**". Ediciones Mundi - Prensa 1.990

Alonso Domínguez Vivancos: "**Fertirrigación**". Ed. Mundi - Prensa 1.993.

Alonso Domínguez Vivancos: "**Tratado de Fertilización**". Ed. Mundi - Prensa 1.989.

Alonso Domínguez Vivancos y André Gros: "**Abonos, guía práctica de la fertilización**". Ed. Mundi - Prensa 1.992.

Andrés Cantero: "**Enfermedades y plagas del olivo**". Riquelme y Vargas 1.991.

Andrés Guerrero: "**Nueva Olivicultura**". Ed. Mundi - Prensa 1.991.

D. Barranco, R. Fernandez - Escobar, L. Rallo: "**El Cultivo del Olivo**". Ed. Mundi - Prensa 1.998.

Faustino de Andres Cantero: "**Enfermedades y plagas del olivo**". Ed. Riquelme y Vargas 1.997

Fernando Pizarro: "**Riegos localizados de alta frecuencia**". Mundi - Prensa 1.990.

F.P. Pansiot: "**Mejoramiento del cultivo del olivo**". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO 1.961.

Fuentes Yagüe: "**Técnicas de riego**". Editorial IRYDA 1.992.

Ibar Leandro: "**El cultivo moderno y rentable del olivo**". Editorial Vecchi 1.988.

JA. Medina San Juan: "**Riego por goteo**". Editorial Mundi - Prensa 1.988.

J.A. Moya Talens: "**Riego localizado y fertirrigación**". Editorial Mundi - Prensa 1.994.

Ortiz Canavate: "**Las máquinas agrícolas y sus aplicaciones**". Editorial Mundi - Prensa 1989.

Pedro Urbano Terrón: "**Tratado de fitotécnia general**". Mundi - Prensa 1990.

Vademécum de materiales de riego. Editorial Public 1991/1992

Vicente Conesa: "**Riegos a presión media y alta frecuencia**". Prensa 1988.

