



**Universidad**  
Zaragoza

## **Proyecto Fin de Carrera**

**PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) en  
MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS en EL  
TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS**

**AUTOR**

**ALMA ALAYETO ANGOY**

**DIRECTOR/es y/o ponente**

**ANTONIO BONE GARASA**

**Escuela Politécnica Superior de Huesca  
2012**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco y dedico este proyecto a mi madre y mi hermano por su comprensión y apoyo incondicional.

A mi padre por su confianza y los datos técnicos.

A Antonio Bone por su ayuda e interés.

A mis amigas por estar hay incluso cuando yo no he estado y a Gus por darme las fuerzas que necesitaba para realizar este proyecto

Documento 1:  
Memoria y Anejos a  
la memoria

# INDICE

## MEMORIA

1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.1.	ANTECEDENTES .....	1
1.1.1.	Motivación del proyecto .....	1
1.1.2.	Estudios previos .....	1
1.2.	OBJETIVOS.....	1
2.	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FINCA .....	1
2.1.	LOCALIZACIÓN.....	1
2.2.	SUPERFICIE.....	2
2.3.	CARACTERISTICAS DEL ALMENDRO.....	3
3.	CONDICIONANTES DEL PROYECTO .....	4
3.1.	CONDICIONANATES INTERNOS .....	4
3.1.1.	Clima .....	4
3.1.2.	Suelo .....	7
3.1.3.	Agua de riego .....	8
3.1.4.	Relieve .....	9
3.1.5.	Accesos.....	9
3.2.	CONDICIONANTES EXTERNOS.....	9
3.2.1.	Comercialización .....	9
3.2.2.	Mercado de materias primas.....	10
3.2.3.	Condicionantes jurídicos.....	10
4.	ELECCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LA PLANTACIÓN .....	10
4.1.	ELECCIÓN VARIETAL.....	10
4.2.	ELECCIÓN DEL PORTAINJERTOS .....	11
4.3.	MARCO DE PLANTACIÓN .....	12
4.4.	DENSIDAD DE PLANTACIÓN .....	12
4.5.	ORIENTACIÓN DE LAS FILAS .....	13
5.	PLANTACIÓN .....	13
5.1.	OPERACIONES ANTERIORES A LA PLANTACIÓN .....	13
5.2.	EPOCA DE PLANTACIÓN .....	14
5.3.	RAYADO Y MARQUEO .....	14
5.4.	RECEPCION Y PREPARACIÓN DE LAS PLANTAS .....	14
5.5.	PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA.....	14

5.6.	COLOCACIÓN DE LOS PLASTICOS PROTECTORES, TUTORES Y ATADO .....	15
6.	NECESIDADES Y TECNICAS DE CULTIVO .....	15
6.1.	PODA .....	15
6.1.1.	Poda de formación.....	16
6.1.2.	Poda de producción.....	18
6.1.3.	Poda de Renovación .....	18
6.1.4.	Operaciones complementarias a la poda.....	19
6.2.	NECESIDADES NUTRICIONALES DEL ALMDENDRO.....	20
6.2.1.	Nitrógeno.....	20
6.2.2.	Fósforo .....	23
6.2.3.	Potasio .....	23
6.2.4.	Micronutrientes .....	24
6.3.	PROTECCIÓN FITOSANITARIA.....	25
6.3.1.	Enfermedades .....	25
6.3.2.	Plagas .....	26
6.3.3.	Calendario de tratamientos.....	27
6.4.	MANTENIMIENTO DEL SUELO.....	30
6.5.	RECOLECCIÓN .....	30
6.5.1.	Sistema de recolección.....	30
6.5.2.	Fecha de recolección.....	32
7.	EL RIEGO .....	32
7.1.	ELECCION DEL SISTEMA DE RIEGO .....	32
7.2.	FERTIRRIGACION.....	32
7.2.1.	Generalidades .....	32
7.2.2.	Programa de fertirrigación .....	33
8.	DISEÑO AGRONOMICO .....	36
8.1.	NECESIDADES DE AGUA.....	36
8.2.	Número de emisores. Tiempo, intervalo y dosis de riego. ....	37
9.	DISEÑO HIDRAULICO .....	38
9.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RED DE RIEGO.....	38
9.1.1.	Laterales de riego.....	38
9.1.2.	Terciarias.....	39
9.1.3.	Secundarias.....	41
9.2.	DESCRIPCION GENERAL DEL CABEZAL DE RIEGO .....	42
9.2.1.	Presión necesaria a la salida del cabezal .....	42
9.2.2.	Sistema de filtrado.....	43

9.2.3.	Sistema de fertirrigación .....	43
9.3.	Válvulas y automatismos .....	43
9.4.	Caseta de riego .....	44
10.	RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS .....	45
11.	EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.....	45
11.1.	VIDA UTIL DEL PROYECTO.....	45
11.2.	COSTES DEL PROYECTO.....	46
11.2.1.	Costes de inversión .....	46
11.2.2.	Costes de reposición .....	46
11.2.3.	Costes de explotación .....	47
11.3.	INGRESOS DEL PROYECTO.....	47
11.3.1.	Cobros ordinarios .....	47
11.3.2.	Cobros extraordinarios.....	48
11.4.	EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN .....	48
11.4.1.	Supuesto financiación propia.....	49
11.4.2.	Análisis de sensibilidad. Precio 2,5 €/Kg.....	49
11.4.3.	Análisis de sensibilidad. Precio de la almendra 2 €/Kg. ....	50
11.4.4.	Supuesto financiación ajena (70% de la inversión) .....	50
11.5.	CONSIDERACIONES FINALES.....	50
12.	CONCLUSIÓN .....	51

## ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO

1.	ESTUDIO CLIMÁTICO.....	52
1.1.	FENÓMENOS CLIMÁTICOS.....	52
1.1.1.	Temperaturas .....	52
1.1.2.	Horas de frío.....	58
1.1.2.1.	Correlación de Mota.....	60
1.1.2.2.	Correlación de Tabuenca.....	60
1.1.3.	Heladas .....	61
1.1.3.1.	Régimen de heladas según Emberger .....	61
1.1.3.2.	Estaciones libres de heladas según Papadakis .....	63
1.1.4.	Evapotranspiración .....	64
1.1.5.	Precipitaciones .....	67
1.1.6.	Viento .....	69
1.2.	ÍNDICES TERMO PLUVIOMÉTRICOS .....	72
1.2.1.	Índice de Lang.....	72
1.2.2.	Índice de Martonne.....	72

1.2.3.	Índice de Dantín Cereceda y Revenga. ....	73
1.3.	CLASIFICACIONES CLIMATICAS .....	74
1.3.1.	Clasificación climática de Thornthwaite (1.948). ....	74
1.3.1.1.	Determinación del Índice de humedad, según Thornthwaite. ....	74
1.3.1.2.	Determinación de la Eficacia térmica. ....	76
1.3.1.3.	Determinación de la variación estacional de la humedad.....	77
1.3.1.4.	Determinación de la concentración térmica en verano.....	77
1.3.2.	Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1.963). ....	77
1.3.2.1.	Temperaturas. ....	77
1.3.2.2.	Aridez. ....	78

## ANEJO II: ANÁLISIS DE SUELO

1.	INTRODUCCIÓN .....	80
2.	ANÁLISIS DE SUELO.....	80
2.1.	ANÁLISIS DE LA MUESTRA.....	81
2.2.	TEXTURA .....	81
2.3.	pH .....	83
2.4.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) 1/5 agua.....	83
2.5.	MATERIA ORGÁNICA (%).....	84
2.6.	CARBONATOS (%).....	84
2.7.	FÓSFORO ASIMILABLE (ppm).....	84
2.8.	POTASIO DE CAMBIO (mek/100 g).....	85
2.9.	CALIZA ACTIVA (%) .....	86
3.	CONCLUSION.....	86

## ANEJO III: ANALISIS DE AGUA

1.	ANÁLISIS DE AGUA.....	87
1.1.	ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO .....	87
1.2.	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.....	87
1.2.1.	Criterio de salinidad. ....	89
1.2.1.1.	Clasificación de Richards.....	89
1.2.1.2.	Clasificación del comité de consultores U.C.....	90
1.2.1.3.	Clasificación de la FAO.....	90
1.2.1.4.	Inconvenientes de las clasificaciones.....	90
1.3.	CRITERIO DE SODICIDAD.....	90
1.3.1.	RAS.....	91
1.3.2.	Índice de Eaton o CSR (Carbonato Sódico Residual) .....	92

1.4.	CRITERIO DE TOXICIDAD.....	92
1.5.	OTRAS CLASIFICACIONES DEL AGUA DE RIEGO.....	93
1.5.1.	Dureza.....	93
1.5.2.	Normas Riverside.....	94
1.5.3.	Normas Greene.....	95
1.5.4.	Normas Wilcox.....	96
2.	CONCLUSION.....	97

#### ANEJO IV: PLANTACIÓN

1.	ELECCIÓN VARIETAL.....	98
1.1.	DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES ESPAÑOLAS.....	98
1.2.	FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN VARIETAL.....	104
1.3.	MATRIZ DE EFECTOS.....	108
1.4.	ELECCIÓN DE LA VARIEDAD.....	110
1.4.1.	Características de Soleta.....	110
2.	ELECCION DEL PORTAINJERTO.....	112
2.1.	PRINCIPALES PORTAINJERTOS.....	113
2.2.	FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCION DEL PATRON.....	115
2.3.	ELECCION DEL PORTAINJERTOS.....	118
3.	MARCO DE PLANTACIÓN.....	118
3.1.	ELECCIÓN DEL MARCO DE PLANTACIÓN.....	119
4.	DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	120
4.1.	ELECCION DE LA DENSIDAD.....	121
5.	ORIENTACIÓN DE FILAS.....	122
5.1.	ELECCIÓN DE LA ORIENTACIÓN.....	122
6.	OPERACIONES ANTERIORES A LA PLANTACIÓN.....	122
7.	PLANTACIÓN.....	124
7.1.	ÉPOCA DE PLANTACIÓN.....	124
7.2.	RAYADO Y MARQUEO.....	124
7.3.	RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS PLANTAS.....	125
7.4.	PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA.....	125
7.5.	COLOCACIÓN DE LOS PLÁSTICOS PROTECTORES.....	126
7.6.	COLOCACIÓN DE LOS TUTORES.....	126
7.7.	ATADO DE LOS ÁRBOLES.....	126
8.	SISTEMA DE RIEGO.....	126
8.1.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.....	127
9.	SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO.....	128

9.1.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO .....	130
9.1.1.	Maquinaria.....	130
10.	RECOLECCIÓN.....	131
10.1.	MANUAL .....	131
10.2.	MECANIZADA .....	131
10.2.1.	Paraguas vibrador .....	132
10.2.2.	Cosechadora .....	133
10.3.	ELECCION DE LA FORMA DE RECOLECCIÓN .....	133
10.4.	ELECCION DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN .....	135
11.	CONCLUSIÓN.....	135

#### ANEJO V: PODA Y PROTECCIÓN FITOSANITARIA

1.	SISTEMA DE FORMACIÓN Y PODA .....	136
1.1.	SISTEMAS DE FORMACIÓN.....	136
1.2.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE PODA.....	139
1.2.1.	Poda de formación.....	139
1.2.2.	Poda de producción.....	141
1.2.3.	Poda de Renovación .....	142
1.2.4.	Operaciones complementarias a la poda .....	142
1.2.4.1.	Prepoda mecánica .....	143
1.2.4.2.	Tratamientos reguladores del crecimiento .....	143
1.2.4.3.	Gestión de los restos de poda .....	143
2.	PROTECCIÓN FITOSANITARIA .....	144
2.1.	ENFERMEDADES .....	145
2.1.1.	Enfermedades de la parte aérea.....	145
2.1.2.	Enfermedades de la parte subterránea.....	149
2.1.3.	Enfermedades bacterianas .....	150
2.2.	PLAGAS.....	151
2.2.1.	Parásitos del follaje.....	152
2.2.2.	Parásitos de las raíces.....	156
2.3.	ENFERMEDADES VIRICAS .....	157
2.4.	CALENDARIO DE TRATAMIENTOS .....	158

#### ANEJO VI: NECESIDADES NUTRICIONALES Y FERTIRRIGACIÓN

1.	NECESIDADES NUTRICIONALES DEL ALMDENDRO .....	161
1.1.	NITRÓGENO.....	161
1.1.1.	Exportaciones de nitrógeno .....	161

1.1.1.1.	Nitrógeno utilizado en el crecimiento del árbol.....	162
1.1.1.2.	Nitrógeno exportado por los frutos.....	162
1.1.1.3.	Exportación de nitrógeno por las hojas.....	163
1.1.1.4.	Exportaciones de la hierba de cobertura del suelo.....	164
1.1.1.5.	Aportaciones de elementos minerales por otras fuentes distintas a los fertilizantes .....	164
1.1.1.6.	Aportes de nitrógeno por el agua de riego.....	165
1.1.1.7.	Determinación de las necesidades de nitrógeno de la plantación .	166
1.2.	FÓSFORO .....	168
1.2.1.	Necesidades de fósforo .....	168
1.3.	POTASIO .....	168
1.3.1.	Necesidades de potasio.....	169
1.4.	MICRONUTRIENTES.....	169
2.	FERTIRRIGACIÓN .....	172
2.1.	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA FERTIRRIGACIÓN.....	173
2.2.	PRODUCTOS UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN.....	174
2.2.1.	Características que deben reunir los productos utilizados .....	174
2.3.	FERTILIZANTES SÓLIDOS SOLUBLES.....	176
2.4.	FERTILIZANTES LÍQUIDOS O SOLUCIONES .....	178
2.5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS .....	180
3.	PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN.....	183
3.1.	NECESIDADES NETAS DE FERTILIZACION.....	183
3.2.	VARIACION DE LAS NECESIDAD EN CADA CICLO PRODUCTIVO .....	183
3.3.	ELECCIÓN DE LOS FERTILIZANTES.....	184
3.4.	FORMA DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES .....	186

## ANEJO VII: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON FERTIRRIGACIÓN

1.	SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO POR GOTEO CON FERTIRRIGACIÓN ..	201
1.1.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	201
1.1.1.	Cabezal de riego.....	201
1.1.1.1.	Sistema de filtrado .....	201
1.1.1.1.1.	Filtro de arena.....	201
1.1.1.1.2.	Filtro de malla .....	202
1.1.1.1.3.	Filtro de anillas.....	202
1.1.1.2.	Equipo de fertirrigación .....	203
1.1.1.2.1.	Depósitos.....	203
1.1.1.2.2.	Bomba de inyectora.....	203

1.1.1.3.	Programador de riego.....	204
1.1.1.4.	Elementos de protección, medida y control.....	205
1.1.2.	Caseta de riego .....	205
1.1.3.	Red de distribución .....	205
1.1.3.1.	Tuberías .....	206
1.1.3.2.	Elementos singulares.....	206
1.1.3.3.	Desagües .....	207
1.1.3.4.	Mecanismos emisores de agua.....	207
1.1.3.5.	Dispositivos de medida y control.....	209
1.2.	MONTAJE DEL SISTEMA DE RIEGO .....	210
1.3.	CHEQUEO .....	211
1.4.	MANTENIMIENTO .....	212

## ANEJO VIII: DISEÑO AGRONÓMICO

1.	INTRODUCCIÓN.....	213
2.	NECESIDADES DE AGUA.....	213
2.1.	CÁLCULO DE ETO.....	213
2.1.1.	Método de Thornthwaite (1.948 – 1.955).....	214
2.1.2.	Fórmula de Blaney-Criddle .....	215
2.2.	CÁLCULO DE ETC.....	218
2.3.	EFFECTO DE LOCALIZACIÓN. (KL).....	218
2.4.	CORRECCIONES POR CONDICIONES LOCALES.....	219
2.5.	NECESIDADES NETAS (Nn).....	220
2.6.	NECESIDADES TOTALES (NT).....	220
2.6.1.	Pérdidas de agua por percolación (Pp).....	221
2.6.2.	Necesidades de lavado (R).....	221
2.6.3.	Falta de uniformidad del riego.....	222
2.6.4.	Elección de la eficacia de aplicación (Ea).....	222
2.6.5.	Cálculo de las necesidades de lavado .....	223
2.7.	DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO. NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA Y CAUDAL DEL EMISOR.....	224
2.7.1.	Elección del emisor.....	224
2.7.2.	Número de emisores por cepa.....	225
2.7.2.1.	Porcentaje mínimo de superficie mojada .....	225
2.7.3.	Área mojada por un emisor.....	226
2.7.4.	Separación entre emisores .....	227
2.7.5.	Numero de emisores por planta.....	227

2.7.6.	Tiempo de riego.....	229
2.7.7.	Dosis de riego (D).....	230
2.8.	DISPOSICIÓN DE LOS EMISORES.....	230
2.9.	CUADRO RESUMEN DEL DISEÑO AGRONÓMICO.....	231

## ANEJO IX: DISEÑO HIDRÁULICO

1.	INTRODUCCIÓN.....	233
1.1.	DATOS PREVIOS.....	233
2.	DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO.....	234
2.1.	NÚMERO DE SUBUNIDADES DE RIEGO.....	234
2.2.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1A, U1B.....	235
2.2.1.	Variación de presiones en la subunidad.....	236
2.2.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad.....	237
2.2.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	238
2.2.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM).....	239
2.2.5.	Estudio de presiones en las subunidades.....	242
2.2.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	243
2.2.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.....	244
2.3.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1C.....	244
2.3.1.	Variación de presiones en la subunidad.....	244
2.3.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad.....	245
2.3.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	245
2.3.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM).....	246
2.3.5.	Estudio de presiones en la subunidad.....	248
2.3.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	249
2.3.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.....	249
2.4.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1D,U1E.....	250
2.4.1.	Variación de presiones en las subunidades.....	250
2.4.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad.....	250
2.4.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	251
2.4.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM).....	251
2.4.5.	Estudio de presiones en las subunidades.....	254
2.4.6.	Caudales máximo y mínimo en las subunidades.....	255
2.4.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.....	255
2.5.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1F.....	255
2.5.1.	Variación de presiones en la subunidad.....	256
2.5.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad.....	256

2.5.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	256
2.5.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	257
2.5.5.	Estudio de presiones en la subunidad .....	259
2.5.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	261
2.5.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad .....	261
2.6.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2A,U2B.....	262
2.6.1.	Variación de presiones en la subunidad. ....	262
2.6.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	262
2.6.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	263
2.6.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	264
2.6.5.	Estudio de presiones en las subunidades.....	266
2.6.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	267
2.6.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	268
2.7.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2C .....	268
2.7.1.	Variación de presiones en la subunidad .....	268
2.7.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	269
2.7.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	269
2.7.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	270
2.7.5.	Estudio de presiones en las subunidades.....	272
2.7.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	274
2.7.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	274
2.8.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2D,U2E .....	275
2.8.1.	Variación de presiones en la subunidad. ....	275
2.8.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	275
2.8.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	276
2.8.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	276
2.8.5.	Estudio de presiones en las subunidades.....	278
2.8.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	279
2.8.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	279
2.9.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2F.....	279
2.9.1.	Variación de presiones en la subunidad. ....	280
2.9.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	280
2.9.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).....	281
2.9.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	281
2.9.5.	Estudio de presiones en las subunidades.....	284
2.9.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad.....	286
2.9.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	286

2.10.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3A,U3B.....	286
2.10.1.	Variación de presiones en la subunidad. ....	287
2.10.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	287
2.10.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM). ....	287
2.10.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	288
2.10.5.	Estudio de presiones en las subunidades. ....	290
2.10.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad. ....	292
2.10.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	292
2.11.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3C .....	292
2.11.1.	Variación de presiones en la subunidad. ....	293
2.11.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	293
2.11.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM). ....	293
2.11.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	294
2.11.5.	Estudio de presiones en la subunidad. ....	297
2.11.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad. ....	298
2.11.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	298
2.12.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3D,U3E.....	299
2.12.1.	Variación de presiones en la subunidad. ....	299
2.12.2.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	299
2.12.3.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM). ....	300
2.12.4.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	301
2.12.5.	Estudio de presiones en las subunidades. ....	303
2.12.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad. ....	304
2.12.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	304
2.13.	CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3F.....	305
2.13.1.	Reparto óptimo de presiones en la subunidad. ....	305
2.13.2.	Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM). ....	306
2.13.3.	Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM) .....	307
2.13.4.	Estudio de presiones en las subunidades. ....	309
2.13.5.	Presiones máxima y mínima en la subunidad. ....	310
2.13.6.	Caudales máximo y mínimo en la subunidad. ....	311
2.13.7.	Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad. ....	311
3.	DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED PRINCIPAL DE RIEGO.....	311
3.1.	UNIDAD DE RIEGO NUMERO 1.....	311
3.1.1.	Tramo hidrante –A.....	312
3.1.2.	Tramo A-B.....	314
3.1.3.	Tramo B-C.....	315

3.2.	UNIDAD DE RIEGO NUMERO 2.....	316
3.2.1.	Tramo hidrante –A.....	316
3.2.2.	Tramo A-B.....	318
3.2.3.	Tramo B-C.....	319
3.3.	UNIDAD DE RIEGO NUMERO 3.....	320
3.3.1.	Tramo hidrante–A.....	320
3.3.2.	Tramo A-B.....	322
3.3.3.	Tramo B-C.....	322
4.	CÁLCULO Y DISEÑO DE LOS CABEZALES DE RIEGO.....	324
4.1.	SISTEMA DE FILTRADO.....	324
4.1.1.	Filtro de mallas.....	324
4.2.	EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.....	326
4.2.1.	Depósito de fertilizante.....	326
4.2.2.	Bomba de inyección de fertilizante.....	327
4.3.	PRESIÓN NECESARIA A LA SALIDA DEL CABEZAL.....	327
4.4.	PRESIÓN NECESARIA A LA ENTRADA DEL CABEZAL.....	329

#### ANEJO X: NECESIDADES DE MAQUINARIA Y COSTES DEL CULTIVO

1.	EQUIPOS Y MAQUINARIA A EMPLEAR.....	330
1.1.	CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA.....	330
1.1.1.	Adquisición o alquiler de la maquinaria.....	331
1.2.	NECESIDADES DE POTENCIA.....	331
1.3.	TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE CULTIVO.....	331
1.4.	Consumo de maquinaria. Carburantes.....	332
2.	CUADROS DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	332
2.1.	MATERIAS PRIMAS.....	334
2.2.	MAQUINARIA.....	340
2.3.	MANO DE OBRA.....	346
3.	COSTES.....	348
3.1.	AÑO 0.....	348
3.2.	AÑO 1.....	349
3.3.	AÑO 2.....	350
3.4.	AÑO 3.....	351
3.5.	AÑO 4.....	352
3.6.	AÑO 5.....	353
3.7.	AÑO 6 Y SIGUIENTES.....	354

## ANEJO XI: MERCADO DE LA ALMENDRA

1.	PRODUCCIÓN Y MERCADO INTERNACIONAL.....	355
2.	SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN ESPAÑOLA.....	357
3.	SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN EN ARAGON .....	359
4.	CONSUMO .....	362
5.	COMERCIALIZACIÓN .....	362
5.1.	CATEGORIAS COMERCIALES .....	363
6.	USOS.....	365
6.1.	ALIMENTACIÓN .....	365
6.2.	SALUD Y BELLEZA .....	366
6.3.	USO ENERGETICO.....	367

## ANEJO XII: ESTUDIO ECONÓMICO

1.	VIDA UTIL DE LA PLANTACIÓN.....	368
2.	PRECIOS ALMENDRA .....	371
3.	COSTES DEL PROYECTO .....	372
3.1.	COSTES DE INVERSIÓN .....	372
3.2.	COSTES DE REPOSICIÓN .....	372
3.3.	COSTES DE EXPLOTACIÓN .....	373
4.	INGRESOS DEL PROYECTO .....	373
4.1.	COBROS ORDINARIOS .....	373
4.2.	COBROS EXTRAORDINARIOS.....	375
5.	ESTUDIO DE LOS INDICES ECONOMICOS .....	375
5.1.	VALOR ACTUAL NETO “VAN”.....	375
5.2.	TASA INTERNA DE RETORNO “TIR”.....	376
5.3.	PLAZO DE RECUPERACIÓN.....	376
5.4.	FINANCIACIÓN PROPIA .....	376
5.4.1.	Análisis sensibilidad: Precio de la almendra 2,5 €/Kg. ....	379
5.4.2.	Análisis sensibilidad: Precio de la almendra 2 €/Kg. ....	381
5.5.	FINANCIACIÓN AJENA .....	384
6.	CONCLUSIONES .....	387

## ANEJO XIII: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	INTRODUCCIÓN.....	388
1.1.	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	388
1.2.	Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	389
1.3.	DATOS DEL PROYECTO DE OBRA .....	389

2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.....	390
3.	RIESGOS .....	390
3.1.	RIESGOS PROFESIONALES .....	390
3.2.	RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS.....	391
4.	PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	391
4.1.	PROTECCIONES INDIVIDUALES. ....	391
4.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS. ....	392
4.3.	FORMACIÓN. ....	393
5.	BOTIQUÍN.....	394
6.	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	394
7.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....	394
8.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....	395
9.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	395
10.	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS .....	396
11.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS.....	398
12.	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	399
13.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	399
14.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES .....	400
15.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	400
BIBLIOGRAFIA.....		401
1.	Libros .....	401
2.	Fuentes electrónicas .....	401
3.	Artículos .....	402
4.	Revistas .....	403
5.	Trabajos academicos .....	405

**MEMORIA**

## **1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

### **1.1. ANTECEDENTES**

#### **1.1.1. Motivación del proyecto**

La elección de este Proyecto Fin de Carrera se debe a mi interés por el cultivo del almendro, sus nuevas tecnologías de cultivo y en particular el cultivo en alta densidad, ya que su implantación de manera intensiva en España es relativamente reciente.

#### **1.1.2. Estudios previos**

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

### **1.2. OBJETIVOS**

Con la realización del presente proyecto se pretende realizar una mejora de la finca implantando un almendrar en unas parcelas que presenta una gran aptitud para el cultivo. Se desea implantar un cultivo intensivo, que aunque requiera mayor inversión tenga unos altos beneficios.

## **2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FINCA**

### **2.1. LOCALIZACIÓN**

Las parcelas a transformar se encuentran ubicadas en el término municipal de Ejea de los Caballeros. El municipio pertenece a la provincia de Zaragoza y se encuentra aproximadamente en el centro de la comarca de las Cinco Villas.

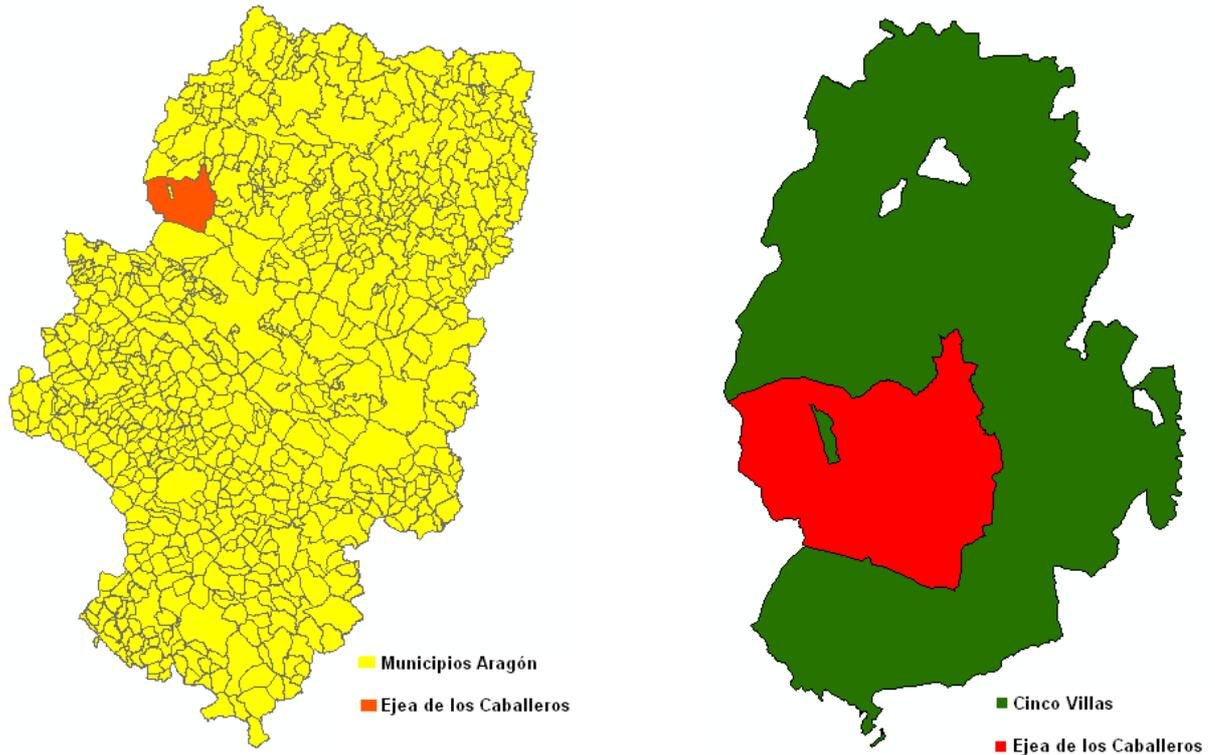


Figura 1: Mapa de situación

Situada en la confluencia del río Arba de Luesia y Arba de Biel, en un amplio valle que facilita las comunicaciones entre la montaña y el llano y pone en contacto dos economías bien diferenciadas: la ganadera y la agrícola. Ruta comercial que a lo largo de la historia, lejos de perder importancia, tiende a incrementarse en los tiempos actuales.

Las coordenadas de Ejea son 42°07'48"Norte y 1°08'09"Oeste y la altitud a la que esta situada es de 318 m.

La localidad se encuentra a 72 Km. de Zaragoza 79,7 Km. de Huesca 42,7 Km. de Tudela, 135 Km. de Pamplona y 380 Km. a Madrid.

## 2.2. SUPERFICIE

La superficie total de la finca es de 32,87 hectáreas. Las parcelas se sitúan el polígono 13 de dicha localidad, pertenecientes a la comunidad de regantes número XII "acequia de Sora". La finca consta de 3 parcelas:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTÁREAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Nº 190=11,65 hectáreas

Nº 188 = 10,49 hectáreas

Nº 187 = 10,73 hectáreas

Los detalles y dimensiones de la finca se detallan en los planos N°1, N°2 y N° 3 de presente proyecto.

### **2.3. CARACTERISTICAS DEL ALMENDRO**

El almendro tiene su origen en las regiones montañosas de Asia Central. La proximidad de las poblaciones silvestres naturales con centros de civilización en las montañas de Asia Central hicieron posible su cultivo desde épocas remotas. El almendro se cultiva en España desde hace más de 2.000 años, probablemente introducido por los fenicios y posteriormente propagado por los romanos, ya que ambos lo hicieron motivo de comercio, como se ha comprobado por los restos hallados en naves hundidas.

El almendro pertenece a la familia de las Rosáceas, cuyo nombre botánico es *Prunus dulcis*

**Raíces:** el sistema radicular está constituido por unas pocas raíces de mayor diámetro, que se desarrollan en amplitud y profundidad. Las sucesivas ramificaciones a partir de esas raíces principales originan todo un esqueleto de raíces de diámetro decreciente que terminan en las más recientemente formadas, finas y tiernas, que constituyen en su conjunto un sistema de gran longitud, integrado por raicillas, las cuales a su vez son las que disponen de los pelos radiculares

**Tronco:** el tronco cuando es joven es liso, pasando a ser muy agrietado con el tiempo, siendo este agrietamiento característico de esta especie. La corteza es verde, cuando el árbol es joven, y marrón y grisácea cuando el árbol es adulto

**Órganos fructíferos:** ramos mixtos, chifonas y ramilletes de mayo, que presentan yemas solitarias. El de mayor importancia es el ramo de mayo.

**Hojas:** son de tipo lanceolado, largas, estrechas y puntiagudas, más pequeñas que las del melocotonero, y más planas, de color verde intenso, aunque se observan diferencias apreciables de color entre variedades. Los bordes son dentados o festoneados.

**Flor:** es pentámera con cinco sépalos, cinco pétalos con colores variables entre blanco y rosado; estos pétalos pueden estar más o menos escotados centralmente, llegando incluso a solaparse en algunas variedades.

**Fruto:** Drupa con exocarpo y mesocarpo correosos y endocarpo duro.

**Semilla:** La semilla es el producto de consumo; posee dos tegumentos envolventes difícilmente separables, la testa y el tegumento, que inicialmente son verdosos, pasan a color amarillo y de él a castaño claro y marrón, que va oscureciéndose con el tiempo; siendo un buen índice de envejecimiento de la semilla.

**Polinización:** especie autoincompatible, por lo que requiere la polinización cruzada. Deben colocarse polinizadores para obtener un elevado cuajado para que la cosecha sea rentable. Un carácter notable es la xenia que se produce cuando tiene lugar la fecundación cruzada con almendro salvaje (amargo), dando almendras amargas. Las nuevas variedades son autocompatibles y permiten el cultivo sin especies polinizadoras.

### 3. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

#### 3.1. *CONDICIONANTES INTERNOS*

##### 3.1.1. *Clima*

Todos los datos referentes al estudio climático, que abarca un período de ocho años (2.004-2.011), han sido recogidos en la estación meteorológica de Ejea de los caballeros, distante unos 8 kilómetros de la finca. El período histórico es relativamente corto debido a que no existen a disposición pública datos más antiguos de esta estación.

Los datos climáticos se recogen en el Anejo I.

A continuación, se destacan únicamente aquellas condiciones que más pueden afectar al almendro.

#### **Temperaturas**

La temperatura media anual es de 13,47 °C.

La temperatura media mensual más alta es la del mes de julio con 23,04 °C, mientras que la media mensual más baja es la del mes de enero con 4,61 °C. La temperatura mínima media mensual mas baja es la del mes de enero con 0,71 °C, mientras que la temperatura máxima media mensual mas alta es la del mes de julio con 31,94 °C.

El estudio nos indica que los inviernos son rigurosos, con temperaturas medias de 6 °C y una temperatura mínima media en enero de -5,95 °C. Los veranos son calurosos, con temperaturas medias de 22 °C y una temperatura máxima media en el mes de julio de 37,46°C.

### **Horas de frío**

El numero de horas de frío según la correlación de Mota es de 1498,55 horas y según la correlación de tabuenca 1970,17 horas.

Las necesidades de frío en el almendro varían mucho con la variedad, en el caso de soleta las necesidades son de 340 horas, por lo que los dos valores nos dan un valor mayor a las necesidades por lo que no habrá problemas en este sentido.

### **Evapotranspiración**

La evapotranspiración mayor se da en el mes de julio con 6,13 mm/día.

En esta zona la evapotranspiración es mayor que la precipitación. En invierno esta diferencia es menor y en verano mucho mayor.

### **Heladas**

Las heladas se producen en invierno con bastante frecuencia, pero estas heladas no afectan al desarrollo del almendro. El periodo crítico será en primavera ya que es una especie de floración temprana, así pues el periodo mas critico de heladas será el mes de marzo y abril.

Según los Regimenes de heladas según Emberger hasta el 12 de marzo tendremos un periodo de heladas probables y desde entonces hasta el 20 abril un periodo de heladas probables.

Según el método de las estaciones libres de heladas según Papadakis el 25 de marzo comienza la estación media libre de heladas que durara hasta el 11 de abril que comenzara la estación disponible libre de heladas.

Según estos métodos existe riesgo de heladas primaverales, pero en su estudio no se tiene en cuenta el factor del viento, que en la zona a estudio es muy normal, así pues la mayoría de las heladas primaverales no causaran daños al cultivo.

### **Viento**

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

Los viento predominantes son de componente noroeste, estos vientos ayudan en primavera a evitar que las posibles heladas afecten al almendro.

### **Índices termo pluviométricos**

Según el índice de Lang nos encontramos en una zona árida.

Según el índice de Martonne nos encontramos en un clima estepario y de países secos mediterráneos. Si calculamos en índice de aridez mensual obtenemos que los meses de julio y agosto tienen un clima desértico.

Según el índice de Dantin- Cereceda y Revenga nos encontramos en una zona semiárida.

### **Clasificaciones climáticas**

Nuestro clima puede representarse de la siguiente forma **según Thornthwaite: EA' d b'3** que sería: Clima árido, megatérmico, falta de agua pequeña o nula y media concentración de la eficacia térmica en verano.

Según la clasificación bioclimática de **UNESCO-FAO**: Climas templados, templado-cálidos y cálidos con un invierno suave y un solo periodo seco por lo tanto xérico mediterráneo.

### 3.1.2. Suelo

En el Anejo II se muestran los resultados del análisis de una muestra homogeneizada de suelo, obtenida removiendo la tierra hasta una profundidad de 50 cm.

#### **Textura**

Según la escala USDA, las fracciones limo-arcilla-arena de nuestro suelo corresponden a una textura **franco arenoso arcilloso**. Las texturas francas, en las que las fracciones limo-arcilla-arena están equilibradas, son moderadamente finas y aptas para el cultivo del almendro.

#### **Ph**

Nuestro suelo tiene un pH de 8,17 por lo que es moderadamente básico. Este valor no presenta grandes problemas para el desarrollo del almendro.

#### **Salinidad**

El suelo tiene una conductividad eléctrica de 0,21 mmhos/cm, por lo que tiene una influencia inapreciable en el cultivo del almendro.

#### **Materia orgánica**

Según la clasificación de Walkley –Black, el suelo tiene un **nivel alto** de materia orgánica ya que tenemos un porcentaje de 2,52%.

#### **Carbonatos**

El suelo contiene un 31,4% de carbonatos totales. Este porcentaje supone un muy alto nivel de carbonatos.

#### **Fósforo asimilable**

Con 49,7 ppm el suelo tiene un nivel muy alto de fósforo asimilable. Así pues en fertilización solo tendremos que aportar las exportaciones del cultivo.

#### **Potasio de cambio**

Al igual que con el fósforo solo deberemos aportar las exportaciones del cultivo ya que 1,0 meq/ 100g representa un contenido alto de potasio de cambio.

#### **Caliza activa**

El porcentaje de caliza activa es de 10,8%. Esto representa un porcentaje alto. Este dato unido al alto contenido en carbonatos y al Ph podría ocasionar problemas como Clovis ferrica. Para evitar estos problemas elegiremos un portainjertos que tenga un buen comportamiento en suelos calizos y resistentes a la clorosis como es INRA-GF-667.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Si aun con la elección de este portainjertos se detectaran síntomas en los árboles (hojas jóvenes amarillas) se aplicarían quelatos de hierro para solucionarlo.

### 3.1.3. Agua de riego

En nuestra parcela se usan aguas procedentes de la acequia de Sora. Los datos han sido obtenidos de la comunidad de regantes Nº XI de Ejea de los caballeros. Los datos se refieren a agua de la acequia citada y se encuentran desarrollados en el anejo III.

#### Calidad del agua de riego

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

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

La conductividad eléctrica del agua de riego es de 0,223 mmhos/cm. Este valor implica que el cultivo del almendro no experimenta disminución de rendimiento por causa de la salinidad, ya que corresponde a una calidad de agua excelente, con riesgo de salinidad nulo según las clasificaciones estudiadas en el anejo III.

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

El agua tiene una relación de absorción de sodio (RAS) de 0,45, por lo que tiene un escaso poder de sodificación o un riesgo ligero de alcalinizar el suelo. El carbonato sódico residual (CSR) alcanza un valor de 0,1 meq/L, por lo que se trata de un agua recomendable. Dicho valor es muy cercano a cero, por lo que se puede afirmar que el agua posee muy poco carbonato de sodio residual.

– El criterio de **toxicidad** evalúa la posibilidad de que determinados iones, fundamentalmente sodio, cloro y boro, al ser absorbidos por las raíces, se acumulen en las hojas, alcanzando concentraciones nocivas que reducen el

rendimiento de la cosecha. Los resultados indican que el riesgo de toxicidad es inexistente para los tres elementos.

### **Otras clasificaciones**

- La dureza del agua de riego es de 13,52 grados hidrotimétricos franceses y se clasifica como blanda.
- Según las normas Riverside, el agua se clasifica como C1S1. Estas son aguas de salinidad baja, aptas para el riego con bajo contenido en sodio.
- De acuerdo con las normas Greene, se puede considerar que el agua es de buena calidad.
- La clasificación según las normas Wilcox muestra que tenemos un agua de excelente a buena calidad.

#### **3.1.4. Relieve**

El relieve de la finca es ligeramente descendente hacia el sureste.

El desnivel en las parcelas no supera en ningún caso el 2%. En el plano N° 2 podemos observar las curvas de nivel y en el anejo IX se detallan los desniveles existentes en cada subunidad de riego.

#### **3.1.5. Accesos**

El acceso a la finca desde la localidad de Ejea de los Caballeros se realiza por la carretera A-1102. El camino que discurre entre la finca y la carretera está en buen estado y tiene unas dimensiones que posibilitan las tareas de recolección. El camino de acceso se representa en el plano N° 1.

### **3.2. *CONDICIONANTES EXTERNOS***

#### **3.2.1. Comercialización**

Existen diversas empresas en la zona que se dedican a la compra-venta de frutos secos. Además existe una cooperativa agraria en Ejea de los Caballeros donde podríamos llevar la producción.

El precio de la almendra es variable y depende en gran medida de la producción y venta de la almendra californiana. Estados Unidos es el mayor exportador de almendra y en los últimos años China se ha convertido en el PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

principal importador debido a un aumento del consumo. Las graficas y datos sobre el mercado internacional de la almendra se detallan en el anejo XI.

### **3.2.2. Mercado de materias primas**

La finca se encuentra a escasos kilómetros de Ejea de los caballeros. En esta localidad, mayoritariamente agrícola y ganadera, existen diversos establecimientos especializados donde se pueden adquirir todo tipo de materias primas necesarias para el proceso productivo (fertilizantes, fitosanitarios, etc.). Además estos establecimientos ofrecen asistencia técnica.

### **3.2.3. Condicionantes jurídicos**

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

## **4. ELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN**

La elección de las diferentes características se detalla en el anejo IV.

### **4.1. ELECCIÓN VARIETAL**

La disponibilidad de material vegetal de calidad es un factor básico en el establecimiento de las nuevas plantaciones.

Recientemente han aparecido nuevas variedades españolas con características muy interesantes, que han empezado a difundirse con rapidez en las plantaciones españolas.

Entre estas cabe destacar 'Constantí', 'Marinada', 'Tarraco' y 'Vairo' (IRTA), 'Belona', 'Soleta' y muy recientemente 'Mardía' (CITA) y 'Penta' y 'Tardona' (CEBAS-CSIC).

En la elección varietal, desarrollada en el anejo IV, es necesario conjugar las características de la variedad con la de la zona en cuestión y con las condiciones en que va a desarrollarse el cultivo. Para ello se ha realizado una matriz de efectos donde se valorara época de floración, duración del periodo de floración, autofertilidad, capacidad productiva, porte e intensidad de

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

ramificación, resistencia a plagas y enfermedades, fecha de maduración, desprendimiento del fruto, dureza de la cáscara, rendimiento en grano, porcentaje de dobles, adaptabilidad a la zona y resistencia a heladas tardías.

Valorados todos los factores la variedad escogida es **SOLETA** por detrás se ha quedado Guara también muy adaptada nuestra zona pero con una menor productividad y mayor sensibilidad a enfermedades como la mancha ocre que en Guara es muy agresiva.

### **Características de Soleta**

Soleta es una variedad autocompatible por lo que no tendremos que disponer especies polinizadoras.

En términos generales soleta destaca por su tamaño y su aspecto. Igualmente se caracteriza por la práctica ausencia de pepitas dobles. Es de cáscara dura, adaptada al mercado español, y la forma y el aspecto de su pepita ha sido un aspecto considerado en su evaluación. Así, 'Soleta' tiene una pepita muy parecida a la de 'Desmayo Largueta', aunque no la cáscara, y además ha mostrado un desprendimiento excelente del tegumento una vez tostada, como carácter definitorio de la calidad de 'Desmayo Largueta'. Su sabor, cruda y tostada, es excelente. Facilita su repelado.

## **4.2. ELECCIÓN DEL PORTAINJERTOS**

El almendro ha sido durante largo tiempo multiplicado únicamente por semilla, sin injertar y en condiciones semi-áridas. Con la práctica del injerto, fue lógicamente el almendro de semilla el primer porta-injerto empleado. La elección estaba justificada entonces por las condiciones de cultivo (secano) y con suelos clorosantes.

Las posibilidades de elección que existen en este momento para el cultivo del almendro, permiten adoptar el patrón más apropiado a las condiciones del suelo y del sistema de cultivo.

Los principales portainjertos utilizados en almendro se pueden dividir en:

- Franco de almendro

- Franco de melocotonero
- Ciruelo de crecimiento lento
- Ciruelo de crecimiento rápido
- Híbridos de almendro y melocotonero

Elegiremos un portainjertos híbrido entre melocotonero y almendro por ser lo más utilizado actualmente ya que es el que mejor comportamiento agronómico proporciona debido.

Dentro de este tipo de patrón elegiremos el INRA-GF-677 ya que supera en producción a la mayoría de los otros patrones. Es el patrón más utilizado a nivel mundial y se le considera un patrón referente en este cultivo. El proceso de elección de portainjertos se recoge en el anejo IV.

### **4.3. MARCO DE PLANTACIÓN**

Se denomina marco de plantación a la forma de disponer las plantas en el terreno, la distancia que deben guardar los almendros entre sí una vez plantados.

Los marcos de plantación más habituales en la zona donde se encuentran situadas nuestras parcelas son el marco real, rectangular y a tresbolillo.

Hemos elegido un **MARCO RECTANGULAR**, dándole más anchura a las calles y disminuyendo la distancia entre plantas de la misma fila.

### **4.4. DENSIDAD DE PLANTACIÓN**

Los factores que nos van a determinar la densidad de plantación son:

- Vigor de los árboles.
- Sistema de formación.
- Sistema de recolección.

El problema que puede suponer la humedad se supera con el riego localizado y la fertirrigación.

Nuestras parcelas tienen una topografía llana y buena orientación para implantar el cultivo en alta densidad.

La nueva limitación será el sombreamiento y la mecanización, por lo que la densidad de plantación elegida será la máxima teniendo como límites ambos parámetros.

En este caso se va a plantar con un marco de 5 entre árboles y 5.5 de calle. Esto nos da una densidad de plantación de 363,63 árboles/Ha.

#### **4.5. ORIENTACIÓN DE LAS FILAS**

La dirección de los vientos dominantes es un factor importante a la hora de fijar la orientación de filas. En este caso el viento dominante es del noreste Otro condicionante será la densidad de plantación.

Se debe buscar una disposición de filas que sea la más larga para poder acortar el tiempo que empleará la máquina en dar los giros necesarios.

Elegimos la orientación noreste- sureste debido a la topografía de la parcela de manera que las filas sean lo más largas posibles. Para evitar que el viento pueda dañar ramas o derribar árboles cuando estos son jóvenes colocaremos el gotero en el lado estratégico para que los árboles desarrollen las raíces de manera que sean capaces de aguantar fuertes vientos.

### **5. PLANTACIÓN**

#### **5.1. OPERACIONES ANTERIORES A LA PLANTACIÓN**

Decidida la plantación de los almendros después de su estudio, se debe preparar el terreno para que las plantas dispongan de un adecuado sistema radicular y por tanto, los árboles tengan un desarrollo satisfactorio.

Nuestras parcelas estuvieron dedicadas a cultivos herbáceos, por lo que se realizará un desfonde o subsolado, porque las labores de los anteriores cultivos son más superficiales que los niveles en que se van a desarrollar las raíces del almendro. Se realizara pues un **subsolado** que se debe realizar varios meses antes de la plantación, preferentemente en verano, con profundidades mínimas de 60 centímetros hasta un metro.

**Labor con vertederas.** Labor complementaria que se realizará tras las primeras lluvias de otoño. La labor se realiza con vertederas que voltean la tierra unos 35 – 45 centímetros de espesor.

**Pase de grada.** Se realiza con una grada de discos para desterronar el terreno.

**Rulado.** Se realizará un pase de rulo para dejar la superficie del terreno lisa y poder realizar el marqueo más fácilmente.

## **5.2. EPOCA DE PLANTACIÓN**

En principio se dispone de todo el periodo de reposo vegetativo del almendro para efectuar la plantación, pero el frío y la humedad del invierno son factores que limitan este periodo. En nuestro caso se realizará a finales del mes de enero, siempre y cuando la climatología lo permita.

## **5.3. RAYADO Y MARQUEO**

Se establecen testigos separados 5,5 metros (para cada línea de cultivo). Dentro de cada línea se dispondrán mojones cada 30 m para conseguir que las líneas de cultivo sean lo mas paralelas posibles.

La apertura de la zanja se realizará con un tractor de la propia explotación y con un subsolador de un solo brazo sobre las líneas de cultivo.

## **5.4. RECEPCION Y PREPARACIÓN DE LAS PLANTAS**

En el momento en que recibamos la mercancía, verificaremos que son las plantas seleccionadas: patrón y variedad con identificación, que se encuentran en buen estado físico y sanitario.

Las plantas serán colocadas en el terreno inmediatamente después de su recepción con lo que bastará con conservarlas a la sombra y en un lugar relativamente fresco.

## **5.5. PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA**

La plantación se realiza con una maquina que consta de un sistema hidráulico al que va unido un disco preparador. La maquina lleva un dispositivo el cual

indica la distancia a la que se tienen que plantar de tal manera que todos los árboles queden a la misma distancia.

La planta se colocará de forma que el nudo de injerto quede a unos 2 cm por encima de la superficie del terreno.

Una vez finalizada toda la plantación sería recomendable dar un riego de establecimiento para asegurar el perfecto enraizado y posterior brotación de todas las plantas.

## **5.6. COLOCACIÓN DE LOS PLASTICOS PROTECTORES, TUTORES Y ATADO.**

Los plásticos protectores son uno tubos de polietileno blancos que se colocan el tronco del árbol para evitar deshidratación, crecimiento de yemas erráticas y para proteger en las aplicaciones de herbicidas.

La colocación de los tutores se realizara inmediatamente después de la plantación. Con una barrenadora se realizaran los huecos donde se instalaran los tutores.

Estos tutores serán de madera de eucalipto de un metro y medio de altura y un grosor de 6 x 3 cm.

El atado de los árboles a los tutores se realizara mediante una goma de tal manera que se realizaran dos nudos a la goma y se colocaran de dos a cuatro grapas uniendo el tutor a la goma para asegurar.

## **6. NECESIDADES Y TECNICAS DE CULTIVO**

### **6.1. PODA**

La poda del almendro tradicional puede ser anual o bianual, según sea el desarrollo del árbol y después de podado debe quedar más bien con un ramaje claro que espeso y de copa cerrada o formando un vaso de diámetro reducido, teniendo en cuenta que un exceso de frondosidad será en detrimento de la producción de fruto (Juscafresa, 1978).

Así pues la forma más rápida de conseguir en un plazo breve de años el máximo número de hojas y ramas no es podar, aun así en este caso se decide

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

podar para evitar la vecería, conseguir una buena formación y equilibrio del árbol. Además la poda aporta mayor resistencia mecánica de las ramas y a enfermedades.

Los sistemas de formación más representativos de la fruticultura de hueso, quedan englobados dentro de tres grandes grupos:

- Espaldera
- Vaso
- Túnel

En almendro el sistema más utilizado es el vaso, existiendo diferentes tipos:

- Vaso con secundarias
- Vaso multibrazo
- Vaso multibrazo tendido

La selección del sistema de poda se va a realizar teniendo presente:

- El marco de plantación.
- La variedad elegida.
- La disponibilidad de agua.
- La aportación de nutrientes y fitosanitarios.
- El tipo de recolección.

Se trata pues de equilibrar la fructificación y el crecimiento para alcanzar la máxima producción en la plantación, y evitar la vecería.

Así pues se realizarán las siguientes labores de poda:

### **6.1.1. Poda de formación**

En esta variedad es muy importante la poda de formación ya que de ésta va a depender la viabilidad económica de la plantación y la vida del árbol. En el anejo V se detalla con más precisión el sistema de formación y poda del almendro.

## **1º AÑO**

**Poda del árbol recién plantado:** Al hacer la plantación se cortarán todas las ramillas laterales y se despuntará a 90-100 cm. de altura.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

**Poda en verde:** Durante la primavera (Abril) se llevará a cabo una intervención que será muy suave, tratando de ir guiando al árbol con pinzamientos de ramas por encima de las dos hojas basales, eliminar chupones interiores, destacar las guías principales y, en su caso, cuando hayan crecido más de 40 cm despuntarlas.

**Poda de Invierno:** En invierno nos limitaremos a seguir destacando las guías principales, despuntarlas si han crecido después de haberle producido el despunte de verano, e ir creando la estructura de tronco capaz de soportar la carga futura.

## 2º AÑO

Es importante saber que Soleta es capaz de producir en el 2º año cantidades importantes de almendras.

**Poda en verde:** Durante el mes de Mayo la poda debe limitarse a eliminar ramos interiores que se sombreen, o bien que se encuentren en zonas donde dificulten las labores etc.

**Poda de invierno:** Se continuará destacando las tres guías principales, despuntándolas siempre que hayan crecido demasiado y no hayan sacado durante el verano ramificaciones laterales.

Se deben eliminar ramas mal situadas y aquellas interiores que nos dificulten la entrada de la luz.

## 3º AÑO

**Poda en verde:** El proceso es similar a los años anteriores, aunque menos severa, limitándose a pinzamientos de ramas laterales cuando su longitud sobrepase los 40 cm, e interiores, pero siempre despuntando éstas sobre dos o tres hojas de la base. Con este procedimiento estamos forzando la aparición de botones florales y ramilletes de mayo para la futura producción.

**Poda de invierno:** Debe reducirse a seguir manteniendo las tres guías principales, las secundarias que sean necesarias, y a formar el esqueleto del árbol, así como prepararlo para que pueda soportar toda la producción sin que peligre su estructura. Al finalizar el año, la altura será entre 1.7-2 m de altura aproximadamente con abundante ramaje lateral entre 30-40 cm.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

### **6.1.2. Poda de producción**

A partir del cuarto año se efectúan podas para eliminar las ramas sobrantes y dejar las productoras de frutos. Para practicar esta poda, cada invierno se realizará lo siguiente:

- Se suprimen los chupones del centro del árbol.
- Se despejan las prolongaciones para asegurar una buena iluminación del centro del árbol.
- Solo se suprime la quinta parte de las ramas fructíferas para asegurar la renovación de las restantes.
- Se eliminará la madera muerta, y los ramos parasitados con monilia o Fusicocum
- Se seguirá practicando la poda de formación para mantener la forma general del árbol
- Se intentará mantener el mayor número posible de ramilletes de mayo y ramos mixtos por ser los más fructíferos.

### **6.1.3. Poda de Renovación**

Esta poda se practica sobre árboles muy viejos o sobre árboles que presentan fructificación centrífuga.

En el primer caso, son árboles con muchas ramas muertas y fuerte desgarnecimiento en las bases de éstas. Al llegar a este estado, la producción disminuye, por lo que se procede a la poda de rejuvenecimiento que consiste en la supresión con sierra de las ramas madres para provocar la aparición de nuevos brotes vigorosos.

Los árboles en fructificación centrífuga, los frutos aparecen cada vez más alejados del centro. De ello, resulta que las ramas fructíferas son cada vez más numerosas y más débiles. Normalmente, con la poda de producción anual se soluciona este problema.

#### **6.1.4. Operaciones complementarias a la poda**

El objetivo que se persigue con estas operaciones complementarias es, fundamentalmente, la reducción de costos y un mayor rendimiento productivo.

Son varias las operaciones que merecen destacarse en este apartado. Las más relevantes son:

##### **a) Prepoda mecánica**

Los equipos de prepoda mecánica, con cuchillas de corte accionadas hidráulicamente, se adaptan a tractores fruteros de elevada potencia. La presencia de estos equipos ha aumentado significativamente en los últimos años.

##### **b) Tratamientos reguladores del crecimiento**

La aplicación de reguladores del crecimiento pretende influir en el desarrollo vegetativo de las plantaciones, para obtener unos mayores rendimientos productivos y facilitar las labores de poda.

Se realizara un tratamiento anual a mediados de marzo con Pacobutrazol.

##### **c) Gestión de los restos de poda**

La gestión adecuada de los restos de poda, no sólo puede resultar económicamente rentable, sino lo que es más importante, contribuye a la conservación del medio ambiente.

A la hora de eliminar o gestionar los restos de poda existen varias opciones:

- La quema, tradicionalmente la más utilizada.
- Con la trituración, los restos de poda se gestionan como subproductos, al devolverlos al suelo como materia orgánica. La trituración es una operación con un bajo coste.
- El compostaje es una alternativa poco desarrollada. El objetivo es la obtención de un producto estable y con propiedades agronómicas beneficiosas.
- La transformación energética de biomasa, a partir de los restos de poda.

La trituración será el método elegido para gestionar los restos de poda ya que es el más económico y ecológico.

## **6.2. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL ALMENDRO**

Las necesidades nutricionales del almendro se desarrollan en el anejo VI junto con el programa de fertirrigación.

### **6.2.1. Nitrógeno**

Las necesidades de los árboles se calculan en función de las exportaciones anuales para el crecimiento y la producción de frutos

El almendro es capaz de acumular grandes cantidades de nitrógeno (proteína) en los frutos, donde llega a alcanzar un 0,64 % de su peso fresco.

Las altas producciones obtenidas en las plantaciones de almendro en regadío bien manejadas, donde aplicando las modernas técnicas de cultivo se llegan a sobrepasar los 1.500 Kg. de semilla por hectárea y año, da lugar a unas elevadas exportaciones de nitrógeno.

La absorción y acumulación de nitrógeno en las estructuras permanentes (ramas, tronco y raíz) se calculan en función del crecimiento anual de los árboles.

La exportación de nitrógeno por las hojas supone el 17,3% del total del nitrógeno exportado por el árbol. Para el cálculo de las exportaciones netas de las hojas se presupone que un 29% del nitrógeno exportado por las mismas retorna al suelo en forma de residuo.

También tendremos en cuenta las aportaciones por parte del suelo y el agua de riego.

Cada suelo según su textura, estructura, topografía y su clima, nitrifica diferentemente a lo largo del año. La nitrificación aumenta cuando la temperatura se eleva y cuando la humedad es suficiente.

Con frecuencia las aguas que utilizamos para regar contienen importantes cantidades de nitrógeno. Así pues el nitrógeno aportado dependerá del volumen de riego utilizado y de la concentración de nitratos en el agua de riego.

La cantidad total de nitrógeno (N) que cada año debemos aportar a una parcela de almendros mediante el abonado se determina: restando del total de exportaciones efectuadas por los árboles la suma de aportaciones suministradas por el suelo y el agua de riego:

Necesidades de abonado = Exportaciones – Aportaciones

	EXPORTACIONES			APORTACIONES		NECESIDADES NETAS N (KG/HA)
	NEC.CRECIMIENTO	NEC.PRODUCCION	NEC.HOJAS	RIEGO	SUELO	
AÑO 1	40	23	6,72	3,4	40	26,32
AÑO 2	40	46	6,72	4,5	40	48,22
AÑO 3	40	55	6,72	6,8	40	54,92
AÑO 4	40	92	25,21	6,8	40	110,41
AÑO 5	40	111	25,21	6,8	40	129,41
AÑO 6 Y SIG	40	115	25,21	9	40	131,21

Tabla 1: Necesidades de Nitrogeno

### 6.2.2. Fósforo

El fósforo es poco móvil y está altamente retenido al suelo. Su aplicación debe ser localizada dejándolo cerca de las raíces absorbentes. La absorción es mayor en suelos con pH neutro ya que en pH alto, como nuestro caso es fijado por el catión  $Ca^{2+}$

Se estima que se extraen 2 Kg. de Fósforo cada 1000 Kg. de cosecha más 6 Kg. en madera así pues:

	Producción esperada	Kg./ha Fósforo
Año1	0	6
Año2	500	8,5
Año3	1000	11
Año4	2500	18,5
Año5	3500	23,5
Año6 y sig	5000	31

Tabla 2: Necesidades de Fósforo (kg/ha)

### 6.2.3. Potasio

El potasio es de los cuatro macronutrientes (N, P, K, Mg) el que más directamente influye sobre la calidad de la almendra.

Bajos niveles de potasio en suelo, limitan seriamente la producción de almendra. La deficiencia en potasio produce alta mortandad de yemas de fruto.

Se estima que se extraen 14 Kg. de potasio cada 1000 Kg. de cosecha más 26 Kg. en madera así pues:

	Producción esperada	Kg./ha Potasio
Año1	0	26
Año2	500	33
Año3	1000	40
Año4	2500	61
Año5	3500	75
Año6 y sig	5000	96

Tabla 3: Necesidades de Potasio (kg/ha)

#### 6.2.4. Micronutrientes

El magnesio esta retenido en el suelo por el complejo arcillo-humico, con menos fuerza que el potasio. En nuestro caso con el pH alto no tendremos problemas.

El azufre es un elemento indispensable en el crecimiento del almendro es difícil encontrar estados carenciales, ya que el suelo suele estar bien dotado de este elemento.

Tanto en hojas como en partes lignificadas, entre las que se encuentran las cáscaras, contienen grandes cantidades de calcio. No supondrá un defecto por defecto sino por efecto ya que nuestro suelo contiene grandes cantidades de caliza activa.

El hierro es un elemento esencial para la formación del pigmento clorofílico, se asimila en forma ferrosa ( $Fe^{2+}$ ) y en forma orgánica.

Los síntomas de su carencia se detectan en las hojas por perder su color verde (clorosis férrica). Primero amarillean las hojas entre los nervios conservando éstas su color verde, siendo las jóvenes las más afectadas.

Existen diferentes condiciones que provocan una deficiencia de hierro como puede ser la existencia de un pH elevado en el suelo, o que el suelo sea excesivamente calizo o excesivamente rico en fósforo. Nuestro suelo puede llegar a provocar esta citada clorosis ferrica. Si esto se llega a producir se realizaran tratamientos con quelatos de hierro.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

El zinc forma parte de diversas enzimas y auxinas de crecimiento. Por ellos su falta causa mermas de crecimiento en los entre nudos y hojas pequeñas agrupadas en roseta.

El comportamiento del ion cobre es parecido al del zinc, por lo tanto es poco móvil y menos absorbible contra mayor es el pH. Igualmente existe un antagonismo con el fósforo.

Multitud de fungicidas de aplicación común contienen cantidades importantes de cobre por lo que esta posible deficiencia quedara cubierta.

El almendro tiene unas necesidades muy pequeñas de cloro aunque este es un elemento esencial.

El boro interviene en el transporte de azúcares y en la formación de membranas

La importancia del molibdeno se le da al hecho de que este elemento es indispensable para el metabolismo del nitrógeno. Al contrario que en casi todos los demás oligoelementos se asimila mejor en suelos con pH alto, de forma que en suelos básicos no habrá problemas carenciales para este elemento.

### **6.3. PROTECCIÓN FITOSANITARIA**

Las principales plagas y enfermedades que pueden afectar al cultivo del almendro y el tratamiento de las mismas aparecen detalladas en el Anexo V.

#### **6.3.1. Enfermedades**

##### **CRIBADO**

En las hojas del almendro se manifiesta por pequeñas puntuaciones redondas y de color rojo vinoso que se extienden rápidamente y acaban perforando la hoja con pequeños agujeros circulares. Es entonces cuando la hoja adquiere el aspecto de criba que da nombre a esta enfermedad. Este hongo también produce punteaduras y lesiones sobre ramos (chancros en la yemas) y frutos pudiendo llegar a destruirlos.

Para su curación es muy importante que en otoño se apliquen productos cúpricos y que se destruyan las partes enfermas.

##### **ROYA**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

La roya ataca a las hojas, ramas y frutos del almendro.

Para prevenir esta enfermedad es conveniente eliminar las malas hierbas de las plantaciones ya que son unas de las plantas huéspedes necesarias para completar el ciclo de este parásito. Para su tratamiento, se aplicarán compuestos cúpricos o azufre.

### **MANCHA OCRE**

Alteración originada por el hongo ascomicete, *Polystigma ochraceum*. No tan extendida como las anteriores, aunque es frecuente en zonas secas con temperaturas elevadas.

Este hongo parásita las hojas del almendro y se manifiesta en verano con unas manchas amarillentas al principio y luego pardo rojizas, a veces, muy oscuras. A finales de verano, se produce una defoliación prematura ocasionado por la debilidad y desequilibrio del almendro. Se trata, entonces, a los almendros afectados con compuestos cúpricos o con fungicidas de síntesis.

### **6.3.2. Plagas**

Los principales parásitos animales del almendro son:

#### **AFIDOS**

Invaden fácilmente todo el árbol debido a la rapidez con que se multiplican, por lo que es conveniente eliminarlos antes de que sean demasiado numerosos. Son unos insectos chupadores que clavan su pico en las hojas y brotes tiernos.

Los tratamientos precoces de invierno y efectuados antes de la floración son los más eficaces. Durante la primavera se pueden tratar con compuestos cúpricos.

#### **ACAROS**

Llamados también vulgarmente "arañas rojas" por las vivas coloraciones que presentan. Sus mandíbulas perforan los tejidos tiernos de la planta, de donde extraen jugos alimenticios, provocando una disminución de la función vegetativa.

El tratamiento más adecuado es el invernal, aplicándose sobre los huevos situados en las arrugas del tronco y ramas, un aceite amarillo. En primavera se efectúa el mismo tratamiento siempre pre-floral contra la primera generación.

### **ORUGAS MINADORAS DE LOS BROTES**

Estas orugas, normalmente polífagas, parasitan los brotes jóvenes y también a los frutos. En España, al más frecuente proviene de la mariposa *Anarcia leneatella*. Esta especie produce dos generaciones al año.

En invierno, se recomienda un tratamiento a base de aceite amarillo para destruir las larvas invernantes en el tronco. Durante el resto del año se efectuarán los tratamientos tan pronto como aparezcan los primeros brotes infectados.

### **ORUGUETA DEL ALMENDRO**

La causante de esta enfermedad es la *Aglaope infausta*

La fase más peligrosa de su ciclo es la de las orugas de la primera generación, en julio, que puede llegar a devastar el árbol por completo. Para evitar tal peligro, es conveniente tratarlos al primer síntoma de defoliación. Se tratará con imidacloprid.

### **6.3.3. Calendario de tratamientos**

Tratamientos Fitosanitarios					
MOMENTO DE APLICACION	PLAGA-ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	Riqueza(%mat.activa)	DOSIS	MODO DE APLICACIÓN
Estado B-C(lema hinchada-aparición del cáliz)	Piojo/pulgón	Aceite de parafina	83	1Lt/HI	Pulverización 6 HI caldo/ha
	Ácaros	Oxicloruro de cobre	50	800gr/HI	
Caída de pétalos	Pulgón/Orugeta	Imidacloprid	20	50c.c/HI	
finales de marzo	Phytophthora	Fosetil-Al	80	300gr/HI	
	Fitoregulador	Paclobutrazol	25	100c.c/HI	
	Anarsia(jóvenes)	Lambda cihalotrin	2,5%	130gr/HI	
	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocálcico	20	600gr/HI	
20 días después	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	
	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocálcico	20	600gr/HI	
20 días después del	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	

tratamiento anterior	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocálcico	20	600gr/HI	Pulverización 6 HI caldo/ha
25 días después del tratamiento anterior	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	
	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocálcico	20	600gr/HI	
	Araña roja	Azufre	72	0,6l/HI	
Mediados de Junio	Royas	Sulfato cuprocálcico	20	600gr/HI	
Primeros de agosto	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	
	Macha ocre	Sulfato cuprocálcico	20	600gr/HI	
Caída de Hojas	Phytophthora	Fosetil-Al	80	300gr/HI	
	Hongos/bacterias	Oxicloruro de cobre	50	600gr/HI	

Tabla 4: Tratamientos fitosanitarios

## **6.4. MANTENIMIENTO DEL SUELO**

El mantenimiento del suelo comprende el control de malas hierbas, mantener una estructura del suelo que logre un desarrollo satisfactorio del almendro, que facilite la aireación, disminuir la erosión y mejorar la fertilidad del suelo.

Las técnicas más corrientemente usadas para el mantenimiento del suelo son:

- Técnicas que mantienen el suelo sin vegetación:
  - Laboreo del suelo
  - Empleo de herbicidas
- Cubiertas vegetales.
- Sistemas mixtos.

El sistema elegido es el empleo de herbicidas. Su elección se razona en el anejo IV.

Los tratamientos se realizarán alrededor de dos veces al año dependiendo de la climatología y según la aparición de las malas hierbas, siempre intentando no dejar crecer demasiado las plantas para así conseguir una mayor eficiencia con el herbicida. Utilizaremos tratamientos en post emergencia alternando las pocas materias activas autorizadas para almendro.

Para la realización de los tratamientos se dispondrá de un tractor de 50 CV y una cuba de 2000 l. Al tractor se le colocará una barra para aplicar el herbicida. Además de los tratamientos herbicidas se realizará uno o dos pases con una picadora para evitar la proliferación de las malas hierbas.

## **6.5. RECOLECCIÓN**

Los diferentes aspectos que rodean a la recolección se desarrollan en el anejo IV.

### **6.5.1. Sistema de recolección**

Las almendras cuando maduran son dehiscentes, es decir, la pelaza se abre y se separa de la cáscara. Durante los días en que permanece abierta, es el período más adecuado para realizar la recolección. La recogida de frutos se puede realizar por tres tipos de recolección:

- Manual
- Mecanizada
  - Paraguas
  - Cosechadora

La cosecha manual se efectúa golpeando ligeramente los árboles con varas de madera, cuyo extremo está recubierto de goma o caucho para evitar heridas a las ramas. En el suelo se disponen unas lonas donde la almendra cae y de ahí es recogida.

La recolección de la almendra se ha ido mecanizando a lo largo del tiempo.

El paraguas consiste en una plataforma móvil provista principalmente de una pinza. Una vez que el almendro está aprisionado por esta pinza se procede a la apertura del paraguas o también llamado abanico.

Cuando el paraguas está totalmente desplegado, comienza la vibración que se transmite desde la pinza hasta el tronco del árbol y de esta forma, se fuerza la caída de la almendra siendo recogida en el fondo del paraguas para su inmediato pelado y almacenaje en la tolva.

En el interior de la tolva, la cual ha de estar cubierta, se encuentra el tornillo sin fin ascendente que procede de la peladora del cual se hablaba anteriormente y otro que está destinado a la evacuación del contenido del depósito.

La cosechadora para almendras es un invento relativamente reciente. Solo se necesita un operario para la recogida de las almendras. Esta máquina es autopropulsada. El acoplamiento al árbol, vibración, recogida y pelado de las almendras se realiza de una forma continua sin tener que parar la máquina con lo que se consigue una recolección rápida y eficaz.

La forma de recolección elegida es con paraguas.

El vibrador será de tenaza, con un sistema de simple rotación. El paraguas será de lona alta para facilitar el deslizamiento de la almendra.

### **6.5.2. Fecha de recolección**

La dehiscencia es la apertura de la corteza del fruto y la abscisión es el proceso de separación del fruto del árbol.

Observando estos dos fenómenos decidiremos cada año la fecha de recolección estableciendo un buen equilibrio entre una buena maduración y evitar pérdidas por caída de fruto maduro. Se realizarán pruebas de vibrado, para asegurar la fecha, de manera que el momento óptimo de recolección es aquel en el que solo quedan en el árbol entre un 1 y un 5% de los frutos sin caer (Connel et al., 1996)

## **7. EL RIEGO**

### **7.1. ELECCION DEL SISTEMA DE RIEGO**

Elegimos el sistema de RIEGO LOCALIZADO POR GOTEO principalmente por el gran ahorro de agua que supone pero también se tiene en cuenta la buena adaptación a este sistema de riego en el almendro. Otros factores tomados en cuenta han sido:

- Reducción muy significativa en mano de obra. No sólo en la vigilancia del riego sino, y sobre todo, por la menor incidencia de las malas hierbas en el cultivo.
- Economía importante en productos fitosanitarios y abonos.
- Reducción en el lavado del suelo por acumulación de sales.

### **7.2. FERTIRRIGACION**

#### **7.2.1. Generalidades**

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

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

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

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

### 7.2.2. Programa de fertirrigación

Las necesidades fertilizantes han sido calculadas en el anexo VI. En la siguiente tabla se muestra un resumen de estas necesidades a lo largo de la vida del almendro.

AÑO	NECESIDADES (KG/HA)		
	<i>N</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>O</i>
1	26,36	13,74	31,33
2	48,22	19,47	39,77
3	54,92	25,19	48,2
4	110,41	42,36	73,51
5	129,41	53,82	73,8
6 Y SIG	131,21	31	96

Tabla 5: necesidades netas fertilización.

Es muy importante distribuir las necesidades nutritivas a lo largo de todo el ciclo del almendro. Vamos a dividir las necesidades según el nitrógeno.

<i>Nutriente</i>	<i>Fases del cultivo</i>		
	<i>Brotación a floración</i>	<i>Floración a llenado de fruto</i>	<i>Llenado fruto a maduración</i>
Nitrógeno (%)	13	42	45

Tabla 6: Necesidades temporales de Nitrógeno a lo largo del año productivo.

Se opta por la utilización de complejos sólidos solubles y una solución líquida para el fósforo para cubrir las necesidades nutricionales del almendro.

Los complejos sólidos solubles incorporan dos de los tres elementos nutritivos, los compuestos elegidos, nitrato amónico (33,5%N), nitrato potásico (46%K y 13% N) y ácido fosfórico (40%) tienen buena compatibilidad entre ellos.

La utilización del ácido fosfórico va a ser muy beneficiosa para nuestro cultivo, ya que el Ph del suelo es elevado y este abono tiene acción acidificante y evita obturaciones calcáreas.

Su coste es razonable en relación a otros productos usados en fertirrigación.

Así pues cada año en formación se aportarán diferentes cantidades de abono según las necesidades expuestas anteriormente. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las cantidades de abono a aportar mensualmente.

	NITRATO POTASICO	NITRATO AMONICO	ACIDO FOSFORICO
AÑO1			
MARZO		13,65	8,75
ABRIL		13,65	8,75
MAYO		13,65	8,75
JUNIO		13,65	8,75
JULIO	33,7		
AGOSTO	33,7		
AÑO2			
MARZO		26,21	12,5
ABRIL		26,21	12,5
MAYO		26,21	12,5
JUNIO		26,21	12,5
JULIO	43,47		
AGOSTO	43,47		
AÑO3			
MARZO		30,92	15,62
ABRIL		30,92	15,62

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

MAYO		30,92	15,62
JUNIO		30,92	15,62
JULIO	52,17		
AGOSTO	52,17		
AÑO4			
MARZO		66,69	26,25
ABRIL		66,69	26,25
MAYO		66,69	26,25
JUNIO		66,69	26,25
JULIO	79,3		
AGOSTO	79,3		
AÑO5			
MARZO		73,3	33,75
ABRIL		73,3	33,75
MAYO		73,3	33,75
JUNIO		73,3	33,75
JULIO	80,43		
AGOSTO	80,43		
AÑO6 Y SIG			
MARZO		26,21	44,37
ABRIL		26,21	44,37
MAYO		26,21	44,37
JUNIO		26,21	44,37
JULIO	126,08		
AGOSTO	126,08		

Tabla 7: Cantidad de abono a utilizar mensualmente.

La forma de aplicación de los fertilizantes elegida es la aplicación a tres fases. Esta modalidad supone que no se mantiene la proporcionalidad entre el agua y el abonado, existiendo dos períodos de riego sin abonado.

## 8. DISEÑO AGRONÓMICO

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

### 8.1. NECESIDADES DE AGUA

Para el cálculo hidráulico se utilizarán los datos de evotranspiración potencial obtenidos en la estación (ver anejo I). El mes con la evapotranspiración más elevada es Julio, cuyo valor es  $E_{t0} = 6,67$  mm/día.

La Etc, evapotranspiración del cultivo, se calcula multiplicando la evapotranspiración del cultivo de referencia,  $E_{t0}$ , por un coeficiente exclusivo de cada cultivo,  $K_c$ . Para el mes de mayor  $E_{t0}$  que es Julio, el coeficiente de cultivo,  $K_c$  será de 0,86.

Por tanto, la evapotranspiración del cultivo será de 5,73 mm/día.

Teniendo en cuenta el efecto de localización y las correcciones por condiciones locales las necesidades en el mes de Julio serán de 4,36 mm/día.

Nagua (julio) =  $E_{t0} \times K_c \times K_l \times K_a \times K_r = 6,67 \times 0,86 \times 0,7875 \times 1,15 \times 0,84 = \mathbf{4,36}$  mm/día

Las necesidades totales se calculan teniendo en cuenta la falta de uniformidad de riego, las necesidades de lavado, las pérdidas por percolación y la eficiencia de aplicación.

Así pues las necesidades totales de agua serán:

$$N_t = \frac{N_n}{(1-K) \cdot CU} = \frac{4,36}{(1-0,05)0,90} = 5,19 \text{ mm / día}$$

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

- Marzo: 34,11 litros/árbol día
- Abril: 64,34 litros/árbol día
- Mayo: 84,08 litros/árbol día
- Junio: 122,99 litros/árbol día
- Julio: 142,86 litros/árbol día

- Agosto: 120,58 litros/árbol día
- Septiembre: 68,71 litros/árbol día

Las necesidades máximas por almendro corresponden al mes de julio con 122,99 litros árbol/día.

## **8.2. Número de emisores. Tiempo, intervalo y dosis de riego.**

Los que se van a instalar son de tipo botón largo conducto tienen las siguientes características:

- Caudal nominal:  $q_a = 4$  l/h
- Presión nominal:  $h_a = 10$  m.c.a.
- Exponente de descarga:  $x = 0,45$
- Coeficiente de variación de fabricación:  $CV = 0,04$  (Clase A)
- Diámetro de paso:  $\varnothing = 1$  mm

De acuerdo con los cálculos realizados en el Anexo VIII, se dispondrán 4 emisores almendro. Puesto que la distancia entre almendros es de 5 metros, los goteros estarán situados a 1,25 metros de distancia entre sí. El intervalo de riego es de un día, es decir que se regará todos los días.

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

- Marzo: 2,13 horas/día
- Abril: 3,89 horas/día
- Mayo: 5,25 horas/día
- Junio: 7,68 horas/día
- Julio: 8,92 horas/día
- Agosto: 7,53 horas/día
- Septiembre: 4,29 horas/día

En el cuadro resumen del diseño agronómico aparece recogido también el consumo total de agua en metros cúbicos en cada uno de los meses de riego así como el consumo total en toda la finca.

## 9. DISEÑO HIDRAULICO

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

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

### 9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RED DE RIEGO

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

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

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

#### 9.1.1. Laterales de riego

Las laterales de riego o ramales portagoteros serán de polietileno de 2,5 ATM y 4 ATM. Se colocaran a unos veinte centímetros del árbol, en primera instancia se colocaran en el lado este para aumentar la resistencia de los árboles al aire dominante y evitar que puedan inclinarse.

La conexión entre las laterales de riego y las terciarias se realizara con collarines con toma de una pulgada fabricados en polipropileno con fibra de vidrio.

A continuación se desarrolla una tabla con los diámetros utilizados en las diferentes subunidades de riego.

SUBUNIDAD	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	PRESION NOMINAL
U1	20mm	17mm	4 ATM
U2	20mm	17mm	4 ATM
U3A, U3B, U3C,U3D, U3E	20mm	17mm	4 ATM
U3F	16	13,2	2,5 ATM

Tabla 8: Diámetros de las tuberías laterales

### 9.1.2. Terciarias

Las tuberías terciarias serán de PVC PN 6 con diámetros de entre 40mm y 63mm. La norma que se aplica a estas tuberías es la UNE 53112.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías terciarias se ha dividido la terciaria de cada subunidad de riego en dos para obtener un resultado más económico.

En la siguiente tabla se resumen las características de las tuberías terciarias

SUBUNIDAD	TRAMO 1		TRAMO 2	
	Longitud(m)	Diámetro(mm) )	Longitud(m)	Diámetro(mm)
U1A-U1B	8,25	63	115,5	50
U1C	79,75	50	44	40
U1D-U1E	74,25	63	55	50
U1F	52,25	63	77	50
U2A-U2B	44,25	50	66	40
U2C	57,75	50	49,5	40
U2D-U2E	107,25	50		
U2F	46,75	63	60,5	50
U3A-U3B	24,75	63	99	50
U3C	24,75	63	99	50
U3D-U3E	57,75	63	60,5	50
U3F	35,75	50	82,5	40

Tabla 9: Diámetros tuberías terciarias

En el extremo de cada tubería terciaria (donde se une con la tubería secundaria) se instala una válvula automática con un regulador de presión protegidos por una arqueta de riego. El regulador de presión se instala con objeto de asegurar una determinada presión aguas abajo de su emplazamiento y garantizar el caudal necesario y la uniformidad del riego.

Las válvulas automáticas permiten controlar el riego y pueden ser accionamiento hidráulico o eléctrico. Se instalara una válvula hidráulica con válvula de tres vías para accionamiento con solenoide.

Para determinar la presión necesaria a la entrada de cada terciaria se realiza un estudio de las presiones que se producen en los puntos más desfavorables y más favorables y los correspondiente caudales unitarios. Con estos cálculos nos aseguraremos un coeficiente de uniformidad por encima de 90%.

Las presiones a las que abra que abra que calibrar cada regulador de presión son las siguientes:

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

SUBUNIDAD	PRESION NECESARIA AL INICIO DE LA TERCIARIA (MCA):
U1A-U1B	10,95
U1C	10,38
U1D-U1E	10,89
U1F	10,83
U2A-U2B	10,95
U2C	10,96
U2D-U2E	11,08
U2F	10,92
U3A-U3B	11,15
U3C	10,20
U3D-U3E	11,25
U3F	10,62

Tabla 10: Presión necesaria en el regulador de presión de cada subunidad.

Para la protección de estos reguladores de presión se instalara una arqueta prefabricada de hormigón de 80x80 cm de luz por 110 cm de profundidad.

Al final de la tubería terciaria de cada módulo se colocará una prolongación de la misma con salida al exterior consistente en doble codo 90° con 1 m. de tubería de 50 Mm. de diámetro, con tape final macho roscado todo en PVC.

Este desagüe permite la expulsión de elementos extraños en la red durante los primeros riegos al comenzar la campaña de riego para evitar obturaciones en los aspersores, al igual que el vaciado de la red en caso de ser necesario.

### 9.1.3. Secundarias

Al igual que las tuberías terciarias se instalaran de PVC de presión nominal 6 atm. En cada unidad de riego para el cálculo hidráulico se divide en tres tramos; del hidrante a la primera unión con terciarias(A), de A hasta la siguiente derivación a terciarias (B) y de B hasta C que se corresponderá con el final de

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

la secundaria. Este esquema general es igual en las tres unidades de riego si se encuentra reflejado en el anejo IX.

Para determinar el diámetro a utilizar en la red general de riego se tendrá en cuenta que la velocidad del fluido debe mantenerse entre 1 y 2 m/s y que en el cálculo de la pérdida de carga, debe cumplirse que  $J < 5 \%$ .

Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

UNIDAD DE RIEGO	Tramo	Long(m)	Caudal(l/h)	Perdida de Carga(m.c.a)	Diámetro Comercial (mm)
U1	HID-A	108,49	63328	2,30	125
	A-B	145	41520	2,55	110
	B-C	145	19712	4,27	75
U2	HID-A	68,04	57024	1,23	125
	A-B	145	38464	2,23	110
	B-C	145	19904	4,27	75
U3	HID-A	90,67	57532	1,63	125
	A-B	150	35932	2,04	110
	B-C	150	14332	5,84	75

Tabla 11: Diámetros y longitudes de las tuberías secundarias.

## 9.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CABEZAL DE RIEGO

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

### 9.2.1. Presión necesaria a la salida del cabezal

Para el cálculo de la presión necesaria en cada unidad de riego a la salida del cabezal, se valora que regulador de presión es más desfavorable, sumando a la presión necesaria en el regulador las pérdidas de carga producidas en las redes de terciarias.

A estos valores, a cada uno, debemos sumarle los valores de la profundidad ala que está enterrada la tubería (Pent = 1 m.c.a.), y la pérdida de carga del regulador (Preg = 1 m.c.a.).

U1=15,06 m.c.a.

U2=15,33 m.c.a.

U3=14,78 m.c.a.

### **9.2.2. Sistema de filtrado**

Los filtros elegidos son de mallas autolimpiantes, es decir que la limpieza del filtro se realiza de manera automática. A la hora de elegir el filtro de mallas, seguimos el criterio de que el tamaño del orificio debe ser aproximadamente 1/7 del diámetro de paso del gotero. El diámetro de paso de nuestros goteros es de 1 mm, por lo que se elige una malla de acero de 150 mesh, con un tamaño de orificio inferior a 143 micras.

Se instalaran tres filtros uno en cada cabezal de riego los tres filtros serán iguales con una superficie de filtrado de 0,15 m<sup>2</sup> y un caudal nominal máximo de 80 m<sup>3</sup>/h y salidas de tres pulgadas. Los cálculos para el dimensionaje del filtro se detallan en el anejo IX

### **9.2.3. Sistema de fertirrigación**

El equipo de fertirrigación estará formado por depósitos de fertilizante, destinados a almacenar las soluciones de fertilizante que se van a aplicar, y bombas inyectoras de abono, que las inyectan en la red de distribución a una presión superior a la del agua.

Los depósitos de fertilizante serán de polietileno. Se han dimensionado para que su autonomía en el momento máximo sea de una semana. Se instalarán en cada cabezal tres depósitos uno de 2000 litros y dos de 1000 litros

Se instalara una bomba de dosificación por accionamiento hidráulico que llevara el fertilizante desde los depósitos a la red de riego.

## **9.3. Válvulas y automatismos**

En cada cabezal de riego se instalan una serie de válvulas para el control del riego.

Se instalan en cada uno una válvula de mariposa a la entrada del hidrante. A continuación se instalara una válvula hidráulica con válvula de tres vías para la automatización por parte del ordenador de riego. Estas conexiones para el automatismo se realizan por solenoides y microtubos de polietileno de ocho milímetros de diámetro.

Se instalara también una válvula de ventosa para evitar sobrepresiones y elementos de medida como caudolímetros y nanómetros.

#### **9.4. Caseta de riego**

Se va a instalar una caseta de riego en cada cabezal para proteger los elementos que lo componen.

Las dimensiones de la caseta son 2,97 metros de anchura por 5,03 de largo y 2,34 de altura. Las paredes serán de acero galvanizado en caliente de 0,70 mm de grosor atornilladas al techo y entre si con tortillería de acero inoxidable.

El techo también será de acero galvanizado en caliente con aleación zinc-aluminio, capaz de soportar cargas de nieve de 125kg por m<sup>2</sup> será acanalado para desaguar la lluvia.

La cornisa será de acero galvanizado con una capa de plástico laminado atornillada a la estructura principal en todo su perímetro con tortillería de 10 cm de acero inoxidable.

La puerta principal también de acero de doble capa y unas dimensiones de 2,37x2,16m.

## 10. RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

CAPITULO	DESCRIPCION	IMPORTE (€)
C1	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	6.657,23
C2	TUBERIAS.....	29.939,78
C3	GOTEROS Y ACCESORIOS .....	15.192,14
C4	ACCESORIOS PVC .....	581,32
C5	FERTIRRIGACIÓN.....	6.765,03
C6	CASSETAS DE RIEGO .....	12.806,78
C7	VALVULAS Y AUTOMATISMOS.....	21.779,73
C8	FILTROS .....	7.396,92
C9	MATERIAL VEGETAL Y PLANTACION.....	62.739,36
C10	SEGURIDAD Y SALUD .....	1.619,13

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL** **165.477,42**

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA** **232.363,39**

**TOTAL PRESUPUESTO GENERAL** **232.363,39**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

## 11. EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

En el anejo XII se recoge el estudio económico detallado de la inversión.

### 11.1. VIDA UTIL DEL PROYECTO

La vida útil de la plantación se ha establecido en 31 años teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Los almendros tienen producciones aceptables durante un periodo de años superior, pero en las plantaciones en regadío se explota

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

intensivamente el potencial productivo de los árboles, por lo que la longevidad se reduce y con ella también la vida útil.

- El patrón empleado: el híbrido GF-677 tiene una longevidad intermedia entre el melocotonero (15-20 años) y el franco (mas de 35 años).
- Al ser la variedad Soleta relativamente nueva con buenos rendimientos no se prevé su obsolescencia en un periodo inferior a estos 31 años.

## **11.2. COSTES DEL PROYECTO**

### **11.2.1. Costes de inversión**

Los costes de inversión o pago de la inversión es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para que el proyecto se lleve a cabo. En nuestro caso, son los costes en los que se incurre para implantar el sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en las parcelas, la implantación del cultivo, la instalación de la caseta y los costes de la preparación de la tierra. Los costes de preparación de la tierra se detallan en el anejo X y los costes de ejecución por contrata en el presupuesto.

Costes en el año 0: 4.912,3 €

Coste de ejecución por contrata 232.363,39 €

**Por tanto el coste de la inversión es de 237.275,69 €**

### **11.2.2. Costes de reposición**

Los costes de reposición corresponden a las nuevas inversiones que hay que realizar para reponer aquellos elementos cuya vida útil es más corta que la del proyecto. Se realizan en el momento en que finaliza la vida útil del elemento en cuestión.

Los ramales portagoteros deberán ser repuestos en su totalidad cada 15 años.

Los costes de reposición, que se consideran pagos extraordinarios, son los siguientes.

**Año 16** Ramales portagoteros: 35.083,6 €

### **11.2.3. Costes de explotación**

Los costes de explotación comienzan a contabilizarse a partir del año 1, año de entrada en funcionamiento del sistema de riego, y aparecen recogidos en el anexo X. Los costes de explotación del año 0 se consideran gastos de inversión. Los costes anuales de explotación son los siguientes:

Año 1: 43.372,96 €

Año 2: 73.491,44€

Año 3: 45.558,27 €

Año 4: 41.162,51 €

Año 5: 57.332,14

Año 6 y siguientes: 56.412,5 €

## **11.3. INGRESOS DEL PROYECTO**

Los ingresos de proyecto se detallan en el anejo XII. Para el estudio económico dividiremos estos ingresos entre cobros ordinarios y cobros extraordinarios.

### **11.3.1. Cobros ordinarios**

Los cobros ordinarios corresponden a la venta de las almendras producidas en las parcelas en las que se implanta el sistema de riego por goteo. Se computan y se consideran percibidos al final de cada año.

Como se calcula en el anejo XII el precio de la almendra se va a estimar en 3,06 € por kilogramo de almendra en pepita.

Para los cálculos económicos se considera una producción en plenitud de 13 Kg. por árbol. Las producciones en los primeros cinco años se detallan en el anejo XII. Supondremos un rendimiento medio de 33%.

Además de los cobros derivados de la producción nos acogeremos a las ayudas nacionales a los frutales de cáscara, según el Real decreto 202/2012.

La siguiente tabla muestra los cobros ordinarios anuales.

COBROS ORDINARIOS	
Año 2	20.499,06 €
Año 3	38.155,23 €
Año 4	82.158,46 €
Año 5	115.790,86 €
Año 6 y siguientes	149.361,67 €

Tabla 12: Cobros ordinarios.

### 11.3.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios corresponden al valor que tienen los elementos que se reponen una vez transcurrida su vida útil.

COBROS EXTRAORDINARIOS		
AÑO 16	RAMALES PORTAGOTEROS	3.508,3 €
AÑO 31	RAMALES PORTAGOTEROS	3.508,3 €
AÑO 31	FILTROS	739,6€
AÑO 31	INSTALACION DE RIEGO	7.706,9
AÑO 31	CASETA DE RIEGO	1280,6 €

Tabla 13: Cobros extraordinarios

## 11.4. EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN

Se ha analizado la inversión para el supuesto de financiación propia y de financiación ajena. Además se ha realizado un análisis de sensibilidad a dos bajadas en el precio de venta de la almendra. Todo ello se detalla en el anejo XII. En cada supuesto se ha calculado:

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

**VAN:** El VAN es la diferencia entre el dinero invertido en la consecución del Proyecto y el dinero recuperado por la inversión.

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

**Plazo de recuperación:** El plazo de recuperación es el número de años en que tarda en recuperarse la inversión de la puesta en marcha del Proyecto.

#### 11.4.1. Supuesto financiación propia

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/K	RENTABILIDAD
5%	790276,3	AÑO 9	3,4	SI
6%	645876,5	AÑO 10	2,77	SI
7%	525811,3	AÑO 10	2,26	SI
8%	425333,3	AÑO 10	1,83	SI
9%	340718,6	AÑO 11	1,44	SI

Tabla 14: Calculo del VAN en el supuesto de financiación propia

**TIR= 16,59%**

#### 11.4.2. Análisis de sensibilidad. Precio 2,5 €/Kg.

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/K	RENTABILIDAD
5%	453862,4	AÑO 12	1,95	SI
6%	352084,4	AÑO 13	1,51	SI
7%	267600,9	AÑO 14	1,15	SI
8%	197026,2	AÑO 15	0,84	SI
9%	137706,4	AÑO 16	0,59	SI

Tabla 15: Calculo VAN supuesto precio de la almendra 2,5€/Kg.

**TIR=12,42%**

### 11.4.3. Análisis de sensibilidad. Precio de la almendra 2 €/Kg.

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/KG	RENTABILIDAD
5%	153492,8	AÑO 19	0,66	SI
6%	89769,9	AÑO 22	0,38	SI
7%	37055,9	AÑO 26	0,15	SI
8%	-6819,39	-	-	NO
9%	-43554,48	-	-	NO

Tabla 16: Calculo VAN supuesto precio de la almendra 2 €/Kg.

**TIR=7,91%**

### 11.4.4. Supuesto financiación ajena (70% de la inversión)

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/KG	RENTABILIDAD
5%	789311,7	AÑO 8	3,39	SI
6%	654980,7	AÑO 9	2,81	SI
7%	544133,9	AÑO 9	2,34	SI
8%	452107,6	AÑO 9	1,94	SI
9%	375252,3	AÑO 9	1,61	SI

Tabla 17: Calculo VAN supuesto financiación ajena

**TIR= 20,87%**

## 11.5. CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con los valores que se han obtenido para los indicadores de rentabilidad analizados en la evaluación financiera de la inversión (VAN y TIR), se puede afirmar que el proyecto de inversión es rentable y resulta viable con financiación propia ya que obtenemos un TIR del 16,59%.

Con el supuesto de financiación ajena (70%) obtenemos una tasa interna de retorno del 20,87%, mayor que con financiación propia además los años de recuperación también son menores aunque la diferencia es pequeña.

## 12. CONCLUSIÓN

El Proyecto de " Plantación de almendros en marco semi-intensivo " es viable de acuerdo con el estudio que se ha realizado, lo que induce a pronunciarse sobre la conveniencia de llevar a buen fin el presente Proyecto.

# ANEJOS A LA MEMORIA

**ANEJO I**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO**

## 1. ESTUDIO CLIMÁTICO

En el presente anejo se van a estudiar las diferentes variables climáticas para nuestra finca.

Los datos proceden de la Estación Meteorológica de Ejea de los caballeros, situada a unos 8 Km. de las parcelas objeto del proyecto.

Las coordenadas de las parcelas y de la Estación Meteorológica son las siguientes:

	Latitud	Longitud	Altitud
Parcelas	42° 3' 42" N	1° 7' 18" O	360
Estación	42° 7' 16" N	1° 8' 23" O	321m

Tabla 1: Coordenadas de la estación meteorológica y las parcelas

### 1.1. FENÓMENOS CLIMÁTICOS

#### 1.1.1. Temperaturas

Los datos se refieren a un período de 8 años (2.004-2.011) y se expresan en grados centígrados (°C).

TEMPERATURAS MEDIAS										
MES/AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	MEDIA
enero		6,5	3,3	4,3	4,6	5,5	3,6	4,5	4,6	4,61
febrero		4,4	3,4	4,6	7,8	8	5,9	5,3	7,4	5,85
marzo		7,1	8,8	10,5	8,1	8,6	9,6	8,5	9,5	8,84
abril		10,5	12,2	12,7	13	12,1	11,2	13,1	15,2	12,50
mayo		15	17,2	17,4	15,9	15,5	18	14,8	18,2	16,50
junio		22,5	22,8	21,2	19,9	19,2	22,1	19,5	20,5	20,96
julio		22,3	23,3	25,1	21,8	22,3	24	24,3	21,2	23,04
agosto		22,5	21,6	20,3	20,9	22	24,2	22,9	24,2	22,33
septiembre	18,5	19,4	18,6	20	18	17,7	19,2	18,7	21,2	19,03
octubre	13,2	15,4	15	16,2	13,6	12,8	15,6	13,6	15	14,49
noviembre	9,3	6,9	7,8	11,2	7,5	7,3	10,2	7,7	11,3	8,80
diciembre	6,2	6	2,4	2,8	4,2	4,4	5,5	4,4	6,8	4,74
		13,21	13,03	13,86	12,94	12,95	14,09	13,11	14,59	13,47

Tabla 2: Temperaturas medias

TEMPERATURAS MAXIMAS										
MES/AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Enero		17,3	15,2	14,4	17,5	17,3	16,1	12,8	16,3	15,86
Febrero		15,7	15,9	18,6	18,6	20	14,9	17,2	19,4	17,54
Marzo		21,4	24,8	24,4	21,8	22,9	24,9	21,5	23,1	23,10
Abril		25,9	30,3	24,2	27,3	28,3	27,2	28	31,2	27,80
Mayo		28,9	32,1	32,9	29,5	29	32,3	30,6	33,9	31,15
Junio		39	37,6	35,1	35,3	35,8	38,1	34,4	39,2	36,81
Julio		37,2	39,1	39,2	36,9	36	37,5	38	35,8	37,46
Agosto		38,7	33,8	33,4	36,1	36,3	38	38,7	40,6	36,95
Septiembre	28	34,6	36,5	35,8	30,2	31,8	32,5	34,6	35,1	33,23
Octubre	26	30,9	25,4	25,9	27,3	24,7	31	27,8	31	27,78
Noviembre	19	16,9	19,8	18,9	19,7	15,8	21,3	22,1	20	19,28
Diciembre	15,2	14,1	15,9	19,5	16,4	13,8	17,5	19,7	17,7	16,64

Tabla 3: Temperaturas máximas

TEMPERATURAS MINIMAS										
MES/AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Enero		-3,9	-4,5	-6,9	-7,2	-7,4	-5,2	-4,5	-8	-5,95
Febrero		-4,1	-9,1	-6,1	-4,6	-3,6	-3,9	-5,3	-2,9	-4,95
Marzo		-5,8	-11,1	-2,7	-0,8	-1,4	-2,4	-2,3	-1,6	-3,51
Abril		-0,3	0,2	1,6	1,8	0,2	1,4	-0,5	3,5	0,99
Mayo		1,9	6,4	2	1,6	5,9	4,7	1,3	6,3	3,76
Junio		9	9,3	3,6	8	7,4	10,6	7,7	8,4	8,00
Julio		9,5	10,1	12,4	9,8	8,6	11,3	0	0	7,71
Agosto		9,7	9,6	8,6	9,4	7,9	12,5	8,4	9,7	9,48
Septiembre	9,9	5,2	3,7	8	4,3	4,9	7,8	4,1	9,9	6,42
Octubre	-0,7	3,1	3,3	4,4	0,2	0,2	-0,3	-0,7	-0,6	0,99
Noviembre	-0,7	-3,4	-3	-1,5	-7,1	-5,9	0,5	-5,6	1,4	-2,81
Diciembre	-3,4	-3,6	-7,3	-6,4	-7,8	-4,4	-5,6	-6,8	-4,7	-5,56

Tabla 4: Temperaturas mínimas

TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS										
MES/AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	med Max
enero		11,4	7	8,3	10,1	11,4	8,1	8,4	9,4	9,26
febrero		9,3	9,1	11	13,6	14,1	11,7	9,8	13,7	11,54
marzo		13,3	16,4	16,7	13,8	14,6	16,8	14,3	15,16	15,13
abril		16,6	18,8	19,5	19,6	18,8	17,5	20	22,4	19,15
mayo		22	24,3	24,7	22	21,7	25,7	21,5	26	23,49
junio		30,9	31,5	29,6	27,2	25,9	30,2	26,9	28,5	28,84
julio		30,7	31,7	33,6	29,8	30,2	32,4	32,5	29	31,24
agosto		30,6	29,6	27,6	28,3	30,3	32,5	30,8	32,6	30,29
septiembre		26,8	26,2	27,1	25,6	25,6	26,6	26,1	29,3	26,66
octubre	18,4	21,7	20,8	22,1	20,3	19,4	22,5	20,1	22,9	20,91
noviembre	14,5	11,5	12,7	16	14,5	12,3	15,1	12,9	15,2	13,86
diciembre	9,8	10,2	7,18	7,9	9,7	8	9,5	8,9	11,6	9,20

Tabla 5: Temperaturas máximas medias

TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS										
MES/AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Med min.
enero		2,5	0,4	0,9	0,14	0,5	-0,25	1	0,5	0,71
febrero		0,3	-1,5	-1,1	2,8	2,2	1,1	1,1	2,2	0,89
marzo		1,7	2,2	5,2	3	3,3	2,7	3,2	4,7	3,25
abril		5	6,2	6,5	7,3	5,7	5,2	6,9	8,7	6,44
mayo		8,6	10,6	10,5	9,6	10	11,1	8,6	11,1	10,01
junio		14,9	15	13,8	13	13,1	14,6	12,8	13,3	13,81
julio		15,4	15,6	17,6	14,5	14,5	16,3	16,2	13,5	15,45
agosto		15,7	14,9	14,1	14,4	14,8	16,8	15,7	16,8	15,40
septiembre		13,7	12,1	14,4	11,5	11,7	13,1	12,3	14,2	12,88
octubre	8,9	10	10,1	11,1	8,3	7,8	10	8,3	8,2	9,19
noviembre	4,6	3	3,2	7	1,5	3,2	5,6	3	8	4,34
diciembre	2,8	2,4	-1,5	-1,2	-0,6	1,1	2	0,5	2,4	0,88

Tabla 6: Temperaturas mínimas medias

### 1.1.2. Horas de frío

Entre los factores externos que pueden afectar el desarrollo del almendro está la cantidad de horas frío que requieren para brotar, por lo que se hace necesario conocer la cantidad de horas frío que se acumulan en la región donde se va a introducir y así seleccionar aquellas variedades que tengan mejor adaptabilidad climática y así evitar problemas de brotación y producción. La acumulación de horas frío posibilita los cambios fisiológicos responsables de la floración y fructificación normal del cultivo (Gil-Albert, 1986, Melgarejo, 1996). A la duración media específica del reposo de una determinada especie o variedad se denomina necesidades de frío, y se ha estimado contando el número de horas que pasa la planta durante el período de reposo invernal, a temperaturas inferiores a un umbral, comprendido entre 4 y 12 °C, siendo muy frecuente que esta temperatura umbral se fije en 7°C. Los efectos ocasionados por la falta de frío se indican en la tabla siguiente.

Efecto	Consecuencia
Retraso en apertura de yemas	En ocasiones puede resultar beneficiosa en zonas donde las heladas tardías podrían causar daños. Si el retraso es excesivo o se produce un desfase entre las brotaciones de las yemas de flor y las de madera su efecto puede ser muy perjudicial.
Brotación irregular y dispersa	Debido a las diferentes necesidades de frío de las diferentes yemas, según su naturaleza y situación, se puede dar una brotación irregular y dispersa. El fenómeno resulta característico de los períodos de reposo largos por inviernos templados.

Caída de yemas	Es el efecto más perjudicial. El efecto también puede ser causado por heladas, o altas temperaturas y/o humedad en el reposo. Si un 10-20 % de las yemas persisten y prosperan adecuadamente la producción puede ser rentable.
Anomalías en el crecimiento	Aborto del estilo, alteraciones en el polen, deformación de hojas, frutos múltiples debido a pistilos múltiples, etc.

Tabla 7: Efectos ocasionados por la falta de frío invernal (Gil-Albert, 1986, Melgarejo, 1996).

Las horas frío se definen como el número de horas que pasa la especie vegetal, durante el período de reposo invernal, a temperaturas iguales o inferiores a un determinado umbral. Casi todos los trabajos utilizan como umbral la temperatura de 7°C.

La acumulación se realiza durante el período de reposo, y su duración se fija desde la caída de la hoja (se puede tomar el 1 de noviembre o la fecha media de la primera helada) hasta unos días antes del desborre de las yemas. Este día final es más difícil de determinar y se puede tomar como fechas: 1 de febrero en zonas templado cálida, el 15 de febrero en zonas templadas, y el 1 de marzo en zonas frías continentales.

Para el cálculo de las horas frío se deben contar en las bandas del termógrafo la acumulación de horas durante las cuales la temperatura ambiente fue de 7°C o menos. La acumulación se puede realizar por quincenas para poder comparar los resultados según la fecha final adoptada, utilizando una serie de diez o quince años.

A falta de bandas, se han desarrollado algunos modelos simples para estimar las horas frío. Los que mejor se adaptan a la zona de estudio son los siguientes:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

### 1.1.2.1. Correlación de Mota

La Correlación de Mota correlaciona las horas frío y la temperatura media de los meses durante el período invernal (Noviembre a Febrero).

Para el cálculo se usa la siguiente formula:

$$y = 485,1 - 28,5x$$

Donde “x” es la temperatura media mensual y “y” es el numero mensual de horas de frío.

meses	Tª media	Nº horas de frío
Noviembre	8,8	243,3
Diciembre	4,74	350,01
Enero	4,61	353,72
Febrero	5,85	318,36
Marzo	8,84	233,16
total		1498,55

Tabla 8: Numero de horas de frío según la correlación de mota

### 1.1.2.2. Correlación de Tabuenca

El método de Mota (1957) resulta todavía inexacto en zonas templado-calidas (Gil-Albert, 1989b).

Tabuenca (1964) adaptó esta formula a las condiciones del valle del Ebro, obteniendo:

$$y = 700,1 - 46,6x$$

Donde “x” es la temperatura media mensual y “y” es el numero mensual de horas de frío.

meses	Tª media	Nº horas de frío
Noviembre	8,8	290,02
Diciembre	4,74	479,22
Enero	4,61	485,28

Febrero	5,85	427,49
Marzo	8,84	288,16
total		1970,17

Tabla 9: Numero de horas de frío según la correlación de Tabuena

### 1.1.3. Heladas

Analizando el periodo frío en el que se alcanzan las menores temperaturas podremos observar el riesgo al que se exponen los almendros, intentando evitar tal riesgo a fin de conseguir las menores perdidas en la cosecha y por tanto la mayor producción posible.

#### 1.1.3.1. Régimen de heladas según Emberger

Según los Regimenes de heladas según Emberger, se divide el año en cuatro periodos con distinto riesgo de heladas según los criterios que se detallan a continuación:

**1: PERIODO DE HELADAS SEGURAS**

Es en el que la temperatura media de las mínimas no supera los 0° C.

**2: PERIODO DE HELADAS MUY PROBABLES**

Es en el que la temperatura media de las mínimas esta entre 0° C y 3° C

**3: PERIODO DE HELADAS PROBABLES**

Es en el que la temperatura media de las mínimas se sitúa entre 3° C y 7° C

**4: PERIODO LIBRE DE HELADAS**

Es en el que la temperatura media de las mínimas es superior a 7° C

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas, suponiendo que están se producen el día 15 de cada mes, las fechas de inicio y finalización del correspondiente periodo se calculan por interpolación lineal. El período libre de heladas de Emberger es utilizado para la estimación de la duración del período de actividad vegetativa en fruticultura (Gil-Albert, 1986).

Teniendo en cuenta los datos de los que disponemos, calculamos:

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS



15 febrero= 0,89

15 marzo=3,25

$$\frac{0,89 - 3,25}{28} = \frac{0,89 - 3}{x} \rightarrow x \approx 25$$

Por lo tanto se alcanzaran los 3 grados el día 12 de marzo.

15 abril= 6,44

15 mayo=10,01

$$\frac{6,44 - 10,01}{30} = \frac{6,44 - 7}{x} \rightarrow x \approx 5$$

Por lo tanto se alcanzaran los 7 grados el día 20 de abril.

15 oct= 9,19

15 nov=4,34

$$\frac{9,19 - 4,34}{31} = \frac{9,19 - 7}{x} \rightarrow x = 14$$

Por lo tanto se alcanzaran los 7 grados el día 29 de octubre.

15 nov=4,34

15 dic=0,88

$$\frac{4,34 - 0,88}{30} = \frac{4,34 - 3}{x} \rightarrow x \approx 12$$

Por lo tanto se alcanzaran los 3 grados el día 27 de noviembre.

Así pues tendremos los siguientes periodos:

Del 28 de Noviembre al 12 de marzo: Periodo de heladas muy probables

Del 13 de marzo al 20 de abril: Periodo de heladas probables

Del 21 de abril al 29 de octubre: Periodo libre de heladas

Del 30 de octubre al 27 de noviembre: Periodo de heladas probable

### 1.1.3.2. Estaciones libres de heladas según Papadakis

Según el método de las estaciones libres de heladas según Papadakis, se divide el año en tres estaciones según los criterios que se detallan a continuación.

- 1: ESTACION MEDIA LIBRE DE HELADAS
- 2: ESTACION DISPONIBLE LIBRE DE HELADAS
- 3: ESTACION MINIMA LIBRE DE HELADAS

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas absoluta. Se supone que éstas se producen el día primero del mes cuando la marcha de las temperaturas es ascendente, y el último día del mes cuando disminuyen. Las fechas de comienzo y final de los diferentes intervalos se calculan por interpolación lineal. Papadakis opta por temperaturas más extremas que describirán mejor los sucesos de helada y considera, con criterio agronómico, que en la estación mínima libre de heladas es posible el cultivo de especies muy sensibles a la helada y en

La disponible de otras especies; la estación disponible representaría la posibilidad de cultivos de verano normales. La estación media prácticamente no la considera.

1 marzo=-3,51

1 abril=0,99

$$\frac{-3,51-0,99}{31} = \frac{3,51-0}{x} \rightarrow x \approx 25$$

El 25 de marzo comienza una estación media libre de heladas.

1 abril=0,99

1 mayo=3,76

$$\frac{0,99-3,76}{30} = \frac{0,99-2}{x} \rightarrow x \approx 11$$

El 12 de abril comienza una estación disponible libre de heladas.

1 mayo=3,76

1 junio=8

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$\frac{3,76-8}{31} = \frac{3,76-7}{x} \rightarrow x \approx 23$$

El 24 de mayo comienza la estación mínima libre de heladas.

1 agosto=9,48

31 septiembre=6,42

$$\frac{9,48-6,42}{61} = \frac{9,48-7}{x} \rightarrow x \approx 49$$

El 18 de septiembre comienza una estación disponible libre de heladas.

31 septiembre=6,42

31 octubre=0,99

$$\frac{6,42-0,99}{31} = \frac{6,42-2}{x} \rightarrow x \approx 26$$

El 26 de octubre comienza una estación media libre de heladas.

31 oct= 0,99

31 nov= -2,81

$$\frac{0,99+2,81}{31} = \frac{0,99-0}{x} \rightarrow x \approx 9$$

El 9 de noviembre termina la estación media libre de heladas.

#### 1.1.4. Evapotranspiración

Valores de la evapotranspiración potencial:



Eto (Mm/mes)										Eto(Mm/día)
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media	
Enero	36	36,3	28,8	28,5	29,4	26,8	30,8	31,9	31,0625	1,01
Febrero	33,9	50,1	47	46,8	47,1	52,2	41,2	55	46,6625	1,6
Marzo	66,4	89,7	83,1	78	81,1	97,7	82,4	76,1	81,8125	2,63
Abril	96,1	111,3	112,2	95,8	111,4	104,3	110,1	132,4	109,2	3,64
Mayo	136,3	156,7	157,7	143,9	122,4	165,6	149,2	168,9	150,0875	4,84
Junio	204	200,4	185,5	167,5	170,4	184,9	169,7	189,1	183,9375	6,13
Julio	189,1	213,6	204,5	216,2	189,5	223,1	219,3	199,5	206,85	6,67
Agosto	162,9	185,6	183,3	172,4	168,9	189,4	196,8	185,2	180,5625	6,01
septiembre	121,3	123,7	111,7	123,5	115,7	123,3	124,6	131,8	121,95	4,07
Octubre	73,3	74,3	71,1	81,5	62,8	97	91,8	87,2	79,875	2,57
noviembre	40,2	37,1	40,1	68,2	40,9	37,6	38,7	36,3	42,3875	1,41
diciembre	27,7	28,3	23,6	31,4	26,9	27,6	31,7	32,7	28,7375	0,93

Tabla 10: Valores de la evapotranspiración potencial mensual y diaria

### 1.1.5. Precipitaciones

Los valores de esta tabla se dan en Mm (1mm = 1 litro/m<sup>2</sup>).

PRECIPITACIÓN									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Enero	17,8	2,6	23,2	17,8	17,8	37,2	30,8	26,2	21,675
Febrero	29,6	5,6	10,2	36,6	18,8	18,8	22,6	23,7	20,7375
Marzo	60,4	6,6	21	84,2	27,2	11,1	24,5	59,7	36,8375
Abril	95,4	22,2	60,6	126,8	44,6	52,3	13,3	13,9	53,6375
Mayo	61,2	35,6	44,4	36,2	103,6	37,7	34,7	25,2	47,325
Junio	3,8	19,4	47,6	21,6	23	12,2	26,4	13,4	20,925
Julio	11,8	0,4	36,4	4,4	20,8	2,9	7,8	13,3	12,225
Agosto	13,8	15	10,8	22,6	4,2	2,8	0	9,7	9,8625
Septiembre	140,6	8,8	81,2	0,6	20,8	18,2	23,1	37,4	41,3375
Octubre	48	54,8	35,6	23,2	71	45,2	28,3	10	39,5125
Noviembre	14	45,4	25,4	3,6	50	64	30,4	96,5	41,1625
Diciembre	42,2	21,6	11	7,2	69,8	32,3	18,5	11,3	26,7375

Tabla 11: Precipitaciones mensuales en Mm.

### **1.1.6. Viento**

Los datos relativos al viento de la primera tabla son resultado del promedio mensual de la velocidad media diaria del viento medida a 2 m sobre el suelo y expresado en m/s.

Los datos expresados en la segunda tabla representan la máxima absoluta mensual de la velocidad máxima diaria del viento medida a 2 m sobre el suelo, m s-1.

Promedio mensual de la velocidad media diaria del viento									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	media
Enero	3,2	3,2	2,7	2,3	1,9	2,3	3,6	2,7	2,7375
Febrero	2,3	3,7	2,9	2,6	2,1	3,6	3,3	3,6	3,0125
Marzo	2,6	2,8	3,1	4,1	3,4	3,5	3,7	3,3	3,3125
Abril	3	3,1	3,1	2	2,7	3,6	2,5	3,3	2,9125
Mayo	2,4	2,8	2,6	3,3	2,2	3	3,9	2,9	2,8875
Junio	2,9	2,6	2,5	2,4	2,7	2,5	3,1	3	2,7125
Julio	2,7	2,8	2,2	3,5	2,2	3	3,3	3,3	2,875
Agosto	2	3,1	3,3	2,8	2,1	2,5	3,2	2,3	2,6625
Septiembre	2,6	2,4	2,1	2,3	2,3	2,3	2,5	2,1	2,325
Octubre	2	2,8	2,3	2,7	2,1	2,9	3,5	2,6	2,6125
Noviembre	2,8	2,6	2,4	3,8	3	2,4	2,6	2,8	2,8
Diciembre	2,7	2,5	1,9	2,4	3	3	3,2	3	2,7125

Tabla 12: Promedio mensual de la velocidad media diaria del viento en m/s.

Máxima absoluta mensual de la velocidad máxima diaria del viento.									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	media
Enero	14,7	16,3	14,2	13,2	12,3	17	17,7	14,6	15
Febrero	13,3	17,8	14,7	16,8	11,6	15	19,9	15,6	15,5875
Marzo	14,9	16,3	17,8	18,9	15,7	17,7	18,7	14,3	16,7875
Abril	14,2	18	12,4	16,8	12,2	13,3	14,8	14,1	14,475
Mayo	12,2	12,1	18,4	14,2	9,4	13	17,6	15	13,9875
Junio	13,3	11,4	14,1	13,5	11,4	13,5	14,4	14,7	13,2875
Julio	12,1	11	13,3	14,6	10	14,9	14,6	14	13,0625
Agosto	10,8	16,6	13,2	11,6	9	12	13,6	11,8	12,325
Septiembre	11,8	15,4	12,7	10,6	11,3	12,2	13,7	12,2	12,4875
Octubre	11,7	12,8	13,2	12,1	11,1	15,6	15,8	16	13,5375
Noviembre	16,7	15	12,1	14,5	12,3	15,9	14,1	15,5	14,5125
Diciembre	13,6	12,8	11,8	11,6	13	14,8	16	17,2	13,85

Tabla 13: Máxima absoluta de la velocidad máxima diaria del viento en m/s

## 1.2. ÍNDICES TERMO PLUVIOMÉTRICOS

Calcularemos 3 índices termo pluviométricos: el índice de Lang, el índice de Martonne y el índice de Dantín Cereceda y Revenga.

### 1.2.1. Índice de Lang.

Se calcula mediante la expresión

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

Siendo:

P = precipitación media anual en Mm.

T = temperatura media anual en ° C

Según nuestros datos meteorológicos tenemos: P = 371,98 y T = 13,47° C

Determinamos el índice de Lang:

$$I_L = \frac{371,98}{13,47} = 27,62$$

Por tanto obtenemos que  $20 \leq IL \leq 40$  lo cual corresponde a una **zona árida**.

### 1.2.2. Índice de Martonne.

Se obtiene mediante la formula

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

Siendo:

P = precipitación media anual en Mm.

T = temperatura media anual en ° C

Según nuestros datos climáticos tenemos: P = 371,98 y T = 13,47° C

Calculamos el índice de Martonne:

$$I_m = \frac{371,98}{13,47 + 10} = 15,84$$

Según esto estaríamos en  $10 \leq IM \leq 20$  lo cual corresponde a **estepas y países secos mediterráneos**.

Alumnos de Martonne consideraron, posteriormente, que podría tener interés caracterizar un índice de aridez mensual que se calcularía por una fórmula similar a la de Martonne, pero utilizando, lógicamente, valores mensuales. Para que los índices pudieran ser comparables proponen multiplicar la precipitación mensual por 12. Así:

$$I'_m = \frac{12p}{t + 10}$$

Siendo:

p = precipitación media mensual en Mm.

t = temperatura media mensual en ° C

	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
Im	17,8	15,7	23,46	26,61	21,43	8,11	4,41	3,65	15,41	23,82	27,17	20,87
Tipo	C	c	B	B	B	D	e	e	c	b	b	b

Tabla 14: Índice de aridez mensual.

“a” = Regiones subhúmedas de prados y bosques (> 30)

“b” = Regiones del olivo y cereales (20 – 30)

“c” = Estepas y países secos mediterráneos (10 – 20)

“d” = Semidesiertos (5 – 10)

“e” = Desiertos (0 – 5)

### 1.2.3. Índice de Dantín Cereceda y Revenga.

Con objeto de destacar la importancia de la aridez de una zona climática, Dantín y Revenga proponen utilizar otro índice termo pluviométrico, que definieron por la expresión:

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

Siendo:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

T = temperatura media anual en ° C

P = precipitación media anual en Mm

Según nuestros datos climáticos tenemos: P = 371,98 y T = 13,47° C

Calculamos el índice de Dantín Cereceda y Revenga:

$$I_{DR} = \frac{100 \cdot 13,47}{371,98} = 3,62$$

Según esto estamos en  $4 \geq IDR > 2$  lo que ya corresponde a una **zona semiárida** aunque cerca del límite de zona árida.

### **1.3. CLASIFICACIONES CLIMATICAS**

#### **1.3.1. Clasificación climática de Thornthwaite (1.948).**

La formula utilizada para caracterizar un clima, según Thornthwaite, está compuesta por cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, se refieren al “Índice de humedad” y a la “Eficacia térmica” de la zona, respectivamente. Las letras tercera y cuarta, minúsculas, corresponden a la “Variación estacional de la humedad” y a la “Concentración térmica en verano” respectivamente.

##### **1.3.1.1. Determinación del Índice de humedad, según Thornthwaite.**

Es necesario hacer un balance de agua del suelo en el que intervengan: Precipitaciones medias mensuales (P); Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales

(ETP); Reservas de agua del suelo (R); Variación de la reserva de agua (VR); Evapotranspiraciones reales mensuales (ETA); Déficit (D) y Excesos (E) mensuales de agua.

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	Junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	TOTAL
P	21,68	20,74	36,84	53,64	47,33	20,93	12,23	9,86	37,28	48,63	42,57	24,63	376,36
ETP	31,03	46,64	81,76	109,16	150,04	183,89	206,83	180,51	121,91	79,86	42,38	28,71	1262,72
P-ETP	-9,35	-25,91	-44,92	-55,52	-102,71	-163,06	-168,28	-181,37	-84,63	-31,23	0,19	-4,08	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ETA	21,68	20,74	36,84	53,64	47,33	20,93	12,23	9,86	37,28	48,63	42,57	24,63	376,36
D	-9,35	25,91	44,92	55,52	102,71	163,06	168,28	181,37	84,63	31,23	0	4,08	852,36
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DREAN AJE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P = precipitaciones medias mensuales en Mm.

ETA = evapotranspiraciones reales mensuales

ETP = evapotranspiraciones medias mensuales en Mm.

D = déficits mensuales de agua

P – ETP = déficit o superávit entre precipitaciones y ETP.

E = excesos mensuales de agua

R = reservas de agua del suelo.

Tabla 15: Balance de agua según Thornthwaite

El Índice de humedad de Thornthwaite se determina por la expresión:

$$I_h = I_E - 0,6 \cdot I_d$$

Siendo:

$I_E$  = el índice de exceso, que se calcula por la siguiente expresión:

$$I_E = \frac{E}{ETP} 100$$

$I_D$  = el índice de déficit y se calcula de la siguiente forma:

$$I_D = \frac{D}{ETP} 100$$

Por tanto tenemos:

$$I_D = \frac{855,36}{1262,72} 100 = 67,74\%$$

$$I_E = \frac{0}{1262,72} 100 = 0\%$$

$$I_H = 0 - 0,6 \cdot 67,74 = -40,64\%$$

Lo cual nos indica que estamos en un tipo climático **ARIDO** y las siglas que le corresponden son **E**.

### 1.3.1.2. Determinación de la Eficacia térmica.

Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado. Nuestra ETP = 126,3 cm lo cual corresponde a un tipo climático **megatérmico** de con la sigla **A'**.

### 1.3.1.3. Determinación de la variación estacional de la humedad.

Interesa determinar si en los climas húmedos existe periodo seco y viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo. En nuestro caso tenemos **Falta de agua pequeña o nula** y le corresponde la sigla **d**.

### 1.3.1.4. Determinación de la concentración térmica en verano.

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual, y expresada en %.

$$ETP_{Junio} = 183,89 \text{ Mm}$$

$$ETP_{Julio} = 206,83 \text{ Mm}$$

$$ETP_{agosto} = 180,51 \text{ Mm}$$

$$ETP_{Septiembre} = 121,91 \text{ Mm}$$

$$ETP_{Verano} = 1262,72 \text{ Mm}$$

$$Cv = \frac{ETP_{Verano}}{ETP_{Anual}} 100 = \frac{693,14}{1262,72} 100 = 54,9\%$$

Por tanto, le corresponde un tipo climático de **media concentración** y la sigla **b'3**. Se finaliza esta clasificación diciendo que nuestro clima puede representarse de la siguiente forma según Thornthwaite: **EA' d b'3** que sería: **Clima árido, megatérmico, falta de agua pequeña o nula y media concentración** de la eficacia térmica en verano.

## 1.3.2. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1.963).

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

### 1.3.2.1. Temperaturas.

Se define un mes calido cuando su temperatura media es superior a 20° C. En los meses templados la temperatura media varia entre 0 y 20° C y en los meses fríos la temperatura media es inferior a 0°C.

Para caracterizar las condiciones térmicas del clima, UNESCO-FAO toman la temperatura media del mes más frío y establecen tres grupos climáticos.

GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos. La temperatura media del mes mas frío es superior a 0°C.

GRUPO 2: Climas templado-fríos y fríos. La temperatura media de algunos meses es inferior a 0°C.

GRUPO 3: Climas glaciares. La temperatura media de todos los meses es inferior a 0°C.

Según la temperatura media del mes mas frío que es superior a 0° C nos encontramos en el **Grupo 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos.**

Desde el punto de vista bioclimático, resulta muy interesante precisar si existe invierno y su rigor, en caso de que exista; según la temperatura media de mínimas del mes mas frío que es enero con 4,6° C, nos da un tipo de clima **con invierno suave.**

### 1.3.2.2. Aridez.

Si la precipitación total durante el mes, expresada en Mm, es inferior al doble de la temperatura media, en ° C, se dice que estamos en un mes seco. Un periodo seco puede comprender varios meses secos. Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces éstas, se trata de un mes subseco.

Para determinar gráficamente la existencia y duración de los períodos secos, se utilizan los diagramas ombrotérmicos de Gaussen.

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

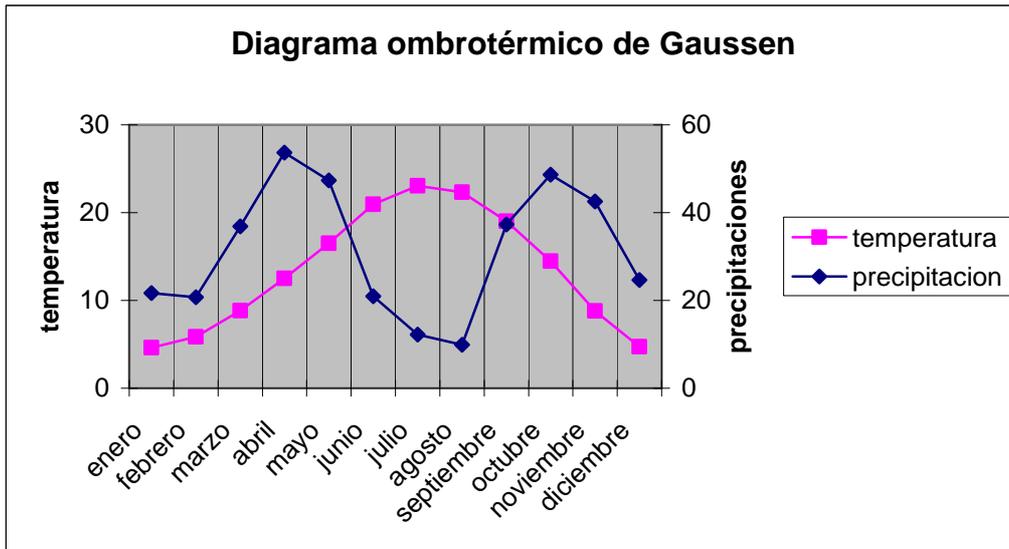


Figura 1: Diagrama ombrotermico de Gausson

Según el diagrama ombrotermico tenemos un periodo seco, por tanto, el clima se define como **xérico mediterráneo**.

# ANEJO II

# ESTUDIO

# EDAFOLÓGICO

## 1. INTRODUCCIÓN

Las parcelas a transformar se encuentran ubicadas en el término municipal de Ejea de los Caballeros. El municipio pertenece a la provincia de Zaragoza y se encuentra aproximadamente en el centro de la comarca de las Cinco Villas.

En el sector central de la depresión del Ebro, las condiciones climáticas semiáridas en las que la evotraspiración potencial es mucho mayor que las precipitaciones la mayor parte del año dan lugar a suelos en general poco evolucionados pues la meteorización es poco intensa y las reacciones químicas progresan con lentitud debido a la escasez de agua.

Por todo ellos estos suelos de al depresión del Ebro están muy condicionados por el material original de tipo evaporizo a partir del cual se han formado, puesto que no es posible la lixiviación de las abundantes bases y de su eliminación del perfil del suelo.

Dominan los procesos de translocación y acumulación en horizontes subsuperficiales (en ocasiones también superficiales) de las bases existentes en el material original: calcificación cuando son carbonatos, gipsificación cuando se trate de yeso o salinización cuando las sales son más solubles que el yeso.

## 2. ANÁLISIS DE SUELO

Para el análisis de suelo se han obtenido ocho submuestras de suelo de la finca. La profundidad a la que se han obtenido es de 50 cm. Para que el muestreo se ajuste lo más posible a la realidad se realiza un muestreo. Este muestreo se realiza siguiendo un recorrido en zig- zag cambiando de dirección en cada muestra para obtener una muestra lo más homogénea posible.

## 2.1. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

Parámetro	Resultado
Ph	8,17
Conductividad a 25°	0,210 Ds/m
Nitrógeno total	0,22%
Materia orgánica	2,52%
Fósforo asimilable	49,7 MG/Kg.
Potasio de cambio	1,0 meq/100 g
Carbonatos totales	31,40%
Caliza activa	10,80%
Textura	Arena 50,9% Limo 21,6% Arcilla 27,5%

Tabla 1: Resultados análisis de suelo

## 2.2. TEXTURA

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

CLASIFICACIÓN USDA DE LOS SUELOS SEGÚN SU TEXTURA					
Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	
Textura gruesa	86-100	0-14	0-10	Arenoso	Suelos arenosos
	70-86	0-30	0-15	Arenoso franco	
Textura moderadamente gruesa	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso	Suelos francos
Textura media	23-52	28-50	7-27	Franco	

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

	20-50	74-88	0-27	Franco limoso	
	0-20	88-100	0-12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso	
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso	
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso	
Textura fina	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso	Suelos arcillosos
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso	
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso	

Tabla 2: Clasificación de los suelos según textura (USDA)

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

### 2.3. pH

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

Tabla 3: Clasificación del suelo según el Ph. Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

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

### 2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) 1/5 agua

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

Tabla 4: Influencia de la conductividad eléctrica del suelo en los cultivos

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

## 2.5. MATERIA ORGÁNICA (%)

Para su clasificación se ha seguido el método de Walkley –Black (1934).

Materia orgánica (%)	Nivel
< 0,9	Muy bajo
1,0 – 1,9	Bajo
2,0 – 2,5	Normal
2,6 – 3,5	Alto
> 3,6	Muy alto

Tabla 5: Niveles de materia orgánica en el suelo. Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

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

## 2.6. CARBONATOS (%)

% de Carbonatos	Nivel
0 – 5	Muy bajo
5 – 10	Bajo
10 – 20	Normal
20 – 40 Alto	Alto
> 40	Muy alto

Tabla 6: Niveles de carbonatos en el suelo. Fuente: Rioja Molina, A. (2.002), Fitotecnia General

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

## 2.7. FÓSFORO ASIMILABLE (ppm)

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

MG/Kg. de fósforo asimilable	Nivel
0 – 6	Muy bajo
6 – 12	Bajo
12 – 18	Normal
18 – 30	Alto
> 30	Muy alto

Tabla 7: Niveles de fósforo asimilable. Fuente: Rioja Molina, A. (2.002),  
Fitotecnia General

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

## 2.8. POTASIO DE CAMBIO (mek/100 g)

Potasio de cambio (mek/100 g)	Nivel
0,00 – 0,30	Muy bajo
0,30 – 0,60	Bajo
0,60 – 0,90	Normal
0,90 – 1,50	Alto
1,50 – 2,40	Muy alto

Tabla 8: Niveles de potasio de cambio. Fuente: Rioja Molina, A. (2.002),  
Fitotecnia General

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

## 2.9. CALIZA ACTIVA (%)

Caliza activa (%)	NIVEL
<6	Bajo
6-9	Medio
>9	Alto

Tabla 9: Niveles de caliza activa en el suelo. Fuente: Marín García. M. L.  
De acuerdo con la tabla, el suelo tiene un porcentaje de caliza activa **Alto**.

## 3. CONCLUSION

El suelo de nuestra finca es apto para el cultivo del almendro. No se dispondrán enmiendas orgánicas debido a que el contenido de materia orgánico es alto al igual que el de potasio de cambio y el fósforo intercambiable. Así pues la fertilización se realizara en razón de las exportaciones sin aportar enmiendas. El mayor problema lo representan el alto contenido en carbonatos y caliza activa que condicionan el pH alto. Para evitar problemas de clorosis férrica se aplicaran quelatos de hierro si aparecen síntomas. La elección del patrón condicionara la sensibilidad del árbol a la clorosis por lo que se elegirá un patrón resistente.

# ANEXO III

# ANÁLISIS DE AGUA

## 1. ANÁLISIS DE AGUA

### 1.1. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

En nuestra parcela se usan aguas procedentes de la acequia de Sora. Los datos han sido obtenidos de la comunidad de regantes N° XI de Ejea de los caballeros. Los datos se refieren a agua de la acequia citada.

CATIONES	mg/l	meq/l
$Ca^{2+}$	48,1	2,39
$Mg^{3+}$	3,65	0,29
$Na^{2+}$	12	0,52
$K^{+}$	4,2	0,11
Total cationes		3,3
ANIONES		
$CO_3^{2-}$	3,2	0,1
$HCO_3^{-}$	164,0	2,68
$Cl^{-}$	15,2	0,42
$SO_4^{-2}$	14,4	0,30
Total aniones		3,5
pH= 8,2		
Materia en suspensión: 17,1		
Conductividad a 25° C=0,223 mmhos/cm		

Tabla 1: Resultados del análisis de agua.

### 1.2. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

La calidad del agua de riego se define en función de 3 criterios principales: salinidad, sodicidad y toxicidad.

El criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua ocasione altas concentraciones de sales en el suelo, con el correspondiente efecto osmótico y disminución de rendimientos de los cultivos. Mass y Hoffman, a partir de datos

reales, han encontrado que entre la salinidad del suelo y la producción de los cultivos existe una relación lineal, que se expresa por la siguiente fórmula:

$$P = 100 - b (CEe - a) / 100$$

Donde:

P = Producción del cultivo en % respecto al máximo.

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

a y b = dos parámetros, cuyos valores son constantes para cada cultivo.

Mientras la CE sea igual o menor que “a” mmhos/cm el cultivo no experimenta disminución en los rendimientos por causa de la salinidad. El parámetro “a” se puede definir por tanto como el valor umbral de la salinidad para el cultivo. En el caso del almendro tenemos los siguientes datos obtenidos al aplicar la fórmula de Maas-Hoffman:

	A	b	Valores de CEE (mmhos/cm) para una P(%) de				
			100	90	75	50	0
Almendro	1,5	19,23	1,5	2,0	2,8	4,1	7,0

Tabla 2: Valores de CEe (mmhos/cm) para una P (%) en almendro. (Fuente: Pizarro, F. “Riegos Localizados de Alta Frecuencia”)

El criterio de sodicidad analiza el riesgo de que se induzca en el suelo un elevado PSI, con deterioro de su estructura.

El criterio de toxicidad estudia los problemas que pueden crear determinados iones.

En cada caso lo que se valora es el riesgo potencial del uso del agua, es decir, la mayoría de las aguas consideradas peligrosas tienen un contenido de sales que en si mismo no es demasiado perjudicial, el problema se presenta cuando esas aguas evolucionan en el suelo. Ya que la evapotranspiración disminuye la humedad del suelo pero prácticamente no elimina sales, de forma que la solución del suelo se hace más salina a medida que el suelo se seca. Por tanto, un agua que inicialmente tenga una concentración salina aceptable puede alcanzar valores elevados. Pero, además, se presentan otro tipo de

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

fenómenos: al concentrarse las sales, algunas de ellas pueden alcanzar su límite de solubilización y precipitar, retirando de la solución del suelo determinados cationes y alterando las proporciones iniciales. Esto puede ocurrir con las sales de calcio de baja solubilidad, lo que tiene como consecuencia un aumento de la proporción de sodio en el agua del suelo y del PSI del mismo.

### **1.2.1. Criterio de salinidad.**

Los índices que a continuación vamos a ver pretenden evaluar la posibilidad de que el agua de riego evolucione en el suelo creando algunos de los problemas anteriormente citados. Esta cuestión es compleja porque esa evolución no depende solo del agua, sino también de cómo se maneje (riegos frecuentes o distanciados, lavados fuertes o débiles, etc.) y del suelo ya que intervienen fenómenos de cambio de cationes, las sales se concentran con distintas velocidades en terrenos arenosos que en arcillosos, etc.

Centrándonos más en dichos criterios, que analizan el riesgo de salinidad, decir que se basan en índices que expresan la concentración de sales del agua de riego, y de ellos el más frecuentemente utilizado es la CE de dicha agua. La CE de una solución es directamente proporcional a su concentración, cuando la solución se diluye, la CE disminuye en la misma proporción, y viceversa. Pero esta relación se altera en presencia de sales poco solubles, lo cual es el inconveniente principal de este índice como medida del riesgo de salinidad.

#### **1.2.1.1. Clasificación de Richards.**

En 1.954, Richards, del U.S. Salinity Laboratory (Riverside, California) estableció una clasificación del agua de riego en función de su CE.

La conductividad eléctrica de nuestra agua de riego es de 0,223 mmhos/cm que equivale a 233 mmhos/cm por lo que para éste valor tenemos un índice de salinidad de 1 que corresponde a un **riesgo de salinidad bajo**.

### **1.2.1.2. Clasificación del comité de consultores U.C.**

En 1.972 el Comité de Consultores de la Universidad de California propuso otra clasificación debido al carácter excesivamente conservador de la clasificación anterior.

Para el agua de riego con una conductividad eléctrica de 0,223 mmhos/cm le corresponde un índice de salinidad de 1 que sería un **riesgo de salinidad bajo**.

### **1.2.1.3. Clasificación de la FAO.**

En 1.976, Ayers y Westcot establecieron la clasificación de la FAO, que en realidad es la misma que la del Comité de Consultores de la U.C. pero agrupando los niveles 2 y 3 en uno solo. Para el agua de riego con una conductividad eléctrica de 0,223 mmhos/cm le corresponde un índice de salinidad de 1 que sería un **riesgo de salinidad nulo**.

### **1.2.1.4. Inconvenientes de las clasificaciones.**

La clasificación del Comité de Consultores U.C. y la de la FAO se han hecho a partir de las siguientes hipótesis:

- La CE de la solución real del suelo es el doble de la del extracto de saturación y triple de la del agua.
- La fracción de lavado está comprendida entre el 15 y el 20 % del agua aplicada.

Y estas hipótesis no siempre se cumplen. Pero el principal defecto de estas clasificaciones basadas únicamente en la CE es que no tienen en cuenta la posibilidad de que las sales precipiten al concentrarse en el suelo.

## **1.3. CRITERIO DE SODICIDAD.**

Este criterio suele recibir otros nombres como criterio de permeabilidad, criterio de infiltración, etc., precisamente porque el efecto del sodio es disminuir esas propiedades del suelo.

### 1.3.1. RAS.

Allison (1970) indica si la proporción de sodio es alta, será mayor el peligro de sodificación y al contrario, si predomina el calcio y el magnesio, el peligro es menor.

Un alto contenido de Sodio en el agua de riego puede inducir elevados valores de PSI en el suelo, con sus efectos consiguientes de pérdida de estructura por dispersión e hinchamiento. La posibilidad de que un agua ocasione estos problemas intentó evaluarse por medio del índice RAS (Relación de Adsorción de Sodio).

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Donde los cationes se expresan en meq/l.

Para nuestra agua de riego tenemos los siguientes datos del análisis:

CATIONES	meq/l
$Ca^{2+}$	2,39
$Mg^{3+}$	0,29
$Na^{2+}$	0,52

Tabla 3: Cationes presentes en el agua (meq/l)

$$RAS = \frac{0,52}{\sqrt{\frac{2,39 + 0,29}{2}}} = 0,45$$

Así pues teniendo en cuenta:

**RAS = 0,45**

**CE=0,223 mmhos/cm**

Por salinidad no tenemos ningún grado de restricción de uso según la sodicidad un riesgo ligero o moderado. Este riego será muy pequeño ya que nos encontramos cerca del umbral de ningún riesgo que se sitúa en 0,2 mmhos/cm.

### 1.3.2. Índice de Eaton o CSR (Carbonato Sódico Residual)

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

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

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

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

Tabla 4: clasificación de las aguas según el índice CSR

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (0,1 + 2,68) - (2,39 + 0,29) = 0,1$$

El valor de CSR es < que 1,25, por lo que se trata de un agua recomendable.

### 1.4. CRITERIO DE TOXICIDAD.

Decir aquí, que a diferencia de la salinidad, que es un problema externo de la planta y que dificulta la absorción de agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas. Los iones tóxicos mas frecuentes y, por tanto, con los que mas cuidado hemos de tener son el cloro, sodio y boro.

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

Iones(meq/l)	Inexistente	Problema creciente	Problema Grave
Sodio	<3	3-9	>9
Cloro	<4	4-10	>10
Boro	<0,7	0,7-2	>2

Tabla 5: Clasificación de toxicidad según FAO. Fuente: Cánovas, J. (1986),  
Calidad agronómica de las aguas de riego

Sodio=0,52 meq/l

Cloro=0,42 meq/l                      Riesgo de toxicidad inexistente.

Boro=0 meq/l

## 1.5. OTRAS CLASIFICACIONES DEL AGUA DE RIEGO

### 1.5.1. Dureza

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

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

Tabla 6: Clasificación del agua según su dureza. Fuente: Junta de Extremadura  
(1992)

Los grados hidrotimétricos franceses se calculan mediante la expresión:

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

$$Ca^{2+} = 48,1mg/l$$

$$Mg^{2+} = 3,65mg/l$$

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN  
EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$^{\circ}F = \frac{[48,1 \cdot 2,5] + [3,65 \cdot 4,12]}{10} = 13,52^{\circ}F$$

La dureza total del agua es de 13,52 grados hidrotimétricos franceses, por lo que el agua se considera como **blanda**.

### 1.5.2. Normas Riverside

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

RAS = 0,45

CE=223  $\mu$ mhos/cm

Según el gráfico, el agua de riego se puede clasificar como C1S1. De acuerdo con las Normas Riverside, las aguas C1S1 se consideran:

Aguas de salinidad baja, aptas para el riego.

Aguas con bajo contenido en sodio, aptas para el riego

Normas de Rivers idee para evaluar la calidad de las aguas de riego. (U.S. Soild Salinity Laboratory).

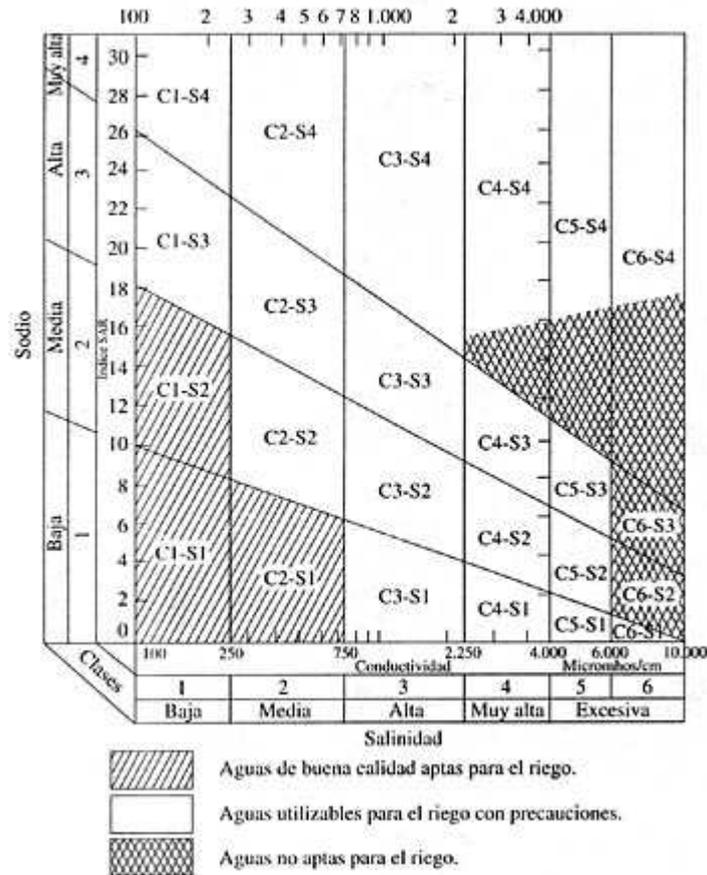


Figura 1: Normas de Rivers idee para evaluar la calidad de las aguas de riego.  
Fuente: Blasco y de la Rubia (Lab. de suelos IRYDA, 1973)

### 1.5.3. Normas Greene

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

$$\begin{aligned} \Sigma_{aniones} &= 3,5 \\ \Sigma_{cationes} &= 3,3 \end{aligned} \quad \text{Sales totales} = 6,8 \text{ meq/l}$$

$$\%Na^{2+} = \frac{0,52}{3,3} \cdot 100 = 15,75 \%$$

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

Normas Greene. Clasificación del agua de riego en función del contenido en sales y el % de sodio.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

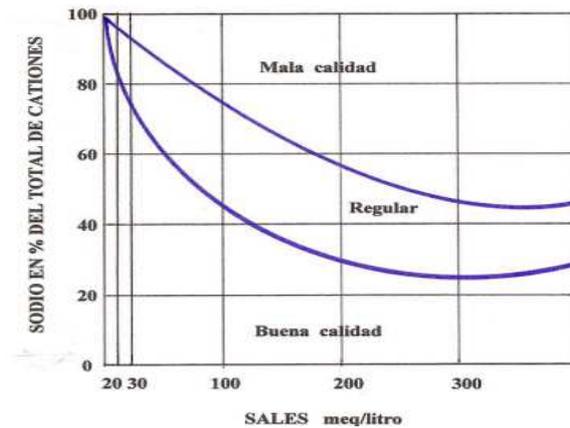


Figura 2: Normas Greene. Fuente: Urbano Terrón, P. (1.999), Tratado de Fitotecnia General.

#### 1.5.4. Normas Wilcox

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

$$\% Na^{2+} = 15,75\%$$

$$CE=223 \mu\text{mhos/cm}$$

Según estos valores, el gráfico indica que la calidad del agua es de excelente a buena.

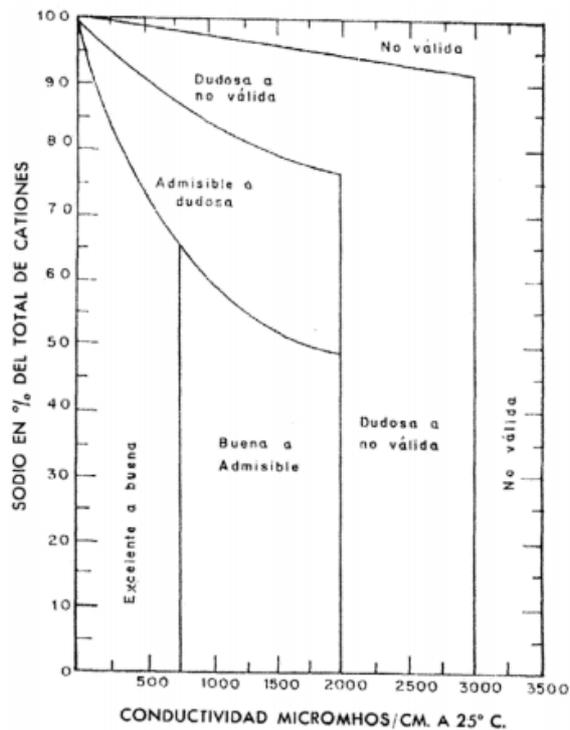


Figura 3: Clasificación de Wilcox Fuente: Urbano Terrón, P. (1.999), Tratado de Fitotecnia General

## 2. CONCLUSION

Las diferentes clasificaciones y estudios nos indican que el agua es de buena calidad para el riego y no supone ningún problema para el cultivo del almendro. Por salinidad y toxicidad el riesgo es inexistente. Por modicidad el riego es ligero o moderado, el calculo del RAS con indica que esta agua es recomendable para el riego. Es un agua blanda de buena calidad según las normas Greene y Wilcox.

# ANEJO IV PLANTACIÓN

## 1. ELECCIÓN VARIETAL

La disponibilidad de material vegetal de calidad es un factor básico en el establecimiento de las nuevas plantaciones. Las variedades tradicionales poseen características destacables, pero también limitaciones importantes. Así, ‘Marcona’ y ‘Desmayo Largueta’, las más difundidas en España, producen frutos muy apreciados por el consumidor español, pero son de floración temprana (susceptibilidad a daños por heladas), exigentes en poda y sensibles a enfermedades.

En la década de los 90, el panorama varietal en España experimentó un notable cambio debido a la difusión de variedades obtenidas en los programas de mejora de Francia (‘Ferraduel’, ‘Ferragnès’, ‘Lauranne’, etc.) y España (‘Guara’, ‘Antoñeta’, ‘Marta’, ‘Francolí’, ‘Glorieta’, ‘Masbovera’, etc.). Estas variedades han supuesto avances muy importantes en el cultivo, al reducir o eliminar la incidencia de problemas importantes como daños por heladas, baja productividad o sensibilidad a enfermedades.

Recientemente han aparecido nuevas variedades españolas con características muy interesantes, que han empezado a difundirse con rapidez en las plantaciones españolas.

Entre estas cabe destacar ‘Constantí’, ‘Marinada’, ‘Tarraco’ y ‘Vairo’ (IRTA), ‘Belona’, ‘Soleta’ y muy recientemente ‘Mardía’ (CITA) y ‘Penta’ y ‘Tardona’ (CEBAS-CSIC).

Estas nuevas variedades, la mayoría autofértiles y todas de floración tardía, pueden repercutir favorablemente en el incremento del potencial productivo de las nuevas plantaciones de almendro.

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIETADES ESPAÑOLAS

#### GUARA

**Origen:** Procedente del “SIA”

**Floración:** Tardía, similar a Tuono, Ferragnes y Ferraduel. Flor de color blanco, de tamaño medio y muy alta densidad de floración.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

**Vigor y porte del árbol:** Medio, porte medio y poco ramificado.

**Fruto:** Cáscara dura, de forma amigdaloides, con un rendimiento del 30-40% y con un 10-20% de granos dobles. Es de maduración temprana.

**Polinización-autocompatible:** Autocompatible. También se poliniza con las de floración tardía.

**Producción:** Muy buena, por su fertilidad y un pronta entrada en producción.

**Observaciones:** Fácil de formar y podar. Sus pequeños frutos son resistentes al frío y por ello explica su regularidad de producción. Sensible a la mancha ocre y a la monilia.

#### A-10-8

**Origen:** Procedente del "SIA"

**Floración:** Tardía y abundante. Flor de color blanco.

**Vigor y porte del árbol:** Bueno, porte de erecto a medio, poco ramificado.

**Fruto:** Cáscara dura, forma amigdaloides alargado con un rendimiento del 28-32% y sin granos dobles. Maduración media.

**Polinización-autocompatible:** Autocompatible. También se poliniza con las de floración tardía.

**Producción:** Muy buena, dada su fertilidad y pronta entrada en producción.

**Observaciones:** De fácil poda y formación. Sus pequeños frutos son resistentes al frío y ello explica su regularidad de producción.

#### MARCONA

**Origen:** Levante de España probablemente de Alicante.

**Floración:** Semi-temprana y muy abundante. Flor rosa pequeña.

**Vigor y porte del árbol:** Medio, con ramificación muy abundante.

**Fruto:** Cáscara dura, forma redondeada, granos simples y rendimientos del 24-27% y sin granos dobles. Maduración media.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada. Las variedades polinizadoras deben determinarse en la zona.

Generalmente con Garrigues, Desmayo rojo, Ramillete y Desmayo Langueta

**Producción:** Muy buena en zonas adecuadas. No en zonas interiores donde es muy castigada por las heladas.

**Observaciones:** Poda costosa por su ramificación abundante. Es exigente en fertilizantes, humedad y practicas culturales. Su pepita es de gran calidad comercial. Sensible a Monilia y Fusicoccum.

### DESMAYO ROJO

**Origen:** Aragón.

**Floración:** Intermedia, amplia. Flor rosada.

**Vigor y porte del árbol:** Medio, abierto colgante y ramificación media.

**Fruto:** Cáscara dura, forma acorazonada y rendimientos del 23-24% y sin granos dobles.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada con variedades como Marcona y Desmayo Largueta.

Generalmente con Garrigues, Desmayo rojo, Ramillete y Desmayo Largueta

**Producción:** Baja debido a su mala ubicación con altitudes generalmente superiores a los mil metros.

**Observaciones:** Variedad no vecera, de escasa importancia y en regresión.

### CRISTOMORTO

**Origen:** Italia

**Floración:** muy tardía y abundante. Flor de color blanco.

**Vigor y porte del árbol:** Buen vigor y porte ligeramente abierto, poco ramificado.

**Fruto:** Cáscara dura, forma amigdaloides y rendimientos del 27-28% y entre un 15-30% de granos dobles. Maduración media. De fácil recolección.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada con variedades del grupo de floración tardía.

**Producción:** Buena y pronta entrada en fructificación.

**Observaciones:** De fácil poda y formación. Sus pequeños frutos presentan cierta resistencia a las heladas. Medianamente sensible a Monilia, Abolladura, Mancha ocre y a Fusicoccum.

## FERRAGNES

**Origen:** Francia. Cruzamiento de “Ai x Cristomorto”

**Floración:** tardía y abundante. Flor de color blanco

**Vigor y porte del árbol:** De medio a bueno, porte erecto a medio, poco ramificado.

**Fruto:** Cáscara semidura, forma amigdaloides alargado con un rendimiento del 35-40% y sin granos dobles. Maduración media.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada con variedades del grupo de floración tardía.

**Producción:** De rápida entrada en producción. Muy productiva y regular.

**Observaciones:** De fácil poda y formación. Es de las más productivas; aunque exigente en suelo. En muchos frutos la cáscara salta en dos capas al descascararlos, lo que entorpece esta operación. Sensible a *Fusicoccum* y Moteado.

## GLORIETA

**Origen:** Cruzamiento “Primorskii x Cristomorto” en un centro de Tarragona.

**Floración:** tardía. Similar a Ferragnes. Floración abundante.

**Vigor y porte del árbol:** De notable, de porte medio-erecto.

**Fruto:** Tamaño grande. Forma Elíptico-puntiagudo con un rendimiento del 32 y un 2% de granos dobles. Maduración media- tardía

**Polinización-autocompatible:** Necesita de polinización cruzada de variedades como Masborera, Francolí, Ferragnes, etc.

**Producción:** Alta- Muy Alta.

**Observaciones:** De fácil poda y formación.

## TUONO

**Origen:** Italia

**Floración:** tardía y abundante. Flor de color blanco, tamaño medio y a menudo agrupada de dos en dos.

**Vigor y porte del árbol:** Medio, de porte abierto, con brotes poco ramificados.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

**Fruto:** Cáscara dura, forma amigdaloides con un rendimiento del 30-35% y con un 20-25% de granos dobles. Maduración temprana y de fácil recolección.

**Polinización-autocompatible:** Autocompatible. También se poliniza con todas las del grupo de floración tardía.

**Producción:** De rápida entrada en producción. Muy buena.

**Observaciones:** De fácil poda y formación. Sus frutos son de los más resistentes a las heladas. Sensible a enfermedades como Chancro, Moteado, Abolladura, Fusicoccum y Antracnosis, que deberán ser controladas adecuadamente.

### DESMAYO LARGUETA

**Origen:** España. Aragón o Cataluña.

**Floración:** Precoz. La más temprana después de las “comunes”. Flor blanca con base rosada. Intensidad de floración media a abundante.

**Vigor y porte del árbol:** Medio, abierto y muy colgante, de aspecto llorón por lo que dificulta la poda.

**Fruto:** Cáscara semidura, forma elíptica con un rendimiento del 26-28%. Maduración tardía.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada. Se poliniza parcialmente con Marcona, Desmayo Rojo y Ramillete.

**Producción:** Alta en zonas adecuadas, ya que es muy castigada por las heladas primaverales.

**Observaciones:** Poda de formación difícil y de fructificación entretenida. Grano de excelente calidad. Sensible a Sclerotinia, Fusicoccum y Polystigma.

### FERRADUEL

**Origen:** Francia. Cruzamiento de “Ai x Cristomorto”

**Floración:** Tardía y abundante. Flor de color blanco

**Vigor y porte del árbol:** Medio y porte medio y muy ramificado.

**Fruto:** Cáscara semidura, forma amigdaloides alargado con un rendimiento del 26-28% y sin granos dobles. Maduración tardía.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada con variedades del grupo de floración tardía como Ferragnes, Guara y Tuono.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

**Producción:** De rápida entrada en producción. Exigente en suelo y humedad

**Observaciones:** De fácil formación. Poda de fructificación entretenida. Sensible a *Fusicoccum* y resistente a *Monilia*.

### FRANCOLI

**Origen:** Cruzamiento de “Cristomorto” x “Gabaix” en el centro de Mas Bové de Tarragona.

**Floración:** Tardía. Densidad de floración alta.

**Vigor y porte del árbol:** Vigoroso de porte medio.

**Fruto:** Tamaño grande. Forma semielíptico-puntiagudo con un rendimiento del 31% y un 4% de granos dobles. Maduración temprana-media.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada con variedades del grupo de floración tardía.

**Producción:** De rápida entrada en producción. Muy productiva y regular.

**Observaciones:** De fácil poda y formación. Es de las más productivas; aunque exigente en suelo. En muchos frutos la cáscara salta en dos capas al descascararlos, lo que entorpece esta operación. Sensible a *Fusicoccum* y Moteado.

### MONCAYO

**Origen:** Cruzamiento de “Tardive de la Verdier” x “Tuono”

**Floración:** Muy tardía. Flor de color blanco y tamaño mediano. Densidad de floración media.

**Vigor y porte del árbol:** De medio, poco ramificado y gran vigor.

**Fruto:** Cáscara dura, forma amigdaloides, con rendimiento del 25-28% y 10-20% de granos dobles. Maduración media.

**Polinización-autocompatible:** Necesita polinización cruzada con variedades del grupo de floración tardía.

**Producción:** De rápida entrada en producción. Muy productiva y regular.

**Observaciones:** De fácil poda y formación. Es de las más productivas; aunque exigente en suelo. En muchos frutos la cáscara salta en dos capas al

descascararlos, lo que entorpece esta operación. Sensible a *Fusicoccum* y Moteado.

### BELONA

**Origen:** Cruzamiento de “Blanquerna” x “Belle d’ Aurons”.

**Floración:** Época de floración tardía, unos 2-3 días antes de “Guara”.

**Vigor y porte del árbol:** Porte semi-abierto. Vigor medio

**Fruto:** Cáscara dura, de forma acorazonada. Rendimiento de 27-35%

**Polinización-autocompatible:** Autocompatible.

**Producción:** Rápida entrada en producción, productiva.

**Observaciones:** Ausencia de pepitas dobles. Muy buena calidad de grano. Puede sustituir comercialmente a marcona

### SOLETA

**Origen:** Cruzamiento de “Blanquerna” x “Belle d’ Aurons”.

**Floración:** Época de floración tardía, unos 2-3 días antes de “Guara”.

**Vigor y porte del árbol:** Porte semi-abierto. Vigor medio

**Fruto:** Cáscara dura, de forma elíptica. Rendimiento de 27-35%

**Polinización-autocompatible:** Autocompatible.

**Producción:**

**Observaciones:** la poda de formación y fructificación es sencilla. Interesante por la calidad, por la respuesta de su pepita al tostado y por su época de maduración. Puede sustituir comercialmente a desmayo largueta.

## **1.2. FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN VARIETAL**

La diversidad existente presenta grandes problemas a la hora de elegir cuales han de ser las variedades (principal y polinizadora) o variedad (autocompatible) que se han de elegir para nuestra explotación.

El problema es de complicada solución pero de gran importancia, ya que condiciona en gran medida la producción obtenida y por lo tanto la rentabilidad del proyecto.

En la elección varietal es necesario conjurar las características de la variedad con la de la zona en cuestión y con las condiciones en que va a desarrollarse el cultivo. Para ellos se realizara una matriz de efectos donde se valoraran una serie de parámetros dispuestos a continuación:

### Época de floración

Es una de las características más importantes. La incidencia de heladas tardías limita la rentabilidad del cultivo en muchas zonas. Las variedades de floración tardía tienen mayor probabilidad de florecer en condiciones climáticas más favorables para el proceso de polinización.

La época de floración puede ser diferente dependiendo de la zona de hasta 14 días en una misma provincia (Fitero-Eslava) en variedades de floración temprana. (Revista Navarra Agraria Septiembre- Octubre 1995)

A continuación se presenta un esquema con las fechas de floración de algunas variedades. Los porcentajes se refieren a la cantidad de flores abiertas.

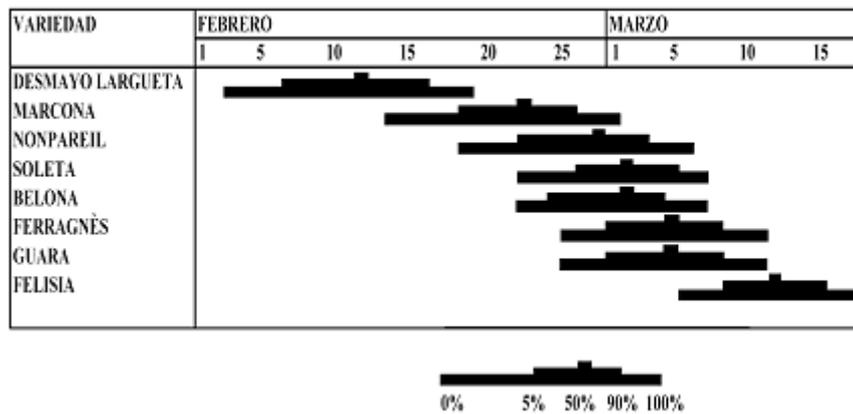


Figura 1: fechas medias de floración:

### **Duración del periodo de floración**

Es importante desde el punto de vista de la polinización, ya que si este periodo es largo, existen mayores probabilidades de que una parte de las flores encuentren condiciones idóneas para que el proceso pueda desarrollarse normalmente.

### **Autofertilidad**

Era una característica a nivel práctico hasta hace pocos años. Por esta razón en los cultivares tradicionales es necesario, por su auto esterilidad, disponer de variedades polinizadoras, insectos polinizadores y condiciones climáticas adecuadas en el momento de la polinización. Con estas variedades autocompatibles evitamos todos estos problemas, ya que las flores de estas variedades pueden ser fecundadas por su propio polen, o por el de otras flores de la misma variedad.

### **Capacidad productiva. Vecería**

Algunas variedades tienen el problema de excesiva fertilidad que ocasiona una alternancia en la producción. En el caso de las variedades muy productivas es importante que se den buenos cuidados de cultivo (podas adecuadas), para evitar años con mucha carga y años con poca.

### **Porte e intensidad de ramificación**

Influyen en el manejo y en las horas necesarias para realizar la poda. Los portes abiertos dificultan la formación de carbol y favorecen la emisión de chupones. La ramificación debe estar compensada, que permita una renovación de la madera del árbol sin que exija una poda excesiva.

### **Resistencia a plagas y enfermedades**

Es interesante la implantación de variedades resistentes a las principales plagas y enfermedades, para evitar tratamientos y posibles problemas posteriores. En almendro es importante la resistencia a enfermedades tales como:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS



Monilia

Fusicoccum

Taphrina

### **Fecha de maduración**

Generalmente es preferible una maduración temprana con el fin de que pueda recogerse con mejores condiciones climáticas y que los árboles tengan más tiempo para reponerse tras la cosecha. La maduración debe ser lo mas uniforme posible, para facilitar la recolección.

### **Desprendimiento del fruto**

En general, el almendro no presenta problemas para el desprendimiento, pero algunas variedades se recolectan con mayor facilidad que otras. Hay variedades que se desprenden con excesiva facilidad y si la recolección se retrasa, hay que recurrir a recoger parte de al cosecha en el suelo.

### **Dureza de la cáscara**

Las variedades de cáscara dura se pelan, o despellejan, con mucha mayor facilidad que las de cáscara blanda o “mollares”. Pero para el despellejado y partido de estas últimas, es necesario disponer de maquinas especialmente diseñadas.

Para las condiciones de la zona son preferibles las variedades duras o semiduras, ya que nos ofrecen una serie de ventajas como una mayor facilidad de podado, menos incidencia de plagas, menores daños producidos por los pájaros, mejor conservación y una mejor adaptación a las instalaciones de descascarado existentes.

### **Rendimiento grano**

Es la relación porcentual, en peso, entre la almendra cáscara y la almendra grano. Interesan variedades de alto rendimiento, ya que aunque la almendra se comercialice en cáscara, el precio estipulado se fija respecto al grano.

### **Porcentaje de dobles**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

La presencia de dobles ha de ser escasa o nula, ya que la deformación que origina en las frutas limita su posible utilización, teniendo los granos simples peor aspecto. También se originan problemas en la extracción de la película en el repelado, inaptitud para la fabricación de láminas.

### **Resistencia a heladas tardías**

En muchas ocasiones la elección de variedades de floración tardía no es suficiente para pequeñas heladas no excesivamente severas pero que ocasionan pérdidas. Por este motivo es muy interesante obtener una resistencia a temperaturas bajo cero en momentos puntuales de floración.

### **Adaptabilidad a la zona**

Serán preferibles variedades mejoradas, o incluso obtenidas en centro de investigación próximas, ya que estarán mejor adaptadas a la zona. También es importante la experiencia de otras plantaciones de alguna de las variedades obtenidas recientemente

## **1.3. MATRIZ DE EFECTOS**

Para valorar adecuadamente a cada variedad se realiza una matriz de efectos donde se puntuara cada parametro de interes para cada variedad obteniendose una puntuación final.

	Ayl es	Gu ara	Monc ayo	Gloriet a	Tuon o	Desma yo	Ferradu el	Marco na	Cristomor to	A-10- 8	Belon a	Solet a	Franc oli
Fecha de floración	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3
Durac. Floración	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2
Autofertilidad	3	3	3	1	3	1	1	1	1	3	3	3	1
Capacidad productiva	3	3	3	2	3	2	1	2	1	3	3	3	2
Vecería	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
Porte	3	3	3	3	3	1	2	3	2	2	2	2	3
Resist. a plagas y enferm.	1	1	3	3	1	2	3	1	2	2	2	2	3
Fecha de maduración	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Desprendimiento del fruto	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Dureza cáscara	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Rend.grano	2	3	2	2	3	1	2	1	2	3	3	3	2
% dobles	1	1	2	2	1	3	3	3	2	3	3	3	2
Resist. a heladas tardías	2	3	2	2	3	1	1	1	2	2	2	2	2
Adaptabilidad a la zona.	2	3	2	2	2	3	2	2	1	1	3	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>33</b>

Tabla 1: Matriz de efectos variedades

## 1.4. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

Valorados todos los factores (tabla 1), la variedad escogida es **SOLETA** por detrás se ha quedado Belona y guara.

Soleta es una variedad autocompatible por lo que no tendremos que disponer especies polinizadoras.

### 1.4.1. Características de Soleta

VARIEDAD	PRODUCCION ACUMULADA (KG PEPITA)
SOLETA	17,96
BELONA	14,12
BLANQUERMA	16,91
GUARA	11,83

Tabla 2: Productividad de las nuevas variedades en comparación con otras (datos de G. Valdes del campo de El Pinós).

En la Tabla se exponen las características del fruto y la pepita, que en términos generales destacan por su tamaño y su aspecto. Igualmente se caracteriza por la práctica ausencia de pepitas dobles. Es de cáscara dura, adaptada al mercado español, y la forma y el aspecto de su pepita ha sido un aspecto considerado en su evaluación. Así, 'Soleta' tiene una pepita muy parecida a la de 'Desmayo Largueta', aunque no la cáscara, y además ha mostrado un desprendimiento excelente del tegumento una vez tostada, como carácter definitorio de la calidad de 'Desmayo Largueta'. Su sabor, cruda y tostada, es excelente. facilita su repelado.

CARACTER	SOLETA
FORMA	Elíptica
PESO MEDIO DEL FRUTO	3,63 g
RENDIMIENTO EN CASCARA	27-35 %
PESO MEDIO DE LA PEPITA	1,27 g
PORCENTAJE DE PEPITAS DOBLES	0
ASPECTO DE LA PEPITA	Bueno
PRESENCIA DE SURCOS	No
SABOR.	Agradable

Tabla 3: Características de los frutos.



Figura 2: Frutos de Soleta

variedades	% de pepitas enteras
Belona	97,1
Soleta	74,5
Marcona	92,5
Desmayo	82,1
Largueta	

Tabla 4: Porcentaje de pepitas enteras tras el descascarado.

Variedad	Proteína (% peso total)	Aceite (% peso total)	Ácido oleico (% aceite)	α-tocoferol (mg/kgaceite)	Tocoferol total (mg/Kg aceite)
Marcona	23,8	59,7	71,3	463,3	500,5
Largueta	24,5	58,9	72,2	304,3	336,2
Belona	16,4	65,4	75,6	418,4	455,6
Soleta	20	61,8	69,2	214	242,3

Tabla 5: Composición química de la nuevas variedades en comparación con “Marcona” y “Desmayo largueta” (datos de O. Kodad)

## 2. ELECCION DEL PORTAINJERTO

El almendro ha sido durante largo tiempo multiplicado únicamente por semilla, sin injertar y en condiciones semi-áridas. Con la práctica del injerto, fue lógicamente el almendro de semilla el primer porta-injerto empleado. La elección estaba justificada entonces por las condiciones de cultivo (secano) y con suelos clorosantes, a causa de la aptitud de las raíces de almendro para introducirse entre las hendiduras de la roca a grandes profundidades y a su resistencia a la sequía y a la clorosis.

Aunque el almendro de semilla sigue teniendo importancia en las regiones o zonas en que las condiciones del medio prohíban cualquier otro portainjerto, en

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

condiciones de cultivo más fértiles pueden utilizarse con éxito otros patrones: Melocotonero de semilla (franco), los híbridos melocotonero x almendro y diversos ciruelos (Grasselly, 1984).

## **2.1. PRINCIPALES PORTAINJERTOS**

Las posibilidades de elección que existen en este momento para el cultivo del almendro, permiten adoptar el patrón más apropiado a las condiciones del suelo y del sistema de cultivo.

### FRANCO DE ALMENDRO.

Se han utilizado variedades de almendro amargo silvestre (arrollo), más o menos hibridados con almendro dulce cultivado. También se utiliza almendro dulce de la variedad Garrigues. En el primer caso, se producen sustanciales diferencias entre los árboles, debido a la variabilidad genética de las poblaciones naturales. La característica más destacada de este tipo de patrones es su rusticidad, consecuencia de su alta resistencia a la sequía y a las pobres condiciones de suelo. Tal rusticidad se debe, en gran medida, a la configuración de su raíz pivotante. Entre los inconvenientes de este tipo de patrones, se encuentra la sensibilidad a las enfermedades del suelo (*Agrobacterium*, *Phitophtora*, *Armillaria*...) y a la podredumbre del cuello y raíz. Además, sufren bastante con el trasplante, entre otras causas, debido a la rotura de la raíz pivotante, con lo que se recomienda sembrar de asiento este tipo de patrones.

### FRANCO DE MELOCOTONERO.

Están mejor adaptadas a condiciones de regadío que el franco de almendro, pero sigue siendo sensible a enfermedades del suelo. Actualmente, no suele utilizarse de forma generalizada.

### CIRUELO DE CRECIMIENTO LENTO.

Dentro de este grupo se consideran:

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

- ***Prunus Domestica*** (ciruelo europeo) y ***Prunus Insititia*** (Ciruelo silvestre, San Julián, Damas). Este tipo de patrones son más resistentes al encharcamiento que los anteriores, así como a las enfermedades del suelo. Producen árboles pequeños con buen anclaje. Entre las características negativas se encuentran su menor resistencia a la sequía, a veces (depende del clon) no presenta buena compatibilidad genética con el almendro y tiene cierta tendencia a emitir chupones o varetas.
- ***Penta***. Clon obtenido a partir de polinización libre de *P. Domestica* por el LSF de Roma. Se adapta bien a diferente tipo de suelos, incluyendo suelos pesados, arcillosos y asfixiantes. Resistente a *Verticillium* y tolerante a *Meloidogyne* y *Phytophthora*.
- ***Adesoto***. Clon de Pollizo de Murcia (*P. Insititia*). Obtenido por el CSIC de España. Se adapta bien a suelos pesados, tolerante a caliza, vigor medio. Resistente a Nematodos, buen comportamiento ante enfermedades de cuello y raíz.

#### CIRUELO DE CRECIMIENTO RAPIDO.

En este grupo se encuentran el *Prunus Cerasifera* (C. Myrobolano, Pisardii, de jardín), *Prunus Salicina* (C. Japonés) y el híbrido *Marianna* (*P. Cerasifera* x *P. Munsoniana*). En general, este grupo presenta baja compatibilidad con el almendro, aunque ciertos clones no tienen problema.

Sus características son similares a las citadas para ciruelos de crecimiento lento, pero con menor tendencia a emitir hijuelos.

Entre este tipo de patrones se encuentran los siguientes:

- ***Marianna GF 8/1***. Seleccionado en Francia por el INRA. Se adapta bien a casi todo los tipos de suelos, desde arenosos a arcillosos. Se adapta a suelos pesados y asfixiantes mejor que el Mirobolano. Resistente a caliza y suelos con pH alto. Moderadamente resistente a *Armillaria*, cierto grado de resistencia a *Verticillium*. Buena eficiencia productiva.
- ***Marianna 2624***. Seleccionado en USA, vigor medio. Vigor medio, buenas producciones, adecuado para suelos frescos, relativamente pobres y asfixiantes. Resistente a nematodos.

PLANTACION DE ALMENDROS (*PRUNUS DULCIS*) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

- **Mirobolano 29 C.** Selección clonal americana. Se adapta bien a diferentes tipos de suelos, incluyendo secos y calizos. Moderadamente resistente a *Agrobacterium* y sensible a *Pseudomonas*.

### HIBRIDOS ALMENDRO POR MELOCOTONERO

En regadío, tienen mejor comportamiento que el almendro franco, pero, incluso en seco, dependiendo de las condiciones, también pueden tener mejor comportamiento, sin los problemas del trasplante de aquél. Entre los aspectos negativos se citan su sensibilidad a nematodos y podredumbres, así como su dificultad para la propagación.

- INRA-GF-677. *Prunus Pérsica* x *Prunus Amygdalus*. Seleccionado por el INRA en Francia. Rustico, se adapta a suelos calizos, secos, compactos y arcillosos. Tiene gran vigor, induce precocidad en la entrada en producción y una elevada producción. Su principal inconveniente es la sensibilidad a nematodos y a *Agrobacterium*.
- GN15. Almendro Garfi por melocotonero Nemared. Obtenido por el SIA de Zaragoza. Hoja roja. Resistencia, en mayor o menor medida, a Sequía, caliza activa, clorosis férrica, nematodos *Meloydogine* y asfixia.
- ADAFUEL. Clon seleccionado y saneado en la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza). Está muy adaptado a la sequía. Comparado con INRA-GF-677, es más vigoroso en cultivo de regadío y menos en cultivo de seco. Es más resistente a la clorosis férrica.

Por su lento desarrollo será mejor plantar los árboles de dos años de injerto que de un solo año (Juscafresa, 1978)

## **2.2. FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCION DEL PATRON**

El sistema radicular de los árboles frutales y por tanto el estudio de los patrones merece como mínimo una atención similar al de las variedades en los actuales sistemas de producción, ya que el patrón influye en gran medida sobre

la variedad en su entrada en producción, su vigor y por lo tanto en la rentabilidad de nuestra explotación.

Entre los patrones utilizados existe gran variabilidad de comportamiento insuficientemente estudiada, de resistencia y adaptabilidad a distintas condiciones del medio.

### **Profundidad de penetración de las raíces**

Hay que considerar la profundidad de las raíces principales y raíces laterales, dependiendo esto de las distintas variedades de cada especie y de la granulometría del suelo.

La capacidad de penetración de las raíces sigue el siguiente orden:

Hibrido almendros x melocotonero (5) > Almendro (4) > Albaricoquero (3) > Melocotonero (2) > Ciruelo (1) (ABADIA, 1995)

### **Resistencia a la sequía**

Las especies con mayor capacidad de penetración no son necesariamente las más resistentes a la sequía, ya que esta resistencia esta muy influenciada por la variedad injertada.

A pesar de esto, el patrón puede ofrecer al conjunto cierta resistencia a la sequía.

El orden de resistencia a la sequía es el que se muestra:

Hibrido almendros x melocotonero (5) > Almendro (4) > Ciruelo (3) > Melocotonero (2) > Albaricoquero (1) (GOMEZ APARISI, 1991)

### **Tolerancia a la asfixia radicular**

En suelos con escaso drenaje o exceso de riego, en el que se pueda acumular agua en el suelo, puede deprimir y llegar a matar los árboles durante el ciclo vegetativo. De producirse en invierno, los árboles pueden florecer, incluso llegar a vegetar y morir en primavera.

Generalmente son más susceptibles los árboles jóvenes que los adultos, aunque no siempre es así.

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Se puede considerar que un sistema radicular más superficial lo hace más tolerante a asfixia y por lo tanto menos susceptible a infecciones de hongos.

Ciruelo (5) > Híbrido almendros x melocotonero (4) > Melocotonero (3) > Albaricoquero (2) > Almendro (1) (CROSSA-RAYNAUD Y SUDERGON, 1987)

### **Tolerancia a la salinidad**

Por norma general las especies frutales son extremadamente sensibles a la salinidad, pudiendo considerarse que para conductividades eléctricas (C.E) de 4 ds/m de extracto de pasta saturada o de 6 ds/m de agua de riego se pierde la producción, llegando a la muerte del árbol.

Las sales solubles provocan un aumento de la presión osmótica que tiene una incidencia negativa sobre el crecimiento de la planta.

El orden respecto a la tolerancia a la salinidad es el siguiente:

Almendro (5) > Albaricoquero (4) > Híbrido almendros x melocotonero (3) > Ciruelo (2) > Melocotonero (1) (DAY, 1953)

### **Homogeneidad**

Los patrones tienen una gran importancia en la homogeneidad en el desarrollo de los árboles de la plantación.

Interesa que los árboles tengan un crecimiento, igual, sin que existan grandes diferencias entre ellos, que nos pueda provocar posibles competencias desequilibradas entre los árboles de la plantación. Por este motivo se busca que los patrones tengan la misma edad.

### **Compatibilidad patrón-injerto**

Es muy importante que exista una buena compatibilidad entre el patrón y la variedad injerto.

Interesa una buena unión para evitar posibles roturas mecánicas, bien sea por viento, recolección mecanizada, soporte de peso, etc.

También podemos tener casos de incompatibilidad manifestada tras varios años de un comportamiento normal.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

El orden de compatibilidad es:

Almendro= Melocotonero= Hibrido almendro x melocotonero (3) >Ciruelo (2)  
>Albaricoquero (1). (FELIPE, 1987)

### **Productividad**

El patrón debe inducir a la variedad la entrada en producción en el menor número de años posible. La producción de almendras debe ser constante a lo largo de los años, abundante y de buena calidad

## **2.3. ELECCION DEL PORTAINJERTOS**

Elegiremos un portainjertos hibrido entre melocotonero y almendro por ser lo mas utilizado actualmente ya que es el que mejor comportamiento agronómico proporciona.

Dentro de este tipo de patrón elegiremos el INRA-GF-677 ya que supera en producción a la mayoría de los otros patrones. Es el patrón mas utilizado a nivel mundial y se le considera un patrón referente en este cultivo.

## **3. MARCO DE PLANTACIÓN.**

Se denomina marco de plantación a la forma de disponer las plantas en el terreno, la distancia que deben guardar los almendros entre sí una vez plantados. Las variables de las que depende la elección del marco de plantación son:

- .- Densidad de plantación.
- .- Tamaño de la planta ya adulta.
- .- Sistema de formación.
- .- Mecanización.
- .- Máxima exposición a la luz solar.

Los marcos de plantación más habituales en la zona donde se encuentran situadas nuestras parcelas son:

**Marco real:** En esta disposición, las plantas ocupan los vértices de un cuadrado de lado  $x$ , de tal forma que la distancia entre calles y entre plantas de la misma calle, es la misma. Esta disposición permite una óptima exposición de las plantas a la luz solar, y unas buenas condiciones para la mecanización. El problema es que se necesitan bajas densidades de plantación, y cuando intentamos aumentar esta densidad, no se permite la mecanización del almendro por tener que usar marcos de plantación demasiado pequeños.

**Marco rectangular:** Las plantas ocupan los vértices de un rectángulo de base y lado  $x$ . Permite un mejor aprovechamiento del terreno, ya que al reducir la distancia entre plantas en las filas, se aumenta la densidad de plantación. Permite el paso de la maquinaria para las operaciones de cultivo, pero aumenta el sombreado entre plantas y reduce el laboreo a un solo sentido si la densidad es muy alta.

**Marco a tresbolillo:** Las plantas ocupan los vértices de un triángulo equilátero de lado  $x$ , y presenta más uniformidad. La separación entre plantas es mayor que en el marco real, pero para la misma separación en ambos marcos, se obtiene mayor densidad de plantación en el marco a tresbolillo. En su contra debemos decir que aunque las labores se pueden realizar en tres direcciones, la mecanización de las mismas es más dificultosa.

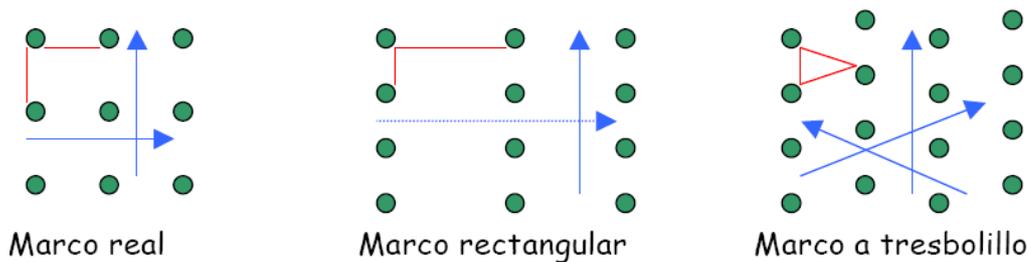


Figura 3: Esquema de los diferentes marcos de plantación

### 3.1. ***ELECCIÓN DEL MARCO DE PLANTACIÓN.***

Ante todo, para seleccionar el marco de plantación, debemos tener presente que nuestra plantación será con un sistema de recolección con paraguas.

Descartamos la posibilidad de marco a tresbolillo por no satisfacer la mecanización y no ser posible hacer las labores en tres sentidos, sino en uno sólo ya que los goteros podrían dañarse con el paso de la maquinaria

Descartaremos también el marco real porque a pesar de tener anchas calles para la mecanización, la densidad de plantación ha de ser muy baja y no nos conviene.

Por tanto, está claro que escogeremos el **MARCO RECTANGULAR**, dándole más anchura a las calles y disminuyendo la distancia entre plantas de la misma fila.

#### **4. DENSIDAD DE PLANTACIÓN.**

Los factores que nos van a determinar la densidad de plantación son los que se enumeran a continuación:

**Vigor de los árboles:** Determina su tamaño final. Esta influido por las características del patrón y de la variedad y por las condiciones del medio de cultivo.

**Sistema de formación:** Nos determina el marco de plantación, una formación en vaso precisa mas calle que una formación en palmeta.

**Sistema de recolección:** Para una recolección mecanizada se precisan calles con anchura suficiente par el paso y la maniobrabilidad de la maquinaria.

En España, y en el resto de países productores de almendras en general, existen muy pocas explotaciones de almendros en cultivo intensivo. Para poner en práctica con garantías de éxito este tipo de plantaciones es necesario que se cumplan al mismo tiempo y de manera eficiente, una serie de condicionantes, muy importantes.

Debido a que se trata de plantaciones relativamente jóvenes, con menos de 10 años de edad, todavía no existen estudios que pongan de manifiesto algunos de los datos más importantes y necesarios para evaluar la viabilidad a medio y largo plazo de este tipo de explotaciones, como pueden ser los condicionados por una elevada densidad de plantación que limite el desarrollo vegetativo de

los ejemplares y conlleve al envejecimiento prematuro de los mismos y a la reducción de su vida útil y productiva.

Una correcta orientación y una topografía llana que permita el fácil acceso de la maquinaria a la finca, son otros aspectos fundamentales que hay que tener en cuenta en el momento de diseñar una plantación de “alta densidad”.

En plantaciones de regadío bien conducidas, los árboles alcanzan un gran tamaño. El factor limitativo es la insolación y no la falta de agua como en el secano tradicional. Donde no llega la luz no se produce fruto y las ramas envejecen más rápidamente.

El vigor varietal, junto con la maquinaria de recogida de la almendra utilizada, determinan el marco de plantación. Actualmente, con variedades de elevado vigor (‘Constantí’ y ‘Vairo’, etc.), estos deben ser del orden de 7 x 7 m o 7 x 6 m (200-240 árboles/ha).

Con la utilización de variedades de vigor moderado y rápida entrada en producción, como ‘Guara’, ‘Lauranne’, ‘Marinada’ y ‘Tarraco’, se pueden utilizar marcos ligeramente inferiores, 6 x 6 o 6 x 5 m (277-333 árboles/ha).

#### **4.1. ELECCION DE LA DENSIDAD**

El problema que puede suponer la humedad se supera con el riego localizado y la fertirrigación: se humedece una pequeña cantidad de suelo y la planta extrae todos los nutrientes de esa pequeña fracción de suelo, por lo que quedará mucho espacio para aumentar la densidad de plantación.

Nuestras parcelas tienen una topografía llana y buena orientación para implantar el cultivo en alta densidad.

La nueva limitación será el sombreado y la mecanización, por lo que la densidad de plantación elegida será la máxima teniendo como límites ambos parámetros.

En este caso se va a plantar con un marco de 5 entre árboles y 5.5 de calle. Esto nos da una densidad de plantación de 363,63 árboles/Ha.

## 5. ORIENTACIÓN DE FILAS

La dirección de los vientos dominantes es un factor importante a la hora de fijar la orientación de filas. En este caso el viento dominante es del noreste

Otro condicionante podrá ser la densidad de plantación.

Se debe buscar una disposición de filas que sea la más larga para poder acortar el tiempo que empleará la máquina en dar los giros necesarios.

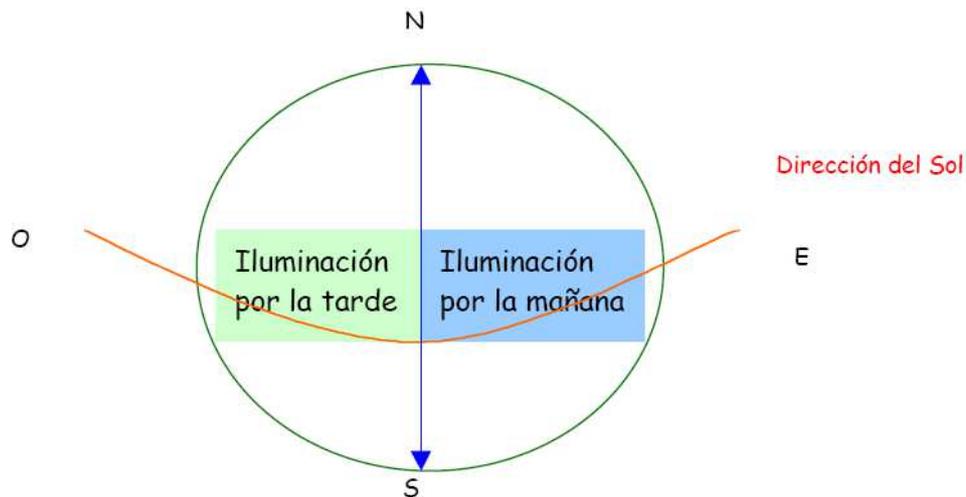


Figura 4: Orientación de las filas

### 5.1. ELECCIÓN DE LA ORIENTACIÓN

Elegimos la orientación noreste- sureste debido a la topografía de la parcela de manera que las filas sean lo más largas posibles. Para evitar que el viento pueda dañar ramas o derribar árboles cuando estos son jóvenes colocaremos el gotero en el lado estratégico para que los árboles desarrollen las raíces de manera que sean capaces de aguantar fuertes vientos.

## 6. OPERACIONES ANTERIORES A LA PLANTACIÓN.

Decidida la plantación de los almendros después de su estudio, se debe preparar el terreno para que las plantas dispongan de un adecuado sistema radicular y por tanto, los árboles tengan un desarrollo satisfactorio.

La iniciación de la preparación del terreno es muy variable, según el estado del terreno y su dedicación o cultivo precedente. Nuestras parcelas estuvieron

dedicadas a cultivos herbáceos, por lo que se realizará un desfonde o subsolado, porque las labores de los anteriores cultivos son más superficiales que los niveles en que se van a desarrollar las raíces del almendro.

El programa de preparación del terreno será el siguiente:

- **Nivelación:** Para terrenos irregulares y pendientes elevadas. Se aconseja para aquellos terrenos cuya pendiente sea superior al 20 %. Como nuestro terreno no supera el 2 – 3 % de pendiente, que se considerará solamente a la hora del diseño del riego, no será necesaria la nivelación.
- **Drenaje:** Un exceso de agua en el suelo daña considerablemente a las plantas por asfixia radicular, y en casos no tan graves puede producir plantas débiles, cloróticas y propensas a enfermedades de raíces. Los drenajes siempre son costosos, y pueden ser muy variados: zanjas de desagüe, drenes cerámicos cerrados, terraplenes, taludes y caballones. En nuestro caso no será necesario el drenaje por no existir acumulaciones de agua en ningún tramo de las parcelas.
- **Desfondes y subsolados:** Estas operaciones tienen las siguientes finalidades:
  - permitir y facilitar el desarrollo de las raíces.
  - hacer más permeable el terreno al agua y al aire.
  - limpiar la tierra de raíces, piedras, larvas de insectos...
  - provocar o activar la actividad microbiana.
  - movilizar las reservas fertilizantes.

El desfonde no se realizará, ya que esta labor se usa para mezclar las capas del suelo y subsuelo, realizable sólo en terrenos en que la capa arable del suelo y la profunda del subsuelo tengan la composición similar o cuando la estructura y composición de la tierra profunda pudiera corregir la capa superficial. Así, como nuestro subsuelo es petro cálcico y no puede mejorar la capa superficial, no se realizará el desfonde.

Sin embargo si no se hace la anterior labor, se debe hacer el **subsolado**, que no mezcla el suelo y subsuelo, pero sí lo complementa con una labor profunda que solamente afecta al suelo. Se debe realizar varios meses antes de la PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

plantación, preferentemente en verano, con profundidades mínimas de 60 centímetros hasta un metro.

Se darán dos pases de subsolador cruzados a una profundidad de 75 – 80 centímetros. El suelo debe estar bastante seco para que trabaje mejor, por lo que se realizará al final del verano.

Si esta labor descubriera piedras en la superficie, se procederá a retirarlas manualmente o con una pala hidráulica acoplada al tractor (se conducirán estas piedras a un vertedero o lugar autorizado). De esta forma la implantación y el desarrollo del almendro será más fácil.

**Pase de grada.** Se realiza con una grada de discos para desterronar el terreno.

**Rulado.** Se realizará un pase de rulo para dejar la superficie del terreno lisa y poder realizar el marqueo más fácilmente.

## 7. PLANTACIÓN

La última labor de rulado nos ha dejado la tierra superficial muy finamente dividida, preparado así el terreno para las operaciones propias de la plantación:

### 7.1. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

En principio se dispone de todo el periodo de reposo vegetativo del almendro para efectuar la plantación, pero el frío y la humedad del invierno son factores que limitan este periodo. En la práctica, las plantaciones se suelen realizar sobre todo a finales de invierno o principios de primavera. En nuestro caso se realizará a finales del mes de enero, siempre y cuando la climatología lo permita.

### 7.2. RAYADO Y MARQUEO

Se establecen testigos separados 5,5 metros (para cada línea de cultivo). Dentro de cada línea se dispondrán mojones cada 30 m para conseguir que las líneas de cultivo sean lo mas paralelas posibles.

La apertura de la zanja se realizará con un tractor de la propia explotación y con un subsolador de un solo brazo sobre las líneas de cultivo. Irá abriendo las

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

zanjas sobre los jalones que hemos colocado cada 30 metros marcando las alineaciones verticales.

### **7.3. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS PLANTAS.**

En el momento en que recibamos la mercancía, verificaremos que son las plantas seleccionadas: patrón y variedad con identificación, que se encuentran en buen estado físico y sanitario. Si no fuese así en algún caso, se devolverán las plantas defectuosas al vivero, que nos tendrá que reponer las mismas.

Las plantas serán colocadas en el terreno inmediatamente después de su recepción con lo que bastará con conservarlas a la sombra y en un lugar relativamente fresco.

Si los plantones no se van a colocar en el terreno en el momento, se deberán conservar en un lugar fresco y húmedo sin luz directa. En el momento previo a la plantación, dos peones especializados procederán a recortar las raíces dañadas o secas, así como las puntas de las demás, con el fin de promover la emisión de otras raíces nuevas.

### **7.4. PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA**

La plantación se realiza con una maquina que consta de un sistema hidráulico al que va unido un disco preparador. La maquina lleva un dispositivo el cual indica la distancia a la que se tienen que plantar de tal manera que todos los árboles queden a la misma distancia.

La planta se colocará de forma que el nudo de injerto quede a unos 2 cm por encima de la superficie del terreno. La raíz se cubrirá con tierra más bien fina y se presionará esta tierra para asegurar un contacto máximo con la raíz e impedir la formación de bolsas de aire.

Una vez finalizada toda la plantación sería recomendable dar un riego de establecimiento para asegurar el perfecto enraizado y posterior brotación de

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

todas las plantas. No obstante, debemos estimar unas pérdidas de un 2 % por muerte de las plantas, las cuales serán repuestas en verano.

### **7.5. COLOCACIÓN DE LOS PLÁSTICOS PROTECTORES.**

Los plásticos protectores son uno tubos de polietileno blancos que se colocan el tronco del árbol para evitar deshidratación, crecimiento de yemas erráticas y no útiles, para proteger en las aplicaciones de herbicidas. También protege frente a impactos y roces mecánicos.

### **7.6. COLOCACIÓN DE LOS TUTORES**

La colocación de los tutores se realizara inmediatamente después de la plantación. Con una barrenadora se realizaran los huecos donde se instalaran los tutores.

Estos tutores serán de madera de eucalipto de un metro y medio de altura y un grosor de 6 x 3 cm.

### **7.7. ATADO DE LOS ÁRBOLES**

El atado de los árboles a los tutores se realizara mediante una goma de tal manera que se realizaran dos nudos a la goma y se colocaran de dos a cuatro grapas uniendo el tutor a la goma para asegurar.

## **8. SISTEMA DE RIEGO**

Tradicionalmente el almendro es un cultivo de secano pero en regadío se triplican las producciones.

Describimos a continuación los principales sistemas de riego que podemos aplicar, entre los que elegiremos uno:

### **RIEGO POR SUPERFICIE**

Es el método de riego más antiguo, y todavía usado de forma generalizada en muchos países. El riego se puede aplicar de diferentes maneras: por surco, por alcorques, a manta, por sumersión y en cualquier caso exige bastante práctica y una cuidadosa nivelación para que el riego resulte homogéneo.

## **RIEGO POR ASPERSION**

Existen numerosos sistemas de riego por aspersion; todos tienen por objeto homogeneizar el reparto de agua en el suelo ya que la difusión es circular.

Tiene la ventaja, en comparación con los de superficie, de que evita una inundación y encharcamiento del suelo que resulta perjudicial. La aspersion debe tener un gasto horario adaptado a la textura y dar gotas tan finas que no apelmacen el suelo en su zona superficial; este inconveniente desaparece evidentemente en caso de tener una cubierta vegetal.

## **RIEGO POR GOTEO**

El objetivo de este sistema es poner a disposición del árbol el agua necesaria para su consumo limitando al máximo las pérdidas por evaporación (Grasselly, 1984).

Todos los riegos deberán ser moderados, pues el exceso de humedad les perjudica mucho por la asfixia de las raíces en los suelos arcillosos que se encharcan y de otra parte por favorecer el desarrollo de la posible podredumbre radical (López, 1972).

Se debe utilizar el sistema de riego más adecuado a los recursos económicos y tipo de suelo; cuidar especialmente los riegos durante los dos primeros años de la plantación; evitar encharcamientos ya que las raíces son sensibles a la asfixia por exceso de humedad; entre el mes de abril y el momento de la cosecha (que depende de la variedad) (Queralt, 1987).

### **8.1. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO**

Elegimos el sistema de **RIEGO LOCALIZADO POR GOTEO** principalmente por el gran ahorro de agua que supone pero también se tiene en cuenta la

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

buena adaptación a este sistema de riego en el almendro. Otros factores tomados en cuenta han sido:

- Reducción muy significativa en mano de obra. No sólo en la vigilancia del riego sino, y sobre todo, por la menor incidencia de las malas hierbas en el cultivo.
- Economía importante en productos fitosanitarios y abonos.
- Reducción en el lavado del suelo por acumulación de sales.

## 9. SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO

El mantenimiento del suelo comprende el control de malas hierbas, mantener una estructura del suelo que logre un desarrollo satisfactorio del almendro, que facilite la aireación, disminuir la erosión y mejorar la fertilidad del suelo.

Las técnicas más corrientemente usadas para el mantenimiento del suelo son:

- Técnicas que mantienen el suelo sin vegetación:
  - Laboreo del suelo
  - Empleo de herbicidas
- Cubiertas vegetales.
- Sistemas mixtos.

### LABOREO DEL SUELO

Es la práctica de más antigua utilización y experiencia en el cultivo del almendro. Consiste en el pase habitual de aperos como grada o cultivador a toda la superficie del suelo. Permite la aireación de la tierra removida y la regularización de la temperatura. Permite además la fácil penetración de las raíces del almendro en el terreno y la eliminación de las malas hierbas.

Contrariamente pueden tener efectos desfavorables como la formación de “suela de labor” por el paso de tractores, difusión de parásitos, mutilación de raíces, heridas en tronco y brazos de las cepas, favorecer el riesgo de corrimiento si se efectúan en el periodo de floración y por último un incremento

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

de la erosión en suelos en pendientes (donde se realizará el laboreo siguiendo las curvas de nivel).

### **EMPLEO DE HERBICIDAS**

Mantiene el suelo sin vegetación mediante la aplicación de herbicidas en toda la superficie de la plantación. Presenta grandes problemas de fitotoxicidad y produce una evolución de la flora adventicia hacia especies más resistentes y de más difícil destrucción. Es compatible con el sistema de riego elegido. La aplicación de este sistema exige un gran conocimiento de los herbicidas que tolera la especie implantada.

### **CUBIERTAS VEGETALES**

Las cubiertas vegetales son una buena opción porque:

- Protegen al suelo de la erosión.
- Cuando se incorporan, aportan materia orgánica.
- Aumentan la presencia de organismos beneficiosos que ayudan a combatir las plagas de forma natural (insectos auxiliares, reptiles, aves, etc.).
- Mejoran las condiciones físicas del suelo, incluso aumentan la disponibilidad de agua.

Pueden ser tanto de hierbas espontáneas como cultivadas, para lo cual elegiremos especies rústicas que soporten las condiciones de cada situación. La utilización de leguminosas en la cubierta, solas o mezcladas con cereal hace que se aporte nitrógeno de forma natural al suelo y se descomponen con rapidez. La incorporación se hará antes de que entre en competición con el cultivo cuando empiece la escasez de agua y altas temperaturas. Lo podemos hacer introduciendo ganado con lo que se aportará estiércol durante la estancia de los animales en la finca o mediante aperos como rastra, gradilla de discos o desbrozadota.

### **SISTEMAS MIXTOS**

Combinan diferentes sistemas. Una técnica usada habitualmente es labrar las PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

calles y usar herbicidas en las líneas de cultivo. También se usa el llamado “no laboreo”, que consiste en no usar ningún tipo de acción mecánica en las calles, pero sí usar herbicidas en las líneas de almendros.

Tiene grandes ventajas pero también inconvenientes importantes como un mayor riesgo de formación de focos primarios y contaminación de enfermedades criptogámicas, aumento del riesgo de heladas y la imposibilidad de la aplicación localizada o simple enterramiento de los abonos.

El empleo del “mulching” inerte se descarta ya que sólo es útil su uso en los primeros años de cultivo (dos o tres años). Además durante su utilización se debe usar cualquier otro sistema en el resto de las calles de la plantación.

## **9.1. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO**

El sistema elegido es por herbicidas.

Los tratamientos se realizarán alrededor de tres veces al año dependiendo de la climatología y según la aparición de las malas hierbas, siempre intentando no dejar crecer demasiado las plantas para así conseguir una mayor eficiencia con el herbicida. Utilizaremos tratamientos en post emergencia alternando las pocas materias activas autorizadas para almendro. Además se realizarán un o dos pases con la picadora para triturar las malas hierbas.

Los tratamientos se realizarán siempre en días en los que el viento no supere los 5 Km. /hora de velocidad para así evitar daños en las hojas que suponen una disminución de la capacidad fotosintética y por lo tanto de la producción.

### **9.1.1. Maquinaria**

Para la realización de los tratamientos se dispondrá de un tractor de 50 CV y una cuba de 2000 l. Al tractor se le colocará una barra para aplicar el herbicida. Este tratamiento a la calle solo se realizará dos veces al año, en primavera y invierno, controlando el resto del año las malas hierbas con una picadora.



Figura 5: Picadora

## 10. RECOLECCIÓN

Las almendras cuando maduran son dehiscentes, es decir, la pelaza se abre y se separa de la cáscara. Durante los días en que permanece abierta, es el período más adecuado para realizar la recolección. La recogida de frutos se puede realizar por tres tipos de recolección:

### 10.1. MANUAL

El sistema es recomendable en varios casos:

- Cuando cosechas almendras molles, porque conviene recogerlas antes de que la piel se abra por completo;
- Cuando la recolección se efectúa en verde porque se destinan las almendras a la elaboración de confituras. En este caso deben recolectarse con cuidado para no romper las ramitas del árbol.
- Cuando el árbol es joven para evitar heridas.

La cosecha se efectúa golpeando ligeramente los árboles con varas de madera, cuyo extremo está recubierto de goma o caucho para evitar heridas a las ramas. En el suelo se disponen unas lonas donde la almendra cae y de ahí es recogida.

### 10.2. MECANIZADA

### **10.2.1. Paraguas vibrador**

La recolección de la almendra se ha ido mecanizando a lo largo del tiempo. Se ha pasado de la recolección y pelado totalmente manual, vareando las ramas del frutal, a simplemente, mediante una vibración, tener la almendra incluso pelada en cuestión de segundos.

La tecnología utilizada en la recolección mecanizada también ha ido mejorando a lo largo del tiempo. A día de hoy, con la aparición de las variedades de floración tardía y autocompatibles, se expandió el uso de este tipo de mecanización, consistente en una plataforma móvil provista principalmente de una pinza, la cual hay que dirigir hacia el tronco del árbol que quedará atrapado por la misma.

Los extremos de la pinza van protegidos con caucho para ocasionarle el menor daño posible al frutal en el momento de la vibración.

Una vez que el almendro está aprisionado se procede a la apertura del paraguas o también llamado abanico. Este paraguas está dividido en dos mitades que han de unirse hasta formar un paraguas completo invertido. En el centro de éste se encontrará el frutal.

Cuando el paraguas está totalmente desplegado, comienza la vibración que se transmite desde la pinza hasta el tronco del árbol y de esta forma, se fuerza la caída de la almendra siendo recogida en el fondo del paraguas para su inmediato pelado y almacenaje en la tolva.

En primer lugar, la cosecha se dirige hacia la peladora mediante un tornillo sin fin ascendente. La peladora consigue separar el conjunto exocarpio-mesocarpio del endocarpio y la semilla para poderlo transportar directamente a la planta de procesado. La potencia de la misma deberá ser ajustada a la variedad que se vaya a recolectar.

El funcionamiento de la vibradora es prácticamente inmediato por lo que se puede observar una alfombra de envolturas verdáceas alrededor del almendro cosechado en el momento que se está maniobrando hacia el siguiente frutal.

Seguidamente, tal y como se va pelando o despellejando la almendra, pasa a la tolva.

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

En el interior de la tolva, la cual ha de estar cubierta, se encuentra el tornillo sin fin ascendente que procede de la peladora del cual se hablaba anteriormente y otro que está destinado a la evacuación del contenido del depósito.

La descarga de la tolva puede hacerse directamente en la zona destinada a la extensión y secado de la cosecha si nos encontramos recolectando cerca de la misma, o lo más habitual, sería hacerla en el remolque de un tractor auxiliar que se encuentra en campo, el cual estaría destinado al transporte de la cosecha hasta el almacén mientras que la máquina vibradora seguiría trabajando.

### **10.2.2. Cosechadora**

La cosechadora para almendras es un invento relativamente reciente. Solo se necesita un operario para la recogida de las almendras. Esta máquina es autopropulsada. El acoplamiento al árbol, vibración, recogida y pelado de las almendras se realiza de una forma continua sin tener que parar la máquina con lo que se consigue una recolección rápida y eficaz. El tiempo de vibración puede ser controlada según el estado de maduración de la almendra.

El fruto se desprende del árbol y cae por unas bandejas inclinadas por las cuales se desliza hasta las bandas de transporte que son las encargadas de llevar el fruto a la peladora. Esta es la encargada de separar tanto hojas como la corteza de la almendra. Al final de la fila será cuando se descarguen las tolvas en un remolque para llevar el fruto al almacén. La recolección se estima en una media de 5 o 6 árboles por minuto consiguiendo así un alto rendimiento. El marco de plantación se caracteriza por una distancia entre filas de 5,5 metros.

La altura libre del tronco tiene que ser como mínimo 90 centímetros. Cuando la distancia entre árboles es menor de 5 metros es necesaria una máxima alineación.

## **10.3. ELECCION DE LA FORMA DE RECOLECCIÓN**

La forma de recolección elegida es con paraguas vibrador.

La cosechadora aunque la forma más rápida y que permite una gran densidad de plantación la hemos descartado debido a su gran coste de adquisición.

Debido a nuestro marco de plantación no es muy amplio para este tipo de recogida deberemos tener especial cuidado al elegir la maquinaria de recolección.

El vibrador será de tenaza, con un sistema de simple rotación. Es un sistema de vibración orbital con un solo sentido de giro. Este tipo de vibrador tiene como particularidad importante que permite efectuar la vibración de los árboles sin necesidad de esperar a la paralización de la savia e incluso sin cortar el riego por goteo.

El paraguas será de lona alta para facilitar el deslizamiento de la almendra.



Figura 6: Tractor con paraguas

La tolva de recepción tiene una peladora con un sistema doble izquierda y derecha

El equipo también consta de una Sistema de elevación para la descarga a remolque y un sistema de descarga de la tolva mediante una trampilla hidráulica

## **10.4. ELECCION DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN**

El proceso de maduración final lleva consigo una serie de cambios en el interior del fruto que consisten en la acumulación de aceites y glucósidos y en la pérdida de agua. Estos cambios internos tienen su manifestación exterior mediante otros procesos, que nos dan aviso del comienzo de la recolección. Estos son dehiscencia y abscisión del fruto.

La dehiscencia es la apertura de la corteza del fruto y la abscisión es el proceso de separación del fruto del árbol.

Observando estos dos fenómenos decidiremos cada año la fecha de recolección estableciendo un buen equilibrio entre una buena maduración y evitar pérdidas por caída de fruto maduro. Se realizarán pruebas de vibrado, para asegurar la fecha, de manera que el momento óptimo de recolección es aquel en el que solo quedan en el árbol entre un 1 y un 5% de los frutos sin caer (Connel et al., 1996)

## **11. CONCLUSIÓN**

Se va a implantar el cultivo de almendro en riego por goteo de la variedad Soleta sobre el patrón INRA-GF-617 en un marco rectangular con una distancia de cinco metros entre árboles y cinco y medio entre filas. Este marco implica una densidad de plantación muy alta de 363,63 árboles por hectárea. La orientación de las filas será noreste-sureste.

Se realiza una preparación del terreno antes de la plantación que se realizara con una plantadora. Los árboles se atan a los tutores para evitar daños por el viento.

El control de malas hierbas se llevara a cabo por un método mixto de herbicidas y picadora.

La recolección se realizara de forma mecanizada por medio de un paraguas vibrador. La época de esta recolección se establecerá después de realizar unas pruebas de vibrado, y será óptima cuando solo queden en el árbol entre un 1 y un 5% de los frutos.

**ANEJO V**  
**PODA Y PROTECCIÓN**  
**FITOSANITARIA**

## 1. SISTEMA DE FORMACIÓN Y PODA

La poda del almendro tradicional puede ser anual o bianual, según sea el desarrollo del árbol y después de podado debe quedar más bien con un ramaje claro que espeso y de copa cerrada o formando un vaso de diámetro reducido, teniendo en cuenta que un exceso de frondosidad será en detrimento de la producción de fruto (Juscáfresa, 1978). Así pues la forma más rápida de conseguir en un plazo breve de años el máximo número de hojas y ramas no es podar, aun así en este caso se decide podar por las siguientes razones.

- Evitar vecería: Regularizar la producción y obtener almendra de buena calidad todas las campañas.
- Buena formación: La buena conformación del árbol permite facilitar las labores de cultivo. También se reducen los gastos de recolección al distribuirse mejor la fruta ya que esta no se encuentra en las partes superiores de las ramas.
- Equilibrio: Ya sea entre las ramas de fruto y las de madera, así como entre la raíz y la parte aérea. También a través de la poda se eliminan del árbol ramas improductivas, enfermas o secas.
- Resistencia:
  - Mecánica de las ramas.
  - Dificulta la propagación de enfermedades y parásitos ya que la poda facilita la aireación del interior de la copa.

### 1.1. **SISTEMAS DE FORMACIÓN**

Existe una gran diversidad de sistemas de formación aplicados a las diversas especies y variedades de frutales.

Los sistemas de formación más representativos de la fruticultura de hueso, quedan englobados dentro de tres grandes grupos:

- Espaldera
- Vaso

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTÁREAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

- Túnel

En almendro el sistema más utilizado es el vaso, existiendo diferentes tipos:

### Vaso con secundarias

Este sistema de formación es el más utilizado aunque actualmente, esta perdiendo espacio frente a otros sistemas en vaso, mejor adaptados a las actuales necesidades de cultivo.

Para esta formación es necesario hacer el despunte de los plantones para fijar la altura de la cruz. Una vez que las brotaciones emergen y alcanzan cierto grado de lignificación, se comienzan guiar los futuros brazos.

Por norma general, se guían entre tres y cuatro ramos (futuros brazos), distribuyéndolos de forma equidistante entre sí. Tradicionalmente, los futuros brazos se han abierto con despuntes, por encima de ramos que abrían hacia fuera, pero, siempre que se pueda, es mejor opción ir abriendo las guías con tutores o tensores, especialmente en variedades vigorosas.

Una vez que se hayan conducido adecuadamente los brazos, se comienzan a formar las secundarias, cuya función es cubrir el holgado espacio existente entre brazos, cubriendo el hueco opuesto que no cubre la secundaria del otro brazo. Las secundarias tienden a conducirse en posición más horizontal que los brazos y pueden formarse en pisos; es decir, si de un brazo la secundaria más baja sale hacia la derecha, la secundaria más alta suele salir hacia la izquierda.

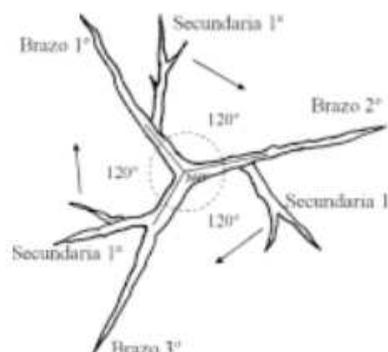


Figura 1: Esquema en planta de la disposición de brazos y secundarias primarias, con la dirección a cubrir de estas últimas

## **Vaso multibrazo**

Se presenta como una alternativa al vaso con secundarias, pero con la carencia de ramas secundarias que son sustituidas por un mayor número de brazos de menores proporciones.

El inicio de la formación de un vaso multibrazo es idéntico al vaso con secundarias. La diferencia comienza tras la elección de los tres o cuatro brazos iniciales que parten de la cruz, sobre los que se van formar los siguientes brazos portadores de ramos de fruta, hasta llegar a un número total de brazos que puede estar comprendido entre 6 y 10, incluso puede superarse, en algunos casos, la decena de brazos. Éstos deben partir de la zona más baja posible, para aprovechar mejor el espacio.

La conducción de los brazos es idéntica a lo comentado en el vaso con secundarias.

En el vaso multibrazo, los brazos van a ser portadores, únicamente, de ramos productores de fruta, por lo que deben de ser renovados de madera en las podas de producción, eliminando la madera no productora de fruta.

Los cortes no deben de ser apurados, dejando tocones que permitan el desarrollo de las yemas que renovarán el brazo.

## **Vaso multibrazo tendido**

El vaso multibrazo tendido soluciona el problema de iluminación existente en los vasos anteriores y, a la vez, aprovecha mejor el espacio dentro del mismo marco de plantación, con un crecimiento más rápido.

Este sistema se fundamenta en los mismos principios que en el caso del vaso multibrazo, con la diferencia de que los brazos tienden a la horizontalidad, conforme se van desarrollando.

Cuando los brazos iniciales están suficientemente lignificados y superan aproximadamente el metro de longitud, se amarran, en forma de paraguas invertido, con tensores. Estos tensores se sujetan al suelo con estacas o alambres guía, a ambos lados de la fila de cultivo. Posteriormente se hará lo mismo con los brazos que se obtengan de los brazos iniciales.

Los brazos más lignificados quedan prácticamente horizontales hasta el punto de amarre del tensor y, a partir de ahí, el brazo inicia un crecimiento en vertical muy vigoroso, adoptando, de esta forma, una estructura cilíndrica frente a la forma de cono invertido de los anteriores vasos.

## **1.2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE PODA**

La selección del sistema de poda se va a realizar teniendo presente:

- El marco de plantación.
- La variedad elegida.
- La disponibilidad de agua.
- La aportación de nutrientes y fitosanitarios.
- El tipo de recolección.

Se trata pues de equilibrar la fructificación y el crecimiento para alcanzar la máxima producción en la plantación, y evitar la vecería.

Así pues se realizarán las siguientes labores de poda:

### **1.2.1. Poda de formación**

En esta variedad es muy importante la poda de formación ya que de ésta va a depender la viabilidad económica de la plantación y la vida del árbol.

#### **1º AÑO**

**Poda del árbol recién plantado:** Al hacer la plantación se cortarán todas las ramillas laterales y se despuntará a 90-100 cm. de altura.

**Poda en verde:** Durante la primavera (Abril) se llevará a cabo una intervención que será muy suave, tratando de ir guiando al árbol con pinzamientos de ramas por encima de las dos hojas basales, eliminar chupones interiores, destacar las guías principales y, en su caso, cuando hayan crecido más de 40 cm despuntarlas.

Esta operación de poda en verde es muy importante realizarla a principios de primavera y sobre todo en árboles jóvenes y en plantaciones de regadío ya que

en estos casos, es cuando los ejemplares presentan crecimientos más acusados.

**Poda de Invierno:** En invierno nos limitaremos a seguir destacando las guías principales, despuntarlas si han crecido después de haberle producido el despunte de verano, e ir creando la estructura de tronco capaz de soportar la carga futura. La altura alcanzada al final de este año será entre 1´20-1´30 m

## 2º AÑO

Es importante saber que Soleta es capaz de producir en el 2º año cantidades importantes de almendras. Tendremos que buscar un equilibrio entre producción y formación.

**Poda en verde:** Durante el mes de Mayo la poda debe limitarse a eliminar ramos interiores que se sombreen, o bien que se encuentren en zonas donde dificulten las labores etc.

Se trata de eliminar la vegetación que en definitiva se va a eliminar en invierno. Deben seguir destacándose las guías principales; en el caso que adquieran crecimientos que sobrepasen los 50cm. tendremos que despuntarlas, el resto las pinzaremos por encima de las dos hojas basales.

**Poda de invierno:** Se continuará destacando las tres guías principales, despuntándolas siempre que hayan crecido demasiado y no hayan sacado durante el verano ramificaciones laterales. Esta operación es importante para que el peso de la futura cosecha no nos doble las ramas que, en definitiva, son las timoneras del árbol.

Se deben eliminar ramas mal situadas y aquellas interiores que nos dificulten la entrada de la luz. La producción de soleta obtiene en ramilletes de mayo y botones florales que necesitan luz para su formación y desarrollo. La altura al final del 2º año estará entre 1,30-1.50 m de altura.

## 3º AÑO

Durante este año, si en los dos años anteriores la poda se ha realizado en condiciones, se considerará que la formación ya está concluida. Por lo tanto, es importante ir preparando el árbol para la vida productiva eliminando defectos

que impidan el proceso productivo, como ramas mal situadas, y rebajando aquellas con excesivo crecimiento.

Debemos pensar que en la variedad Soleta se pretende tener aproximadamente 10 ramas que produzcan cada una de ellas 1,5 Kg. con una producción final de 15 Kg. / árbol. También se podría haber llegado a esta producción final dejando 7 ramas con 2 Kg. de producción cada una, pero esto lleva a un mayor peso de cada rama, que como se ha dicho anteriormente se traducirá en un desplome de ellas hacia el suelo, que es el principal problema que tiene la poda de esta variedad

**Poda en verde:** El proceso es similar a los años anteriores, aunque menos severa, limitándose a pinzamientos de ramas laterales cuando su longitud sobrepase los 40 cm, e interiores, pero siempre despuntando éstas sobre dos o tres hojas de la base. Con este procedimiento estamos forzando la aparición de botones florales y ramilletes de mayo para la futura producción.

**Poda de invierno:** Debe reducirse a seguir manteniendo las tres guías principales, las secundarias que sean necesarias, y a formar el esqueleto del árbol, así como prepararlo para que pueda soportar toda la producción sin que peligre su estructura. Al finalizar el año, la altura será entre 1.7-2 m de altura aproximadamente con abundante ramaje lateral entre 30-40 cm.

### 1.2.2. Poda de producción

A partir del cuarto año se efectúan podas para eliminar las ramas sobrantes y dejar las productoras de frutos. Para practicar esta poda, cada invierno se realizará lo siguiente:

- Se suprimen los chupones del centro del árbol.
- Se despejan las prolongaciones para asegurar una buena iluminación del centro del árbol.
- Solo se suprime la quinta parte de las ramas fructíferas para asegurar la renovación de las restantes. Para ello solo se cortarán las ramas pequeñas que tengan de 1.5 a 3 cm de diámetro. Se deberá realizar bien el corte.

- Se eliminará la madera muerta, y los ramos parasitados con monilia o Fusicocum
- Se seguirá practicando la poda de formación para mantener la forma general del árbol
- Se intentará mantener el mayor número posible de ramilletes de mayo y ramos mixtos por ser los más fructíferos.

### **1.2.3. Poda de Renovación**

Esta poda se practica sobre árboles muy viejos o sobre árboles que presentan fructificación centrífuga.

En el primer caso, son árboles con muchas ramas muertas y fuerte desguarnecimiento en las bases de éstas. Al llegar a este estado, la producción disminuye, por lo que se procede a la poda de rejuvenecimiento que consiste en la supresión con sierra de las ramas madres para provocar la aparición de nuevos brotes vigorosos. Pero este rejuvenecimiento sólo es pasajero y desde el punto de vista económico resulta más rentable invertir en una nueva plantación.

Los árboles en fructificación centrífuga, los frutos aparecen cada vez más alejados del centro. De ello, resulta que las ramas fructíferas son cada vez más numerosas y más débiles. Normalmente, con la poda de producción anual se soluciona este problema, aunque hay variedades más propensas a ello, con estas variedades hay que recurrir a la poda de reforma. Se cortan los ramos principales o secundarios según el árbol y al tercer o cuarto año se reanuda la fructificación normal (Queralt, 1987)

### **1.2.4. Operaciones complementarias a la poda**

El objetivo que se persigue con estas operaciones complementarias es, fundamentalmente, la reducción de costos y un mayor rendimiento productivo.

Son varias las operaciones que merecen destacarse en este apartado. Las más relevantes son:

- la prepoda mecánica.
- la utilización de reguladores del crecimiento.
- la gestión de restos de poda.

#### **1.2.4.1. Prepoda mecánica**

Los equipos de prepoda mecánica, con cuchillas de corte accionadas hidráulicamente, se adaptan a tractores fruteros de elevada potencia. La presencia de estos equipos ha aumentado significativamente en los últimos años.

En nuestro caso valoraremos esta posibilidad pero esta condicionada a la disponibilidad de la maquinaria para alquiler en la zona.

#### **1.2.4.2. Tratamientos reguladores del crecimiento**

La aplicación de reguladores del crecimiento pretende influir en el desarrollo vegetativo de las plantaciones, para obtener unos mayores rendimientos productivos y facilitar las labores de poda.

La influencia que tienen las aplicaciones de los reguladores del crecimiento sobre las labores de poda, se aprecia en:

- Búsqueda del equilibrio entre el desarrollo vegetativo y la fructificación.
- Distribución, de forma equilibrada, de las brotaciones en toda la estructura del árbol.
- Reducción de la poda de verano de forma significativa.
- El coste total de todas las operaciones de poda, que puede llegar a reducirse hasta la mitad con respecto a la poda manual sin tratamientos fitoreguladores ni prepoda mecánica.

Se realizara un tratamiento anual a mediados de marzo con Pacobutrazol.

#### **1.2.4.3. Gestión de los restos de poda**

Los restos de poda se pueden considerar desde dos puntos de vista: como un residuo, si no se gestionan adecuadamente para su reutilización, o como un subproducto que, gestionado de forma eficaz, puede convertirse en enmienda orgánica o incluso en fuente de energía, trasformando su biomasa.

La gestión adecuada de los restos de poda, no sólo puede resultar económicamente rentable, sino lo que es más importante, contribuye a la conservación del medio ambiente.

Una vez concluida la poda en las plantaciones de frutales, debe procederse a la retirada o triturado de los restos de poda en el menor tiempo posible, ya que puede generar un caldo de cultivo favorable para el desarrollo de plagas o, simplemente, impedir el tránsito de maquinaria y trabajadores en las parcelas.

A la hora de eliminar o gestionar los restos de poda existen varias opciones:

- La quema, tradicionalmente la más utilizada. Pierde espacio frente a otras alternativas más interesantes, ya que esta opción provoca emisiones de monóxido de carbono a la atmósfera, pérdida de materia orgánica dentro de los sistemas agrarios y riesgos de incendio.
- Con la trituración, los restos de poda se gestionan como subproductos, al devolverlos al suelo como materia orgánica. Estos restos no son caldo de cultivo para plagas y/o enfermedades. Además, el mantillo de los restos de poda es eficaz frente a la erosión por frenar las escorrentías y facilitar la infiltración. La trituración es una operación con un bajo coste.
- El compostaje es una alternativa poco desarrollada. El objetivo es la obtención de un producto estable y con propiedades agronómicas beneficiosas.
- La transformación energética de biomasa, a partir de los restos de poda. Se trata de una fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles que contribuye, de forma favorable, en el medio ambiente.

La trituración será el método elegido para gestionar los restos de poda ya que es el más económico y ecológico.

## 2. PROTECCIÓN FITOSANITARIA

Estudiaremos las plagas y enfermedades que afectan al almendro en la zona donde se implantará este proyecto. No se describirán todas las plagas y enfermedades conocidas del almendro, sino aquéllas que nos interesan en nuestro cultivo.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

## **2.1. ENFERMEDADES**

Teniendo en cuenta el origen árido del almendro, se entiende que este árbol sea especialmente sensible a los hongos que crecen en ambientes muy húmedos. Es también cierto que las condiciones que favorecen un rápido desarrollo del árbol: riego abundante, suelo fértil, y abonos, también representan una buena fuente de crecimiento para los hongos.

Los principales hongos que atacan al almendro son:

Moniliosis (*Monilia laxa*, *Esclerotinia laxa*).

Cribado (*Clasterosporium carpophilum*, *Coryneum beyerinckii*)

Royal (*Puccinia*)

Abolladura (*Taphrina deformans*)

Moteado (*Fusicladium carpophilum*)

Manchas rojas (*Polystigma acchraceum*)

Chancro (*Fusicocum amygdali*)

Antracnosis (*Gloesporium amygdalinum*)

Podredumbre del cuello y raíces.

Verticilosis

### **2.1.1. Enfermedades de la parte aérea**

#### **MONILIOSIS.**

Es una enfermedad producida por hongos del grupo de los Ascomycetes, que se caracterizan por tener micelio unicelular tabicado con dos tipos de reproducción: la sexual y la asexual. La primera se efectúa en esporangios tubulosos llamados ascos, que contienen esporas de origen sexual; otro tipo colateral de reproducción sexual origina los conidios encargados de producir las esporas.

En base al tipo de reproducción recibe el nombre de *Monilia laxa* en forma de asco, y de *Sclerotinia laxa* en la conídica. Esta enfermedad también se conoce por "podredumbre de los frutos" y es la responsable de los daños que se

presentan en primavera sobre las flores, frutos y posteriormente sobre las ramas del almendro.

Durante el invierno, las esporas invernan bajo los chancros de los ramos, los pedúnculos de los frutos del año anterior y las escamas de la yemas. Si la primavera es húmeda, las esporas son transportadas por el viento y las lluvias llegan a los estigmas de las flores, germinan y penetran en los pistilos, provocando su marchites; por el pedúnculo de la flor pasan a los ramos fructíferos y al principal, produciéndose también desecación.

En general, la sensibilidad de este parásito depende de las condiciones climáticas del año (elevada humedad y temperaturas suaves) así como del tipo de variedad.

Para los tratamientos, es importante proteger bien las plantaciones desde los primeros síntomas, por este motivo es conveniente ponerlos en práctica durante el invierno, período en que los conjuntos de esporas se encuentran en las ramas y todavía no se han expandido. Normalmente los más indicados son los compuestos cúpricos que se presentan con distintos nombres comerciales.



Figura 2: árbol afectado por Moniliosis

## CRIBADO

Enfermedad producida por hongos del mismo grupo anterior: Ascomicetos. La fase más frecuente de este hongo es como conidio y se le da el nombre de *Clasterosperium carpophylum*; es forma de ascos se le denomina *Coryneum*

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

beyerenckii. También conocido como "perdigonada", esta enfermedad ataca a las hojas, ramas y frutos.

En las hojas del almendro se manifiesta por pequeñas puntuaciones redondas y de color rojo vinoso que se extienden rápidamente y acaban perforando la hoja con pequeños agujeros circulares. Es entonces cuando la hoja adquiere el aspecto de criba que da nombre a esta enfermedad. Este hongo también produce punteaduras y lesiones sobre ramos (chancros en la yemas) y frutos pudiendo llegar a destruirlos.

En invierno, el micelio de este hongo se conserva en las escamas de las yemas contaminadas o en los chancros, pero si esta estación es benigna puede llegar a desarrollarse.

En primavera o en los inviernos suaves, el micelio prospera produciendo gran cantidad de conidios (esporas) que nuevamente parasitarán a los nuevos órganos del árbol.

Los árboles débiles, enfermos o atacados por otros parásitos son los más propensos a sufrir esta enfermedad. Para su curación es muy importante que en otoño se apliquen productos cúpricos y que se destruyan las partes enfermas.



Figura 3: Hoja afectada por cribado

## ROYA

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

Enfermedad muy frecuente en el género *Prunus* producida por hongos del grupo basidiomiceto que se caracterizan por tener micelio tabicado, uninucleados y los basidios, órganos que contienen esporas de origen sexual, como los ascos de los ascomycetes, pero cuya forma es diferente: masuda y uni o pluricelular según el tipo de hongo.

La roya ataca a las hojas, ramas y frutos del almendro. El hongo causante de esta enfermedad es el *Puccinia*, perteneciente a una familia de hongos que presenta un ciclo biológico complejo, precisando para su desarrollo la presencia de dos plantas huéspedes.



Figura 4: Hoja afectada por roya

El proceso normal del desarrollo se verifica del siguiente modo: En invierno las teleutosporas resisten bien los fríos y permanecen en el suelo en los rizomas de algunas anémonas u otras plantas, hasta la primavera en que germinan; entonces producen basidios que originan basidiosporas. En esta misma primavera, las basidiosporas infectan las hojas de la misma anémona o de otra planta intermedia del sitio y en ellas producen un micelio que a su vez origina esporas asexuales llamadas ecidiosporas, estas infectan las hojas del almendro.

Al verano siguiente aparecen en el haz de las hojas del almendro numerosas manchas pequeñas de color amarillento que corresponden a las uredosporas, esporas de origen sexual provenientes de la germinación de una ecidiospora.

Estas uredosporas por sucesivas generaciones propagan la enfermedad sobre los árboles. A finales de verano, las manchas sobre las hojas se vuelven más oscuras y pulverulentas, correspondiendo a un nuevo tipo de fructificación las teleustosporas, que son bicelulares y de origen sexual; estas caen al suelo y se inicia otra vez el ciclo.

Para prevenir esta enfermedad es conveniente eliminar las malas hierbas de las plantaciones ya que son unas de las plantas huéspedes necesarias para completar el ciclo de este parásito. Para su tratamiento, se aplicarán compuestos cúpricos o azufre.

### **MANCHA OCRE**

Alteración originada por el hongo ascomicete, *Polystigma ochraceum*. No tan extendida como las anteriores, aunque es frecuente en zonas secas con temperaturas elevadas.

Este hongo parásita las hojas del almendro y se manifiesta en verano con unas manchas amarillentas al principio y luego pardo rojizas, a veces, muy oscuras. A finales de verano, se produce una defoliación prematura ocasionado por la debilidad y desequilibrio del almendro. Se trata, entonces, a los almendros afectados con compuestos cúpricos o con fungicidas de síntesis.



Figura 5: Rama afectada por mancha ocre.

### **2.1.2. Enfermedades de la parte subterránea**

#### **PODREDUMBRE DE LA RAIZ**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

El hongo que produce esta enfermedad es un basidiomycete de la familia de las Agacáceas denominado *Armillaria mellea*. Estos hongos tienen el aparato esporífero en forma de umbela, en cuya parte inferior presentan una serie de laminillas en posición radial que contienen a los basidios; presentan el aspecto típico de una seta y suelen atacar a muchos árboles. En el almendro de semilla o cuando se utiliza como portainjerto, éste se manifiesta con frecuencia.

En otoño aparecen grupos de setas en la base del árbol parasitado. El resto del hongo no visible está formado por el micelio, conjunto de hifas que penetran en la madera a través de las raíces. Estas hifas blanquecinas se van expandiendo por la superficie del suelo y alcanzan raíces de otros árboles, infectando rápidamente la plantación. Cuando llega el otoño, se manifiesta el parásito por la aparición de la seta. Asimismo, produce esporas que con ayuda del viento llegan más lejos y originan más micelio.

Como medida preventiva, se recomienda eliminar las partes de las raíces o de la madera que pueda servir de albergue al parásito, así como evitar el exceso de humedad y destruir todos los árboles atacados que hayan muerto. Al arrancar un árbol atacado, se quemarán todas las raíces y se desinfectará el hoyo con una solución de cloruro de zinc al 5% o de sulfato de carbono (259 g/m<sup>3</sup>).

### **2.1.3. Enfermedades bacterianas**

#### **CHANCRO BACTERIANO**

Es causado por bacterias de la especie *Pseudomonas syringae*. Son poco frecuentes en el almendro, aunque en ciertos medios provocan importantes ataques sobre el follaje, ramas y tronco. Esta enfermedad se desarrolla en zonas de clima húmedo y fresco, así como en suelos ácidos.

Con las lluvias de la primavera, de las partes infectadas de la corteza surgen bacterias que contaminan a las hojas; es éstas se manifiestan entonces, numerosas manchas de color pardo rodeadas de un halo claro. En verano, con el tiempo seco las infecciones cesan en las hojas; pero en otoño, con clima

húmedo, se extienden las cicatrices y alcanzan a las ramas provocando chancros en la primavera siguiente.

Cuando los chancros aparecen en el tronco de los árboles jóvenes, provocan la muerte de la parte aérea de la planta. En primavera, se seca completamente toda esta parte y muchas veces vuelve a rebrotar a la primavera siguiente.

El tratamiento que se practica, es a base de caldo bordelés (compuesto cúprico), aplicándose dos veces, a la caída de las hojas y antes del desborre (otoño). En primavera también se aplican dos tratamientos: uno antes de la floración a base de sulfato de cobre; y el otro, después de la floración menos concentrado.

### **TUMORES BACTERIANOS DE CUELLO Y RAICES**

Producidos por el *Agrobacterium tumefaciens*. Es muy frecuente en las especies frutales de hueso, sobre la raíz de almendro en particular.

Los tumores son de color claro y rápidamente se vuelven pardos, oscuros y duros. Al principio, son del tamaño de un guisante y al cabo de unos años pueden alcanzar el tamaño de una pelota de tenis.

Esta bacteria vive en el suelo y penetra en la planta por las heridas producidas por las picaduras de los nemátodos o por los trabajos de laboreo (herramientas, aperos mecánicos, etc.). Esta bacteria vive en cualquier tipo de suelo, por lo que es muy fácil que se encuentre en las plantaciones, aunque sus efectos no son siempre tan nocivos como los de otros parásitos, e incluso en muchos casos, donde la infección solo se presenta en algunas raíces, la producción no ha sufrido alteración alguna. El control es mediante medidas preventivas como:

- destruir las plantas atacadas;
- utilizar nematicidas que destruyan los nemátodos y con ello las posibles heridas de la raíz;
- seleccionar un portainjertos resistente a esta bacteria.

## **2.2. PLAGAS**

Los principales parásitos animales del almendro son:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

### **Parásitos del follaje**

Áfidos (pulgón negro, harinoso)

Ácaros

Antónimo del almendro (*Anthonomus amygdali*)

Orugas minadoras de los brotes

Orugeta del almendro (*Aglaope infausta*)

### **Parásitos del fruto**

Eurytema (hemíptero fitófago)

Pirales (las mariposas del género *Myelois*, son las más frecuentes)

### **Parásitos del tronco y ramas**

Barrenillos (*Scolytus rugulosus*, *Xyloborus dispar*)

Barreno (*Cossus cossus*)

Gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis*)

### **Parásitos de las raíces**

Nemátodos

#### **2.2.1. Parásitos del follaje**

### **AFIDOS**

Conocidos vulgarmente con el nombre de pulgones, éstos provocan la deformación de las hojas y los brotes. Invaden fácilmente todo el árbol debido a la rapidez con que se multiplican, por lo que es conveniente eliminarlos antes de que sean demasiado numerosos. Son unos insectos chupadores que clavan su pico en las hojas y brotes tiernos. Hay individuos con alas y otros con cuatro alas membranosas.

En ciclo vital de los pulgones existe una alternancia de generaciones sexuales y asexuales. Los pulgones asexuados aparecen en otoño, los machos provistos de alas y las hembras son ápteras. La hembra solo pone un huevo (o en algunos casos varios huevos). En invierno los huevos son depositados en la

cara inferior de las hojas apicales o en los brotes jóvenes, y a finales de esta estación, las hojas aparecen ya invadidas.

En la primavera siguiente, el huevo origina una hembra áptera llamada fundadora que, por partenogénesis origina nuevas hembras sin alas; lo mismo hacen las demás hembras fundadoras, que como resultado el árbol aparece invadido de puntos negros, verdes o harinosos según la especie que lo haya atacado.

En otoño, aparece una nueva generación de hembras ápteras, llamadas sexíparas por producir individuos sexuados, cerrándose aquí el ciclo.

Asimismo, estos pulgones segregan un líquido azucarado parecido a la melaza que recubre toda la superficie de la planta e impide sus funciones vegetativas. La presencia de hormigas en las plantas infectadas, demuestra la evidencia de una enfermedad producida por pulgones, ya que éstas sienten gran avidez por esa melaza.

De este complicado ciclo vital se concluye que el ataque de estos pulgones se efectúa por dos vías:

- por medio de su pico, que chupan la savia, así como los elementos minerales de las hojas y brotes jóvenes;
- por la secreción del líquido azucarado que impide su normal desarrollo de la planta.

Hay distintas especies de pulgones que reciben diferentes nombres según el color y aspecto de su cuerpo, entre los principales que atacan al almendro tenemos:

Pulgón negro: *Brachicaudus persicae*

Pulgón harinoso: *Hyalopterua amygdali*

Pulgón verde: *Brachicaudus amygdalinus*



Figura 6: Rama con pulgón.

Los tratamientos precoces de invierno y efectuados antes de la floración son los más eficaces.

### **ACAROS**

Llamados también vulgarmente "arañas rojas" por las vivas coloraciones que presentan. Sus mandíbulas perforan los tejidos tiernos de la planta, de donde extraen jugos alimenticios, provocando una disminución de la función vegetativa. La araña roja tiene el cuerpo esférico de una sola pieza y de color rojizo.

En invierno, los huevos permanecen resguardados en las rugosidades de las ramas y troncos. A principios de la primavera nacen las larvas y se trasladan a las hojas de las que se alimentan, transformándose en adultos. En verano, ponen los huevos en el envés de las hojas. La duración de la vida de una araña roja es de aproximadamente de un mes y el ciclo vital es muy corto (15 a 20 días), por lo que si las condiciones climáticas son favorables (veranos secos y calurosos) pueden llegar a producirse diez generaciones, que infectan rápidamente a toda la plantación.

Los ácaros encontrados en plantaciones de almendro pertenecen a varias especies: *Panonichus ulmi*, *Bryobia rubrioculus*, *Tetranychus viennensis*...

El tratamiento más adecuado es el invernol, aplicándose sobre los huevos situados en las arrugas del tronco y ramas, un aceite amarillo. En primavera se efectúa el mismo tratamiento siempre pre-floral contra la primera generación.

En verano, pueden utilizarse tratamientos para combatir los huevos y los ácaros.

### **ORUGAS MINADORAS DE LOS BROTES**

Estas orugas, normalmente polífagas, parasitan los brotes jóvenes y también a los frutos. En España, al más frecuente proviene de la mariposa *Anarcia leneatella*. Esta especie produce dos generaciones al año.

Las orugas de la primera generación pasan el invierno bajo la corteza de las ramitas jóvenes. Cuando llega el buen tiempo se trasladan a los brotes jóvenes y se instalan en los repliegues de las hojas para efectuar la ninfosis. Entre 10 y 15 días pasan a ser adultos. Después de aparearse, ponen huevos en la parte inferior de las hojas después de 12 a 15 días nace la segunda generación de orugas que al no poder penetrar en los brotes jóvenes porque ya están lignificados, perfora el endocarpio de los frutos y se alimenta de su superficie. Estas orugas generarán la segunda generación de mariposas que después del apareamiento producirán las larvas invernantes. Externamente, el ataque de este parásito se manifiesta en dos formas.

- En las hojas recubiertas de huevos de la primera generación de forma alargada y color anaranjado;
- En los frutos picados por las orugas de la segunda generación.

En invierno, se recomienda un tratamiento a base de aceite amarillo para destruir las larvas invernantes en el tronco. Durante el resto del año se efectuarán los tratamientos tan pronto como aparezcan los primeros brotes infectados.

### **ORUGUETA DEL ALMENDRO**

La causante de esta enfermedad es la *Aglaope infausta* que, en forma de mariposa presenta un tamaño pequeño de aproximadamente 20 Mm. Cuando es larva mide de 10-14 Mm de largo, es de color gris y con el dorso provisto de tres líneas amarillas y sus lados de una línea morada.

En su ciclo vital sufren tres ninfosis. Parte del verano y durante todo el invierno, las orugas se encierran en un capullo sedoso instalado en restos de cortezas y en las hojas secas. Cuando llega la primavera, salen del capullo y se alimentan

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

de las hojas atacando especialmente el envés. En esta misma estación, se produce una segunda ninfosis de la que aparecen unas orugas más voraces, las cuales devoran por completos las hojas, quedando sólo los nervios de ellas. Al cabo de tres semanas se han desarrollado completamente y tejen unos capullos en forma de piñón, de color blanco rosado.

Permanecen en el capullo durante un mes y de esta tercera ninfosis saldrán los adultos, mariposas que vuelan entre mayo y junio. Después de aparearse producen huevos que depositan en la corteza de las ramas. En julio salen numerosas orugas que también devoran las hojas hasta quedar sólo las nervaduras. En agosto, tejen el capullo que constituye su primera ninfosis, instalado en los retos de cortezas y hojas secas.

La fase más peligrosa de su ciclo es la de las orugas de la primera generación, en julio, que puede llegar a devastar el árbol por completo. Para evitar tal peligro, es conveniente tratarlos al primer síntoma de defoliación.



Figura 7: Orugueta del almendro.

### **2.2.2. Parásitos de las raíces**

#### **NEMATODOS**

Son gusanos que viven parte de su ciclo vital en el suelo y atacan a las raíces de los árboles, debilitándolos y disminuyendo su productividad. Los que atacan

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

al almendro, ocasionan heridas y necrosis en el tejido que facilitan la entrada a los virus, bacterias u hongos.

En el transcurso de su vida pasan por sucesivas mudas. En las especies que existen dos sexos la hembra una vez fecundada depositan los huevos en el suelo, donde resiste bien las bajas temperaturas. En primavera, el huevo produce una larva por división celular. La larva va creciendo por medio de mudas, y para poder llegar a adulto precisa encontrar la raíz de una planta que le aporte los elementos alimenticios necesarios para su desarrollo.

Las especies de nemátodos que atacan al almendro son principalmente 6 y según su forma de vida distinguimos:

- Dos especies del género *Paratylenchus*; son ectoparásitos que viven en el exterior de los vegetales. Son inductores de importantes enfermedades víricas;
- Una especie de *Macroposthonia* que vive en el suelo sin atacar directamente a las raíces, aunque altera el metabolismo de la planta;
- Tres especies pertenecientes al género *Meloidogyne*, que vive en el interior de los tejidos vegetales, produciendo agallas en las raíces.

Debido a la gran cantidad de huevos que pone una hembra, la contaminación es muy rápida. Por ello hay que evitar los riesgos de posible contaminación en el suelo, a partir de los viveros. Como medidas preventivas, es conveniente que los suelos de los viveros sean desinfectados antes de plantar. También se recomienda utilizar portainjertos resistentes a estos gusanos, tales como algunos patrones de melocotonero.

En caso de infección se tratará con nematicidas, intentando que la humedad no sea excesiva y las temperaturas no sean demasiado elevadas.

### **2.3. ENFERMEDADES VIRICAS**

Los virus son seres minúsculos que solo se pueden ver con la ayuda de un microscópio electrónico. Su multiplicación sólo puede realizarse en el seno de las células, por lo que son parásitos obligados a vivir y a desarrollarse en ellas. Pasan de una célula a otra a través de los orificios celulares que, en el caso de

los vegetales se expanden por toda la planta por medio de los vasos liberoleñosos.

Muchos virus son polífagos, es decir, tienen muchos huéspedes, mientras que hay algunos que son parásitos específicos de un solo tipo de huésped. Generalmente el nombre de virus está relacionado con la planta que parasitan; otras veces se denominan mediante un nombre arbitrario o por siglas establecidas por los centros de investigación.

La virosis se manifiesta de diferentes formas; necrosis y clorosis parcial o total, anomalías en el crecimiento, deformaciones en el fruto, etc. Los virus se transmiten por muchas vías diferentes: por los nemátodos, polen, la semilla, insectos vectores, hongos, etc.

El almendro aunque es bastante resistente a los ataques de los virus, algunas veces es también atacado, entre ellos los más usuales son:

- Virosis mosaico que produce una disminución del crecimiento; hojas con manchas amarillas y disminución de la producción;
- PRSV que provoca la necrosis de las yemas y reduce el crecimiento;
- PDV produce el enanismo del árbol.

Sólo se pueden combatir indirectamente, ya que hasta el momento no se ha descubierto ninguna sustancia anti-virus.

## **2.4. CALENDARIO DE TRATAMIENTOS**

Tratamientos Fitosanitarios					
MOMENTO DE APLICACION	PLAGA-ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA	Riqueza(%mat.activa)	DOSIS	MODO DE APLICACIÓN
Estado B-C(Ilema hinchada-aparición del cáliz)	Piojo/pulgón	Aceite de parafina	83	1Lt/HI	Pulverización 6 HI caldo/ha
	Ácaros	Oxicloruro de cobre	50	800gr/HI	
Caída de pétalos	Pulgón/Orugeta	Imidacloprid	20	50c.c/HI	
finales de marzo	Phytophthora	Fosetil-Al	80	300gr/HI	
	Fitoregulador	Paclobutrazol	25	100c.c/HI	
	Anarsia(jóvenes)	Lambda cihalotrin	2,5%	130gr/HI	
	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocalcico	20	600gr/HI	
20 días después	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	
	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocalcico	20	600gr/HI	
20 días después del	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	

tratamiento anterior	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocalcico	20	600gr/HI	Pulverización 6 HI caldo/ha
25 días después del tratamiento anterior	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	
	Macha ocre/cribado	Sulfato cuprocalcico	20	600gr/HI	
	Araña roja	Azufre	72	0,6l/HI	
Mediados de Junio	Royas	Sulfato cuprocalcico	20	600gr/HI	
Primeros de agosto	Anarsia(jóvenes)	Deltametrin	10	0,025l/HI	
	Macha ocre	Sulfato cuprocalcico	20	600gr/HI	
Caída de Hojas	Phytophthora	Fosetil-Al	80	300gr/HI	
	Hongos/bacterias	Oxicloruro de cobre	50	600gr/HI	

Tabla 1: Resumen de los tratamientos fitosanitarios anuales.

**ANEJO VI**  
**NECESIDADES**  
**NUTRICIONALES Y**  
**FERTIRRIGACIÓN**

## 1. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL ALMENDRO

### 1.1. NITRÓGENO

El nitrógeno es un elemento esencial que las plantas absorben en grandes cantidades, en particular aquellas especies capaces de producir grandes cosechas. El almendro es capaz de acumular grandes cantidades de nitrógeno (proteína) en los frutos, donde llega a alcanzar un 0,64 % de su peso fresco.

Las altas producciones obtenidas en las plantaciones de almendro en regadío bien manejadas, donde aplicando las modernas técnicas de cultivo se llegan a sobrepasar los 1.500 Kg. de semilla por hectárea y año, da lugar a unas elevadas exportaciones de nitrógeno. El acelerado proceso de agotamiento de las reservas de nitrógeno del suelo debe agravarse con la localización preferencial de las absorciones que tiene lugar en ciertas épocas del año en el bulbo húmedo bajo los emisores cuando se utilizan sistemas de riego localizado.

#### 1.1.1. Exportaciones de nitrógeno

Las exportaciones de elementos nutritivos del suelo incluyen las producidas por los árboles, las de la hierba de cobertura del suelo y las pérdidas. Se procurará que las pérdidas sean mínimas para evitar la contaminación de las aguas por lixiviación o arrastre de los nitratos.

Las necesidades de los árboles se calculan en función de las exportaciones anuales para el crecimiento y la producción de frutos.

Las características diferenciales de los sistemas, además de la disponibilidad de agua en el suelo, son el crecimiento vegetativo y las producciones obtenidas.

### 1.1.1.1. Nitrógeno utilizado en el crecimiento del árbol

La absorción y acumulación de nitrógeno en las estructuras permanentes (ramas, tronco y raíz) se calculan en función del crecimiento anual de los árboles (tabla 1).

Vigor de los árboles	Acumulación anual de N (Kg./ha)
Bajo	8-12
Medio	17-22
Alto	27-32

Tabla 1: Acumulación anual de nitrógeno en ramas, tronco y raíz de los árboles (150-200 árboles/ha).

En nuestro caso la densidad de plantación es de 363 árboles/hectárea por lo que extrapolaremos y así tendremos 40 Kg. /ha de acumulación anual.

El contenido de nitrógeno en los distintos componentes del fruto se refleja en la tabla 2.

Componente de fruto	Nitrógeno (%)
Mesocarpio	35
Endocarpio(cáscara)	4,5
Semilla(pepita)	60,5

Tabla 2. Distribución del nitrógeno contenido en el fruto

### 1.1.1.2. Nitrógeno exportado por los frutos

En la tabla 3 se indican las exportaciones de nitrógeno por el fruto (mesocarpio, endocarpio, semilla) en función de la semilla (pepita) producida por hectárea para distintas variedades.

Variedad	Producción de pepita (Kg./ha)						
	150	200	500	750	1000	1250	1500
	Exportaciones de nitrógeno(Kg.)						
Guara	8	14	27	41	54	68	81
Cambra	9	14	29	43	57	72	86
Moncayo	12	20	39	59	78	98	117
Marcona	13	22	43	65	87	108	130
Largueta	14	23	46	69	92	115	138
Media	11	18	37	55	71	92	111

Tabla 3: Exportaciones de nitrógeno por el fruto en función de los kilos de semilla (pepita) producida

### 1.1.1.3. Exportación de nitrógeno por las hojas.

La exportación de nitrógeno por las hojas supone el 17,3% del total del nitrógeno exportado por el árbol. Para el cálculo de las exportaciones netas de las hojas se presupone que un 29% del nitrógeno exportado por las mismas retorna al suelo en forma de residuo.

Vigor de los árboles	Exportación anual de N	Residuo de N	Exportación neta de N
Bajo	12-20	9,28	6,72
Medio	32-39	10,29	25,21
Alto	65-76	20,44	50,06

Tabla 4. Exportación anual neta de nitrógeno por las hojas (150-200 árboles/ha). Datos en Kg. /ha.

Nosotros tomaremos el valor para vigor bajo para los 3 primeros años y el de vigor medio para los siguientes.

#### **1.1.1.4. Exportaciones de la hierba de cobertura del suelo.**

La restitución de las necesidades de la hierba de cobertura del suelo sólo es útil:

- los dos primeros años de su instalación.
- 50 U.F./ha de nitrógeno son suficientes.

A partir del 2º año, se considera que la pradera retroalimenta su consumo.

La reorganización del nitrógeno y del fósforo mineral, así como la fijación del fósforo y potasio, son muy difíciles de cuantificar

#### **1.1.1.5. Aportaciones de elementos minerales por otras fuentes distintas a los fertilizantes**

Sólo tenemos en cuenta el nitrógeno. En cultivos herbáceos se hace extensivo al fósforo, pero en arboricultura los conocimientos no están todavía tan avanzados.

Cada suelo según su textura, estructura, topografía y su clima, nitrifica diferentemente a lo largo del año. La nitrificación aumenta cuando la temperatura se eleva y cuando la humedad es suficiente. En clima mediterráneo, el calor y la sequía estival dificultan la nitrificación. El riego en esta estación permite mantenerla a un ritmo elevado (Soltner, 1979).

Los aportes de nitrógeno por el suelo provienen de la mineralización de la materia orgánica. Esta se compone de humus, materias orgánicas libres no humificadas y de la masa microbiana viviente. Esta masa orgánica es a la vez productora y consumidora de nitrógeno mineral. Según su composición, volumen y condiciones de temperatura y humedad del suelo, puede ceder importantes cantidades de nitrógeno.

La mineralización se produce desde que la temperatura del suelo alcanza 6-7 °C y la humedad esté próxima a la capacidad de campo. Prácticamente, los periodos favorables son la primavera, el otoño y en verano los días que siguen a un riego o una lluvia. En la tabla 5 se reflejan las cantidades de nitrógeno mineralizado por hectárea y año en nuestras condiciones edafo-climáticas, según el nivel de materia orgánica del suelo y su textura

M. orgánica suelo (%)	Nitrógeno mineralizado del suelo (Kg./ha-año)		
	Arenoso	Franco	Arcilloso
0,5	10-15	7-12	5-10
1	20-30	15-25	10-20
1,5	30-40	22-37	15-30
2	40-0	30-50	20-40
2,5	-	37-62	25-30

Tabla 5. Nitrógeno mineralizado en distintos tipos de suelo según su nivel de materia orgánica

Se puede deducir que la liberalización de nitrógeno por las materias orgánicas presentes en el suelo o aportadas es muy importante y nunca desdeñable.

Depende de la acción del productor, y por ello, es difícil de controlar en el tiempo.

Tomaremos el valor correspondiente a nuestro suelo que es franco y con un 2,07 % de m.o. Tomaremos un valor medio, 40 Kg./ha-año.

#### **1.1.1.6. Aportes de nitrógeno por el agua de riego.**

Con frecuencia las aguas que utilizamos para regar contienen importantes cantidades de nitrógeno. Así pues el nitrógeno aportado dependerá del volumen de riego utilizado y de la concentración de nitratos en el agua de riego.

Volumen de riego utilizado (m <sup>3</sup> /ha)	Cantidad de nitrógeno (N) aportado: Kg./ha								
	Concentración del agua en nitratos: mg /litro								
	5	10	20	30	40	50	60	70	100
2.000	2,3	4,5	9,0	13,5	18,0	22,6	27,0	31,6	45,2
3.000	3,4	6,8	13,5	20,3	27,0	33,9	40,5	47,4	67,7
4.000	4,5	9,0	18,0	27,0	36,0	45,2	54,0	63,2	90,3
5.000	5,6	11,3	22,5	33,5	45,0	56,5	67,5	79,0	112,9
6.000	6,8	13,5	27,0	40,5	54,0	67,7	81,0	94,8	135,5
7.000	7,9	15,8	31,5	47,3	63,0	79,0	94,5	110,6	158,1
8.000	9,0	18,1	36,1	54,2	72,3	90,3	108,4	126,4	180,6
9.000	10,2	20,3	40,6	61,0	81,3	101,6	121,9	142,3	203,2

Tabla 6.Cantidad de nitrógeno que aporta el agua de riego En función del contenido en nitratos, y los volúmenes de agua aplicados.

#### 1.1.1.7. Determinación de las necesidades de nitrógeno de la plantación

La cantidad total de nitrógeno (N) que cada año debemos aportar a una parcela de almendros mediante el abonado se determina: restando del total de exportaciones efectuadas por los árboles y la hierba de cobertura de la parcela, la suma de aportaciones suministradas por el suelo y el agua de riego:

**Necesidades de abonado = Exportaciones – Aportaciones**

Los resultados se recogen en la siguiente tabla

	EXPORTACIONES			APORTACIONES		NECESIDADES NETAS N
	NEC. CRECIMIENTO	NEC. PRODUCCION	NEC. HOJAS	RIEGO	SUELO	
AÑO 1	40	23	6,72	3,4	40	26,32
AÑO 2	40	46	6,72	4,5	40	48,22
AÑO 3	40	55	6,72	6,8	40	54,92
AÑO 4	40	92	25,21	6,8	40	110,41
AÑO 5	40	111	25,21	6,8	40	129,41
AÑO 6 Y SIG	40	115	25,21	9	40	131,21

Tabla 7: Necesidades de nitrógeno a lo largo de la vida del árbol.

## 1.2. FÓSFORO

Forma parte de las neucloproteinas e interviene en procesos como la fotosíntesis y la división celular. Su presencia es importante en la fonación de flores y frutos jóvenes.

El fósforo es poco móvil y esta altamente retenido al suelo. Su aplicación debe de ser localizada dejándolo cerca de las raíces absorbentes. La absorción es mayor en suelos con pH neutro ya que en pH alto, como nuestro caso es fijado por el catión  $Ca^{2+}$ .

No se extraen grandes cantidades de fósforo anualmente y son raras las situaciones carenciales de este elemento.

### 1.2.1. Necesidades de fósforo

Se estima que se extraen 2 Kg. de Fósforo cada 1000 Kg. de cosecha más 6 Kg. en madera así pues:

	Producción esperada	Kg./ha Fósforo
Año1	0	6
Año2	500	8,5
Año3	1000	11
Año4	2500	18,5
Año5	3500	23,5
Año6 y sig	5000	31

Tabla 8: Necesidades de fósforo en Kg. /ha.

## 1.3. POTASIO

El potasio es de los cuatro macronutrientes (N, P, K, Mg) el que más directamente influye sobre la calidad de la almendra.

Además interviene en la regulación del mecanismo hídrico de la planta (disminuye la transpiración de la planta).

Favorece la lignificación de la madera, aumentando así la resistencia del almendro a enfermedades y heladas.

También influye directamente sobre el rendimiento del almendro en cuanto que estimula la actividad fotosintética de las hojas.

Bajos niveles de K en suelo, limitan seriamente la producción de almendra. La deficiencia en potasio produce alta mortandad de yemas de fruto. La concentración de K en hoja, tomada en julio, está altamente correlacionada con la producción del año siguiente, en este sentido, se consideran como limitantes valores por debajo del 0,8 %, mientras que los superiores a 1,4% no presentan ningún beneficio.

En definitiva el abonado potásico confiere un aumento de peso de la almendra, mejor sabor y una mayor resistencia a condiciones ambientales adversas.

### 1.3.1. Necesidades de potasio

Se estima que se extraen 14 Kg. de potasio cada 1000 Kg. de cosecha más 26 Kg. en madera así pues:

	Producción esperada	Kg./ha Potasio
Año1	0	26
Año2	500	33
Año3	1000	40
Año4	2500	61
Año5	3500	75
Año6 y sig	5000	96

Tabla 9: Necesidades de potasio en Kg. /ha.

## 1.4. MICRONUTRIENTES

### MAGNESIO

El magnesio esta retenido en el suelo por el complejo arcillo-húmico, con menos fuerza que el potasio. Son raras las carencias en magnesio ya que los

suelos tienen un contenido adecuado de sales magnéticas. En nuestro caso con el pH alto no tendremos problemas.

## AZUFRE

Aunque es un elemento indispensable en el crecimiento del almendro es difícil encontrar estados carenciales, ya que el suelo suele estar bien dotado de este elemento. Además muchos de los fertilizantes y fitosanitarios los contienen. También se aporta por al lluvia y gases de la industria o la automoción.

El azufre esta en el suelo como ion  $So^{2-}_4$ , muy móvil en el perfil del cultivo.

## CALCIO

Tanto en hojas como en partes lignificadas, entre las que se encuentran las cáscaras, contienen grandes cantidades de calcio. El calcio forma parte de la constitución de las membranas celulares.

Los suelos de la España oriental contienen grandes cantidades d caliza activa, en algunos casos constituye pues un problema por exceso y no por defecto. Solamente puede haber problemas carenciales de Calcio en suelos muy ácidos, que no es nuestro caso.

## HIERRO

El hierro en el suelo puede encontrarse en forma ferrosa (asimilada fácilmente por la planta) o en forma férrica (poco soluble).

En las plantas es un elemento esencial para la formación del pigmento clorofílico, se asimila en forma ferrosa ( $Fe^{2+}$ ) y en forma orgánica.

El contenido de este elemento en los tejidos vegetales varía entre 20 y 250 miligramos por Kg. de materia seca.

El hierro toma parte en los procesos respiratorios de la planta y contribuye a la formación de las proteínas.

Los síntomas de su carencia se detectan en las hojas por perder su color verde (clorosis férrica). Primero amarillean las hojas entre los nervios conservando éstas su color verde, siendo las jóvenes las más afectadas.

Los frutales consumen hierro en mucha cantidad, siendo uno de los elementos más importantes para un perfecto desarrollo de los frutos.

Existen diferentes condiciones que provocan una deficiencia de hierro como puede ser la existencia de un pH elevado en el suelo, o que el suelo sea excesivamente calizo o excesivamente rico en fósforo.

## **ZINC**

Forma parte de diversas enzimas y auxinas de crecimiento. Por ellos su falta causa mermas de crecimiento en los entre nudos y hojas pequeñas agrupadas en roseta. También interfiere en el metabolismo de los glúcidos. Forma parte de la clorofila. Pueden aparecer carencias en suelos muy abonados con fósforo (por antagonismo con este elemento) y en suelos con pH muy alto donde el ion Zinc es poco móvil. Por el contrario en suelos muy ácidos puede aparecer toxicidad. El Zinc esta presente en muchos fungicidas.

## **COBRE**

Forma parte de diversas enzimas de oxidación.

El comportamiento de este ion es parecido al del zinc, por lo tanto es poco móvil y menos absorbible contra mayor es el pH. Igualmente existe un antagonismo con el fósforo.

Multitud de fungicidas de aplicación común contienen cantidades importantes de cobre.

## **MANGANESO**

Forma parte de algunas enzimas y juega un papel importante en la fotosíntesis.

El ion manganeso es bastante asimilable pero a medida que el pH es mayor, este ion se oxida y forma iones trivalentes o tetravalente que son inasimilables (Trocme y Gras, 1979).

Las carencias aparecen más frecuentemente en suelos muy ácidos donde el manganeso ha podido ser lixiviado y en suelos alcalinos o muy calizos.

## **COLORO**

El almendro tiene unas necesidades muy pequeñas de este elemento. No obstante es un elemento esencial.

El cloro lo suele aportar el agua de lluvia y los suelos están bien dotados de este elemento. El ion Cloro es muy móvil. No obstante suele ser más normales los excesos por presencia de cloruros que los déficits.

## **BORO**

Interviene en el transporte de azúcares y en la formación de membranas

Es un elemento poco móvil dentro del árbol, por lo que la sintomatología aparece frecuentemente localizada.

Su carencia aparece mas frecuentemente en los suelos o muy acidad o muy básicos. Tanto la sequía prolongada como la humedad extrema favorecen las carencias.

## **MOLIBDENO**

Su importancia se le da al hecho de que este elemento es indispensable para el metabolismo del nitrógeno. Al contrario que en casi todos los demás oligoelementos se asimila mejor en suelos con pH alto, de forma que en suelos básicos no habrá problemas carenciales para este elemento.

## **2. FERTIRRIGACIÓN**

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

Uno de los efectos de los riegos localizados de alta frecuencia es que las raíces se concentran en un volumen de suelo más limitado que en el caso de riegos no localizados, lo que obliga a aplicar los abonos también de forma localizada y frecuentemente, ya que si se abonase de forma tradicional, parte de los abonos caerían fuera del volumen de suelo explorado por las raíces y se

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

desaprovecharían. Además, la alta densidad y actividad radicular del bulbo húmedo agotaría rápidamente las reservas del suelo, por lo que éstas deberían reponerse con frecuencia, sobre todo los elementos más fácilmente lavables.

En principio, la aplicación localizada y frecuente de los abonos podría realizarse sin necesidad de añadirlos al agua de riego, pero ello conllevaría un encarecimiento de la operación, sobre todo de la mano de obra. En cambio, la aplicación de abonos mediante fertirrigación tiene un coste operacional muy reducido, aunque necesita una cierta inversión en instalaciones y requiere el empleo de fertilizantes más caros que los convencionales.

## **2.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA FERTIRRIGACIÓN.**

### **Ventajas:**

- Ahorro de fertilizantes debido a:
  - Localización en las proximidades de las raíces.
  - Menores pérdidas por lavado y volatilización.
  - Mayor pureza de los abonos.
- Se ha constatado que el ahorro puede suponer del 25 al 50 %, lo cual compensa el mayor coste de los productos.
- Mejor asimilación: el elevado contenido de humedad en que se mantiene permanentemente el suelo favorece la disolución y asimilación de los elementos fertilizantes.
- Mejor distribución: no solo por su homogeneidad sino también el perfil del suelo. Esto supone una gran ventaja para la absorción del P y K, en los abonos tradicionales se acumulan en las capas superficiales, mientras que en los riegos localizados de alta frecuencia pueden alcanzar profundidades de 50 cm para el P y 60 cm para el K aplicando determinadas técnicas de manejo del riego.
- Adecuación del abonado a las necesidades del momento: en este sentido las posibilidades de la Fertirrigación son enormes y en la

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

actualidad no se aprovechan por el desconocimiento que se tiene de las exigencias de los cultivos en sus distintas fases.

- Rapidez de actuación ante síntomas carenciales y facilidad de aplicar no solo macroelementos (N, P, K), sino también elementos secundarios (S, Ca, y Mg) y microelementos (Fe, B, Mn, Cu, Zn, y Mo).
- Mayor ahorro en la distribución de los abonos.
- Posibilidad de utilizar las instalaciones para aplicar otros productos tales como herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc.

### **Inconvenientes:**

Los siguientes inconvenientes no se deben al método en sí, sino a un manejo incorrecto.

- Obturaciones por precipitados causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre sí o con el agua de riego, o debidas a una disolución insuficiente.
- Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.
- La pureza de los fertilizantes han supuesto el inconveniente de que faltan algunos elementos que aparecían como impurezas en los abonos tradicionales, por ello, la aplicación de elementos secundarios y microelementos es más importante que en los abonos convencionales.

## **2.2. PRODUCTOS UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN**

### **2.2.1. Características que deben reunir los productos utilizados**

La **solubilidad** es la principal característica de los fertilizantes o productos para la fertirrigación, ya que los productos aportados al agua de riego, deben componer una disolución nutritiva, sin riesgo de insolubilización.

Otra característica de los productos debe ser la **pureza**, ya que las impurezas de la solución fertilizante, proceda del agua o de los productos por reacción entre ellos, provocan obstrucciones en el sistema de riego haciéndolo ineficaz. Como consecuencia se produce un efecto negativo sobre la producción.

La solubilidad varía con la temperatura de la solución, por lo que deberán conocerse las características y condiciones de trabajo de los productos a utilizar en la fertilización, tanto en estado puro como cuando se disuelven en agua.

De la misma forma se deberán conocer las **compatibilidades** entre los diferentes productos con los que se preparan las soluciones y las interacciones entre los mismos, ya que pueden provocar insolubilidades de los productos a emplear.

El **pH** de los productos puros, varía al mezclarlos y disolverlos, condicionando el pH final de la solución que se aplicará al suelo. De esta forma debemos saber como varía y en función de qué parámetros lo hace.

A continuación se realizará un estudio de los diferentes parámetros expuestos anteriormente.

### **Solubilidad**

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

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

### **Salinidad**

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

### **Acidez**

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

### **Pureza**

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

### **Toxicidad**

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

### **Compatibilidad de las mezclas**

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

## **2.3. FERTILIZANTES SÓLIDOS SOLUBLES**

### **Nitrato amónico**

Solamente consideraremos el nitrato amónico de mayor graduación y libre de productos insolubles (33.5 – 35 %). Es uno de los productos con mayor solubilidad (1920 gramos por litro a 20° C). Las disoluciones madre se preparan con una parte de abono y dos de agua. Al preparar dichas disoluciones, este producto reduce la temperatura y el pH del agua. Su contenido en nitrógeno se encuentra en forma nítrica y en forma amoniacal (al 50 %). Es uno de los más recomendados para la fertirrigación.

## **Urea**

Es un producto orgánico que tiene un contenido en nitrógeno del 46 %, todo en forma uréica. Su solubilidad es muy alta (1033 gramos por litro a 20° C). De la misma forma que el nitrato amónico, reduce bastante la temperatura de la solución, pero no saliniza el agua, por lo que resulta muy apropiado en el caso de aguas o suelos salinos. Tampoco acidifica el agua o suelo. Para la preparación de la solución madre, se utiliza la misma relación que en el producto anterior, una parte de abono, dos de agua. La falta de retención de este producto por parte del suelo, puede provocar pérdidas por lixiviación o lavado si no se controla bien su aplicación.

## **Nitrato Potásico**

Es un producto totalmente soluble, pero el grado de solubilidad de este nitrato es mucho más bajo que los observados hasta ahora en otros productos (316 gramos por litro a 20° C). Es un producto excelente para la fertirrigación por aportar nitrógeno (13 %) y potasio (46 % de K<sub>2</sub>O) con el efecto de ambos productos.

## **Fosfato Monoamónico**

Su solubilidad es media – baja (661 gramos por litro a 20° C). Su riqueza en nutrientes es variada, un 12% de nitrógeno y un 60% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Es un producto con bajo efecto salinizante y con reacción ácida. Es una de los productos más utilizados. La solución madre se prepara en proporción 1-4 o 1-5. La solución requiere una gran agitación.

## **Sulfato Potásico**

Su grado de solubilidad es bastante bajo (110 gramos por litro a 20° C). Contiene un 50 % de K<sub>2</sub>O y un 17 % de azufre, sin embargo se requiere utilizar el producto cristalino con la pureza necesaria. Es más salino que el nitrato potásico. La solución madre se realiza con una relación 1 – 10.

## **2.4. FERTILIZANTES LÍQUIDOS O SOLUCIONES**

### **Amónico anhidro**

Se trata de nitrógeno amoniacal, con un 82 % de nitrógeno, que es en realidad la materia prima básica de todos los productos nitrogenados.

### **Solución nitrogenada del 20 % de nitrógeno**

Disolución de nitrato amónico con características análogas a él. Se usa en fertirrigación por sus características, siendo éstas bastante apropiadas. Tiene pH ligeramente ácido, que puede acidificarse con la adición de ácido nítrico en riegos localizados, si el agua usada para ello lo requiere.

### **Solución nitrogenada del 32 % de nitrógeno**

Se prepara con nitrato amónico y urea al 50 % aproximadamente. Su densidad es de 1.32 Kg. / litro. Su reacción es neutra o quizá ligeramente alcalina. Se inyecta en la red de riego directamente o diluido. Provoca baja salinidad. El nitrógeno se compone de tres formas diferentes: 25 % de nitrógeno amoniacal, 25 % de nitrógeno nítrico y 50 % de nitrógeno ureico. Esta mezcla presenta grandes ventajas en fertirrigación, pero es problemática por el elevado contenido de nitrógeno en forma uréica, cuya transformación a forma nítrica es algo lenta. En suelos arenosos puede aumentar pérdidas por lavado. Tiene pH prácticamente neutro.

### **Nitrato de Magnesio líquido**

Es similar al anteriormente descrito, con la misma riqueza aproximada en nitrógeno, pero con un contenido en magnesio del 6 %.

De la misma forma que el producto anterior se utilizaba para aportar calcio al aplicarlo, este producto descrito se usa para la aportación de magnesio al suelo.

### **Ácido nítrico**

Contiene un contenido en nitrógeno del 12 % y se suele usar más como corrector del pH de las soluciones madre durante su preparación, que como

fertilizante propiamente dicho. Se usa por tanto para evitar posibles problemas de insolubilización en la aplicación del fertilizante. Es usado también para la limpieza de tuberías de cal. La utilización de este producto conlleva un alto riesgo por ser muy corrosivo, por lo que se pondrá especial cuidado en su uso.

### **Ácido fosfórico**

Su uso se está dirigiendo a la aportación del fósforo necesario especialmente en los riegos localizados. Para este fin, se debe depurar el producto mediante decantación y filtrado para la eliminación de impurezas existentes. La riqueza en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se encuentra entre el 45 – 55 %, dependiendo del grado de su disolución. El producto más concentrado con un 54 %, contiene una riqueza de ácido fosfórico del 75 %. Su acción por tanto es muy acidificante, por lo que sirve muy bien para reducir el pH del suelo o de las soluciones. Para evitar el riesgo de corrosión, solamente es necesario diluirlo lo suficiente.

### **Solución de potasa**

Es una solución diluida de cloruro potásico, con un contenido en K<sub>2</sub>O del 10 % y con un pH muy ácido.

### **Complejos líquidos**

Son abonos que contienen dos o tres de los elementos nutritivos principales: nitrógeno, fósforo y potasio. Son por tanto soluciones completas listas para su uso, sin necesidad de preparar soluciones madre. Se debe adoptar en cada caso, la fórmula adecuada de equilibrio, aunque tienen una limitación en el contenido total de nutrientes del 30 %, no pudiendo superarse este porcentaje. Pueden utilizarse directamente añadiéndolas al agua de riego como se hace con las soluciones madre. Se preparan con los componentes simples descritos anteriormente como la urea, sales potásicas, fosfatos, etc. Se escogerá un producto u otro dependiendo de las características del agua al que se va a aplicar, principalmente se debe tener muy en cuenta su pH.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

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

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

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

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

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

Asimismo, debemos tener en cuenta que los abonos disueltos incrementan la conductividad eléctrica del agua de riego. Si ésta llega a ser elevada puede ser muy perjudicial para la planta, por lo que se recomienda no superar el umbral de salinidad de la vid, de 2,4 mmhos/cm (Ferreyra R y Sellas G, 1997), en el extracto de saturación del suelo.

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

Productos	Riqueza de nutrientes (%)				Solubilidad (gr./l) a 20°C	Densidad	Sal	Acidez o basicidad
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Otros				
<b>Nitrogenados</b>								
Nitrato	33,	-	-	-	2190	-	104,	59 A

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

amónico sol.	5						7		
Urea	46	-	-	-	1033	-	75,4	85 A	
Soluc. nitrogenada 20	20	-	-	-	-	1,25	57,3	-	
Soluc. nitrogenada 32	32	-	-	-	-	1,32	70,1	58 A	
Acido nítrico	13	-	-	-	-	1,36	-	26 A	
Nitrato de magnesio	7	-	-	6 Mg	-	-	42,6	-	
FOSFATADOS									
Acido fosfórico	55 %	-	40	-	-	-	1,40	-	38 A
	75 %	-	54	-	-	-	1,48	-	38 A
POTÁSICOS									
Sulfato potásico	-	-	50	18 S	120	-	46,1	Neutro	
Solución de potasa	-	-	10	3 S	-	1,1	18,8		
BINARIOS Y TERCIARIOS									
Nitrato potásico	13	-	46	-	335	-	73,6	26 B	
Fosfato monoamónico	12	61	-	-	400	-	34,2	65 A	

Tabla 10: Características de los principales productos usados en fertirrigación.

Fuente: Domínguez Vivancos, A., Tratado de fertilización

En la siguiente figura se muestra la compatibilidad química existente la mezclar diferentes tipos de fertilizantes. Se marcan con la letra I las mezclas

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

incompatibles, con una C las compatibles y con una L aquellas que tienen una compatibilidad limitada.

NITRATO AMONICO	UREA	SULFATO AMONICO	SUPERFOSFATO TRIPLE	SUPERFOSFATO SIMPLE	FOSFATO DIAMONICO	FOSFATO MONOAMONICO	CLORURO POTASICO	SULFATO POTASICO	NITRATO POTASICO	NITRATO CALCICO
C	C	C	C	L	C	C	C	C	C	C
C	L	C	C	L	C	C	C	C	C	C
C	L	C	C	L	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	I	I	I	I	I	C	I	C	C

Figura 1: Compatibilidad química de la mezcla de fertilizantes. (Fuente: Pizarro, F. “Riegos Localizados de Alta Frecuencia”)

En la siguiente tabla se enumeran los antagonismos y sinergismos existentes entre los principales cationes e iones influyentes en la nutrición del árbol.

ION	ANTAGONISMO CON	SINERGISMO CON
NITROGENO	POTASIO	MAGNESIO
FOSFORO	POTASIO, HIERRO, ZINC	MAGNESIO
POTASIO	BORO, MAGNESIO	MAGNESIO, HIERRO
CALCIO	POTASIO, HIERRO, MAGNESIO	
SODIO	MAGNESIO, CALCIO	
BICARBONATO	HIERRO	
SULFATO	CALCIO	SODIO

Tabla 11: Antagonismo y sinergismo entre iones. (Fuente: Pizarro, F. “Riegos Localizados de Alta Frecuencia”)

### 3. PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

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

El empleo de la fertirrigación asegura una respuesta mucho más rápida al abonado que con la fertilización convencional. Las necesidades se calculan sobre la base de la fertilización tradicional. Se debe tener en cuenta que la aplicación de abonos se realiza sólo en el bulbo húmedo, por lo que su aprovechamiento por la planta es casi total.

#### 3.1. NECESIDADES NETAS DE FERTILIZACION

Las necesidades fertilizantes han sido calculadas en el apartado 1 del presente anejo. En la siguiente tabla se muestra un resumen de estas necesidades a lo largo de la vida del almendro.

AÑO	NECESIDADES (KG/HA)		
	<i>N</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>O</i>
1	26,36	13,74	31,33
2	48,22	19,47	39,77
3	54,92	25,19	48,2
4	110,41	42,36	73,51
5	129,41	53,82	73,8
6 Y SIG	131,21	71	115,68

Tabla 12: necesidades netas fertilización.

#### 3.2. VARIACION DE LAS NECESIDAD EN CADA CICLO PRODUCTIVO

Es muy importante distribuir las necesidades nutritivas a lo largo de todo el ciclo del almendro. Vamos a dividir las necesidades según el nitrógeno.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Nutriente	Fases del cultivo		
	<i>Brotación a floración</i>	<i>Floración a llenado de fruto</i>	<i>Llenado fruto a maduración</i>
Nitrógeno (%)	13	42	45

Tabla 13: Necesidades temporales de Nitrógeno a lo largo del año productivo. Las necesidades de potasio aumentan al final de la campaña de fertirrigación.

### **3.3. ELECCIÓN DE LOS FERTILIZANTES**

A la hora de elegir los fertilizantes a aplicar, se deberán considerar los requisitos mencionados anteriormente (solubilidad, salinidad, acidez, pureza, compatibilidad, etc.), la forma más asimilable de cada fertilizante para la planta y la disponibilidad y coste de los productos. En base a estas consideraciones y teniendo en cuenta la recomendación de distribuir los aportes a lo largo del ciclo del cultivo, vamos a aplicar complejos sólidos solubles y una solución líquida para el fósforo. Los complejos sólidos solubles incorporan dos de los tres elementos nutritivos, los compuestos elegidos, nitrato amónico (33,5%N), nitrato potásico (46%K y 13% N) y ácido fosfórico (40%) tienen buena compatibilidad entre ellos. La utilización del ácido fosfórico va a ser muy beneficiosa para nuestro cultivo, ya que el Ph del suelo es elevado y este abono tiene acción acidificante y evita obturaciones calcáreas.

Su coste es razonable en relación a otros productos usados en fertirrigación.

Así pues cada año en formación se aportarán diferentes cantidades de abono según las necesidades expuestas anteriormente

#### **AÑO 1**

Se aportarán 67,39 Kg. de nitrato potásico que aportarán las 14 UF de potasio y 8,7 UF de nitrógeno.

Para completar las necesidades de nitrógeno se aportarán 54,62 Kg. de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo (14 UF) se cubrirán con una aportación de 35 litros de ácido fosfórico.

## **AÑO 2**

Se aportaran 86,95 Kg. de nitrato potásico que aportaran las 40 UF de potasio y 11,30 UF de nitrógeno.

Para completar las necesidades de nitrógeno se aportaran 104, 85 Kg. de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo (20 UF) se cubrirán con una aportación de 50 litros de ácido fosfórico.

## **AÑO 3**

Se aportaran 104,34 Kg. de nitrato potásico que aportaran las 48 UF de potasio y 13,56 UF de nitrógeno.

Para completar las necesidades de nitrógeno se aportaran 123,7 Kg. de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo (25 UF) se cubrirán con una aportación de 62,5 litros de ácido fosfórico.

## **AÑO 4**

Se aportaran 158,60 Kg. de nitrato potásico que aportaran las 73 UF de potasio y 20,63 UF de nitrógeno.

Para completar las necesidades de nitrógeno se aportaran 266,77 Kg. de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo (42 UF) se cubrirán con una aportación de 105 litros de ácido fosfórico.

## **AÑO 5**

Se aportaran 160,86 Kg. de nitrato potásico que aportaran las 74 UF de potasio y 32,78 UF de nitrógeno.

Para completar las necesidades de nitrógeno se aportaran 293,19 Kg. de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo (71 UF) se cubrirán con una aportación de 135 litros de ácido fosfórico.

## **AÑO 6 Y SIGUIENTES**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Se aportaran 252,17 Kg. de nitrato potásico que aportaran las 116 UF de potasio y 11,30 UF de nitrógeno.

Para completar las necesidades de nitrógeno se aportaran 104, 85 Kg. de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo (40 UF) se cubrirán con una aportación de 177,5 litros de ácido fosfórico.

### 3.4. FORMA DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Se realizará una fertirrigación continua, en la que el período de aplicación de los fertilizantes es el mismo que el período de riego. En la siguiente tabla se muestra las cantidades de producto que se van a aportar en cada uno de los meses de riego y en cada uno de los años por hectárea

En la siguiente tabla se muestra las cantidades de abono para cada mes de riego.

	ABONOS		
	NITRATO POTASICO	NITRATO AMONICO	ACIDO FOSFORICO
AÑO1			
MARZO		13,65	8,75
ABRIL		13,65	8,75
MAYO		13,65	8,75
JUNIO		13,65	8,75
JULIO	33,7		
AGOSTO	33,7		
AÑO2			
MARZO		26,21	12,5
ABRIL		26,21	12,5
MAYO		26,21	12,5
JUNIO		26,21	12,5
JULIO	43,47		
AGOSTO	43,47		

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

AÑO3			
MARZO		30,92	15,62
ABRIL		30,92	15,62
MAYO		30,92	15,62
JUNIO		30,92	15,62
JULIO	52,17		
AGOSTO	52,17		
AÑO4			
MARZO		66,69	26,25
ABRIL		66,69	26,25
MAYO		66,69	26,25
JUNIO		66,69	26,25
JULIO	79,3		
AGOSTO	79,3		
AÑO5			
MARZO		73,3	33,75
ABRIL		73,3	33,75
MAYO		73,3	33,75
JUNIO		73,3	33,75
JULIO	80,43		
AGOSTO	80,43		
AÑO6 Y SIG			
MARZO		26,21	44,37
ABRIL		26,21	44,37
MAYO		26,21	44,37
JUNIO		26,21	44,37
JULIO	126,08		
AGOSTO	126,08		

Tabla 14: Cantidad de abono a utilizar mensualmente.

Al aplicarse abonos sólidos solubles, deberá prepararse previamente una disolución madre que es la que se incorpora al agua de riego. La disolución

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

madre del nitrato potásico se prepara con 1 parte de nitrato potásico y 5 de agua. La de nitrato amónico 1 de agua y 2 de abono. La de ácido fosfórico 1 de abono y 10 de agua para evitar corrosión.

La forma de aplicación de los fertilizantes que suele usarse en los riegos por goteo es la aplicación a tres fases. Esta modalidad supone que no se mantiene la proporcionalidad entre el agua y el abonado, existiendo dos períodos de riego sin abonado.

Se recomienda comenzar y finalizar el riego sólo con agua, por lo que la frecuencia sería agua – agua más abonado – agua.

Se realizará una aplicación a tres fases durante todo el período de riego que requiera según la capacidad inyectora de la bomba, no suministrándose fertilizantes durante al menos los primeros y últimos 20 minutos de cada turno de riego.

**ANEJO VII**  
**SISTEMA DE RIEGO**  
**LOCALIZADO POR**  
**GOTEO CON**  
**FERTIRRIGACIÓN**

# **1. SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO POR GOTEO CON FERTIRRIGACIÓN**

## **1.1. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN**

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

### **1.1.1. Cabezal de riego**

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

#### **1.1.1.1. Sistema de filtrado**

Tal vez el mayor problema de los riegos localizados de alta frecuencia sean las obturaciones. Los pequeños diámetros de los emisores y las bajas velocidades del agua, facilitan la formación de obturaciones. Estas pueden ser debidas a partículas minerales, partículas orgánicas y precipitados químicos.

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

Existen diferentes tipos de filtros y se instala uno u otro teniendo en cuenta la calidad del agua y el diámetro del emisor.

##### **1.1.1.1.1. Filtro de arena**

Los filtros de arena consisten en tanques en cuyo interior se coloca una gruesa capa de arena, que actúa como elemento filtrante y cuyo espesor no debe ser menor de 50 cm, a través de la cual pasa el agua a filtrar. El agua entra por una tubería superior y se distribuye en el interior del tanque mediante un deflector para evitar que el chorro de agua remueva la arena. El tanque dispone de dos

bocas para la carga y la descarga de la arena y de un purgador, ya que el aire se acumula con frecuencia. La salida del agua filtrada tiene lugar por una tubería inferior, la cual se prolonga en el interior del tanque en unos colectores perforados y revestidos de malla para evitar el arrastre de la arena.

#### **1.1.1.1.2. Filtro de malla**

Los filtros de malla están constituidos por un cuerpo cilíndrico que aloja en su interior un cartucho de malla, que puede tener diferentes tamaños de orificios, a través del cual circula el agua que se pretende filtrar. Existen filtros de malla de distintas formas y dimensiones (en "V" en "Y" en "L", de doble cuerpo, etc.). El agua penetra en el mismo y pasa a la cámara interior del cartucho. AL atravesar la pared del cartucho, las partículas cuyo tamaño es mayor que el de los orificios de la malla, quedan retenidas, acumulándose en el interior. La colmatación del filtro de mallas se produce de forma gradual, dejando cada vez una menor superficie para el paso del agua y aumentando por lo tanto las pérdidas de carga que produce. La limpieza del filtro se realiza abriendo la válvula de la parte inferior del filtro, por donde saldrá el agua arrastrando las impurezas retenidas. Se puede realizar una limpieza mas a fondo del mismo desmontándolo y limpiando el cartucho con agua a presión o con un cepillo. Existen otros modelos donde la limpieza puede ser diferente.

#### **1.1.1.1.3. Filtro de anillas**

El método de filtrado por anillas incorpora en su interior anillas (como su propio nombre indica) para realizar la función de filtrado. Estas anillas son colocadas en un cilindro o cartucho e insertadas en el interior del filtro, colocadas todas en la misma orientación y compactadas, de manera que crea un entrelazado con una luz de paso determinada por el cruce donde el agua con las partículas en suspensión pasa a través de ellas quedando así retenidas dichas partículas, obteniendo así la filtración deseada.

En algunos modelos de anillas, el recorrido del agua a través de las ranuras es bastante sinuoso, lo que según sus fabricantes le da al filtrado ciertas características de "profundidad", similares a las de los filtros de arena, por lo

que algunos fabricantes lo recomiendan para sustituir a estos. Sin embargo es usual que los filtros de anillas se restrinjan a ser utilizados para la retención de partículas de origen mineral, y no hacerlos funcionar como si de filtros de arena se tratase.

Estos filtros se instalan como filtros secundarios, no obstante con frecuencia los filtros de anilla se utilizan como único filtro, para caudales muy pequeños (inferiores a 5,7 m<sup>3</sup> / hora) debido a que los filtros de arena no están disponible a precios razonables para pequeños caudales.

En nuestro caso instalaremos un filtro de malla autolimpiante.

### **1.1.1.2. Equipo de fertirrigación**

El equipo de fertirrigación estará formado por depósitos de fertilizante, destinados a almacenar las soluciones de fertilizante que se van a aplicar, y bombas inyectoras de abono, que las inyectan en la red de distribución a una presión superior a la del agua.

#### **1.1.1.2.1. Depósitos**

Los depósitos serán de polietileno, resistentes a la corrosión. Estarán conectados en paralelo a la red de distribución y las bombas inyectoras inyectan las soluciones en el tramo antes del filtro de mallas. De esta forma en los filtros de mallas quedan retenidas las impurezas de los fertilizantes y los precipitados que puedan formarse.

#### **1.1.1.2.2. Bomba de inyectora**

Los sistemas de introducción de fertilizantes pueden ser:

Por arrastre de la solución fertilizante dentro de la línea de riego; ó Succión por una válvula tipo Venturi (Presión negativa); ó Inyección del fertilizante por medio de una bomba (Presión positiva).

Entre estos últimos, se distinguen aquellos del tipo proporcional, que inyectan cantidades de solución fertilizante proporcionalmente al flujo del agua en el sistema, y aquellos de tipo constante, cuya tasa de inyección es

independiente del flujo de agua en el sistema. En la tabla siguiente se resumen las principales características de cada sistema en función de varios aspectos de la operación de fertirriego.

	<b>Sistemas de fertilización</b>		
	<b><u>Arrastre</u></b>	<b><u>Inyector Venturi</u></b>	<b><u>Bomba dosificadora</u></b>
Facilidad de manejo	Alta	Media	Baja
Uso de Fertilizantes sólidos	+	- (*)	- (*)
Uso de fertilizantes líquidos	+	+	+
Velocidad de descarga	Alta	Baja	Alta
Control de la concentración	Ninguna	Media	Buena
Control del Volumen	Bueno	Medio	Bueno
Pérdida de presión	Baja	Muy Alta	Ninguna
Automatización	Baja	Media	Alta
Precio	Bajo	Medio	Alto

Tabla 1: Características de los sistemas de fertirrigación

Se instalara una bomba dosificadora hidráulica.

### **1.1.1.3. Programador de riego**

Se instalarán 3 programadores de riego uno en cada unidad de riego que se encargará de la programación automática del riego, efectuando estos controles por tiempo. Las valvulas hidraulicas de cada subunidad de riego estaran conectadas al programador mediante solenoides y microtubos de polietileno de 8 mm de diametro.

#### **1.1.1.4. Elementos de protección, medida y control**

Se colocarán manómetros a la entrada y después del filtro de mallas, con objeto de medir la presión del agua dentro de la tubería y observar posibles pérdidas de carga u otras anomalías.

#### **1.1.2. Caseta de riego**

Se va a instalar una caseta de riego en cada cabezal para proteger los elementos que lo componen. Entre los diferentes materiales para la construcción de las casetas se elige el acero por su menor coste respecto a las de hormigón. Las casetas que se van a instalar son de montaje fácil y rápido ya que son prefabricadas. Para su colocación se va a preparar una solera de hormigón de 15 cm de espesor para anclar las casetas.

Las dimensiones de la caseta son 2,97 metros de anchura por 5,03 de largo y 2,34 de altura. Las paredes serán de acero galvanizado en caliente de 0,70 Mm de grosor atornilladas al techo y entre si con tortillería de acero inoxidable.

El techo también será de acero galvanizado en caliente con aleación zinc-aluminio, capaz de soportar cargas de nieve de 125kg por m<sup>2</sup> será acanalado para desaguar la lluvia.

La cornisa será de acero galvanizado con una capa de plástico laminado atornillada a la estructura principal en todo su perímetro con tortillería de 10 cm de acero inoxidable.

La puerta principal también de acero de doble capa y unas dimensiones de 2,37x2,16m.

#### **1.1.3. Red de distribución**

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

### 1.1.3.1. Tuberías

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

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

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

El material más apropiado para los ramales portagoteros es el polietileno, ya que es químicamente inerte a las temperaturas normales de utilización; por este motivo no se fisura, no se corroe y no reduce el espesor de pared como consecuencia de reacciones electroquímicas con el terreno que lo rodea. No favorece el crecimiento de algas, bacterias u hongos. Es resistente a los rayos solares. Es flexible y fácilmente manejable, lo que facilita su instalación incluso de forma mecanizada. La norma aplicable a estas tuberías es la UNE 53131.

### 1.1.3.2. Elementos singulares

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

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

La unión entre tuberías de PVC se realizara mediante junta elástica para los diámetros más usuales, a partir de 63 Mm inclusive, y por encolado para diámetros inferiores. La unión entre tuberías de PEBD se realiza mediante juntas mecánicas.

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

La relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías tiene que ser lo mayor posible para reducir las pérdidas de carga singulares en estos elementos.

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T”. e “Y” dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

Las piezas en “T”. e “Y” utilizadas en la red de riego son del mismo material que las tuberías que une.

### **1.1.3.3. Desagües**

Al final de la tubería terciaria de cada módulo se colocará una prolongación de la misma con salida al exterior consistente en doble codo 90° con 1 m. de tubería de 50 mm. de diámetro, con tape final macho roscado todo en PVC.

Este desagüe permite la expulsión de elementos extraños en la red durante los primeros riegos al comenzar la campaña de riego para evitar obturaciones en los aspersores, al igual que el vaciado de la red en caso de ser necesario.

### **1.1.3.4. Mecanismos emisores de agua**

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

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

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

Por su comportamiento hidráulico, podemos distinguir entre goteros normales o estándar, que proporcionan más caudal cuanto mayor sea la presión existente, y goteros autocompensantes, que arrojan un caudal más o menos constante, aunque varíe la presión de entrada, en un determinado rango de presiones.

Éstos últimos son recomendados para lugares en los que hay grandes diferencias de presión debidas a desniveles topográficos o a grandes pérdidas de carga, pero con el paso del tiempo las variaciones de temperatura pueden hacer que pierdan su capacidad de autocompensación.

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

Entre los goteros de largo conducto, podemos distinguir:

- **Microtubos:** son tubos de polietileno de entre 0,6 y 2 Mm de diámetro y longitud variable. Entre sus ventajas, destaca su bajo coste y el hecho de que se pueden uniformar los caudales cortando los microtubos a la longitud adecuada. Sin embargo, presentan una alta sensibilidad a las variaciones de temperatura y presión y mayor riesgo de obturaciones.
- **Goteros helicoidales:** variantes de los microtubos en los que el agua sigue una trayectoria helicoidal. Proporcionan un caudal de 2 a 4 litros/hora, siendo muy sensibles a las obturaciones.

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

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

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

Se ha desechado a priori los goteros de 2 lit/h. por experimentar una gran variación de caudal al variar poco la presión, lo cual determina un rango de trabajo muy pequeño.

Los goteros de 8 l/h también se han descartado para que el caudal no cause problemas de escorrentía, en alguna zona donde la velocidad de infiltración sea menor que el caudal aportado.

Se van a utilizar goteros de largo conducto tipo laberinto, que trabajan en régimen turbulento, tanto por sus ventajas arriba mencionadas como por su coste.

Su conexión a la lateral de riego se realizara mediante perforación con un punzón de la lateral.

#### **1.1.3.5. Dispositivos de medida y control**

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

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

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

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

En las conexiones entre tuberías secundarias y terciarias se instalará una válvula automática seguida de un regulador de presión, protegidos mediante una arqueta de riego. El regulador de presión se instala con objeto de asegurar una determinada presión aguas abajo de su emplazamiento y garantizar el caudal necesario y la uniformidad del riego. Las válvulas automáticas permiten controlar el riego y pueden ser accionamiento hidráulico o eléctrico.

Pese a su mayor coste, se prefiere la utilización de válvulas hidráulicas con control por válvula de tres vías y solenoide por su facilidad de automatización. Serán “normalmente cerradas”, con cierre progresivo para proteger las tuberías

## **1.2. MONTAJE DEL SISTEMA DE RIEGO**

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

Posteriormente, se instalará el cabezal de riego.

Finalmente, se procederá a colocar los ramales portagotos, uno por cada línea de cultivo. Los ramales se colocaran a unos 20 cm del árbol. Los laterales

de riego se colocaran con un tractor con un dispositivo situado en la parte trasera colocado para este fin. Al comienzo de la fila se clavara al suelo con un clavo para posteriormente poder estirar si alguna parte ha quedado mal extendida. Estas laterales se colocaras después de plantar.

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

En la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

### **1.3. CHEQUEO**

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

- Se comprobará que el agua llega a los goteros a la presión adecuada. El control de la uniformidad de los goteros se deberá realizar como mínimo una vez al año, al inicio de la campaña de riego. Se debe verificar que todos proporcionan la misma cantidad de agua o, en el peor de los casos, que la diferencia entre los que suministran más y menos caudal no supera el 10 %.
- Los problemas de obturación de los goteros suelen detectarse cuando el taponamiento está bastante avanzado y la limpieza suele resultar más cara, por lo que se recomienda la prevención. Es preferible sustituir un gotero obstruido antes que intentar desatascarlo con un alambre, ya que se podría dañar.
- En cada derivación se comprobará la presión y el funcionamiento estanco de los empalmes y uniones de los diferentes accesorios y tomas, ya que pueden aparecer fugas y taponamientos. Éstos pueden producirse por causas físicas (arena, piedras, etc.), químicas (precipitados de fertilizantes o del agua de riego) y biológicas (raíces, insectos, etc.).

- Se deberá revisar el final de las tuberías laterales para comprobar que los tapones cierran correctamente.
- El sistema de filtrado debe estar siempre limpio. Se deberá mantener la diferencia de presión entre la entrada y la salida del agua en los niveles descritos en las especificaciones. En caso contrario, se procederá a limpiar los filtros.
- Se comprobará que el equipo de fertirrigación funciona de acuerdo con las características requeridas de caudal, pérdidas de carga y tiempo.
- Además, se verificará el correcto funcionamiento de los elementos de protección, medida y control.

#### **1.4. MANTENIMIENTO**

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

Al inicio de cada campaña se realizará una limpieza a fondo mediante la inyección de ácido nítrico o fosfórico en las tuberías y se dejará dormir un día. Al día siguiente, se limpiarán con agua a mayor presión de lo habitual y con los terminales de los laterales destapados para evacuar los restos o la suciedad acumulada en su interior. A continuación, se seguirá el programa de riego. Asimismo, se comprobará el funcionamiento del cabezal y se verificará la presión de la red en los diferentes ramales. Durante la campaña se revisará periódicamente los manómetros y el estado de limpieza de los filtros, siempre que se observen anomalías o se produzcan cambios en la programación.

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

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

**ANEXO VIII**  
**DISEÑO AGRONÓMICO**

## 1. INTRODUCCIÓN.

El diseño agronómico es el componente fundamental en todo proyecto de riego, y los RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) no son una excepción. Es la parte en la que los errores tienen consecuencias más graves; de nada sirven unos afinados cálculos hidráulicos en la instalación de riego o una perfecta elección de los automatismos, si se parte de un diseño agronómico equivocado cuya consecuencia es, por ejemplo, la salinización del suelo por falta de lavado o la insuficiencia en el volumen de suelo humedecido, por instalar un número equivocado de emisores.

El diseño agronómico es parte del proyecto en cuanto a que decide una serie de elementos de la instalación tales como número de emisores, disposición de los mismos, etc.

Además proporciona unos datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como caudal por emisor y planta, duración del riego, etc.

El diseño agronómico se desarrolla en dos fases:

- 1.<sup>a</sup> Cálculo de las necesidades de agua.
- 2.<sup>a</sup> Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego. Número de emisores por planta y caudal del emisor.

## 2. NECESIDADES DE AGUA.

A efectos de diseño, lo que interesa conocer acerca de las necesidades de agua es su valor punta, en función del cual se dimensionan posteriormente las instalaciones de riego.

### **2.1. CALCULO DE ETO.**

La Eto, evapotranspiración potencial, se ha calculado mediante el método de Blannet – Criddle y por el Método de Thornthwaite. También se dispone de datos de la estación meteorológica de Ejea de los caballeros.

### 2.1.1. Método de Thornthwaite (1.948 – 1.955).

Desarrollado en EEUU, propone la determinación de necesidades de agua mediante el uso de la evapotranspiración potencial (ETP), definida como “cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo que en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas”.

Los datos meteorológicos a utilizar en el cálculo de la ETP son temperaturas e iluminación. En primer lugar, a partir de las temperaturas mensuales, se determina la denominada evapotranspiración sin ajustar (e), que corresponde a valores calculados para meses ficticios de 30 días y 12 horas de insolación diaria. Se calcula el valor “e” mediante la fórmula:

$$e = 1,6 \left( \frac{10t}{I} \right)^a$$

Siendo:

t = temperatura mensual

I = índice térmico de la zona

$$a = 0,675I_3 \cdot 10^{-6} - 0,771I_2 \cdot 10^{-4} + 0,01792I + 0,49239$$

El índice térmico de la zona (I) es un valor anual que se obtiene mediante la suma de los doce índices de calor (i):

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1,514} ; I = \sum_1^{12} i$$

La obtención de la evapotranspiración ajustada o evapotranspiración potencial (ETP) se realizará multiplicando los valores (e) por un coeficiente de corrección (c). El siguiente cuadro muestra todos los cálculos para la determinación de la ETP:

	tm	i	E	C	ETP(cm)	ETP(Mm)
Enero	4,61	0,88	0,971	0,85	0,82535	8,2535
Febrero	5,85	1,27	1,576	0,84	1,32384	13,2384
Marzo	8,84	2,37	3,649	1,03	3,75847	37,5847
Abril	12,5	4	4,615	1,11	5,12265	51,2265
Mayo	16,5	6,1	12,98	1,23	15,9654	159,654
Junio	20,96	8,76	21,13	1,24	26,2012	262,012
Julio	23,04	10,1	25,61	1,26	32,2686	322,686
Agosto	22,33	9,63	24	1,18	28,32	283,2
Septiembre	19,03	7,56	17,36	1,04	18,0544	180,544
Octubre	14,49	5	9,972	0,96	9,57312	95,7312
Noviembre	8,8	2,35	3,616	0,84	3,03744	30,3744
Diciembre	4,74	0,92	1,027	0,82	0,84214	8,4214
					145,29261	1452,9261

Tabla 1: Calculo de ETP según Thornthwaite

### 2.1.2. Fórmula de Blaney-Criddle

El método de Harry F. Blaney y Wayne D. Criddle para el cálculo de la evapotranspiración es el siguiente:

$$ET_o = p (0,46 T_m + 8)$$

Donde:

$ET_o$  = evapotranspiración de referencia (en Mm/día) (promedio en un periodo de 1 mes)

$T_m$  = temperatura media diaria (°C)



$p$  = % diario de horas de luz del mes, con respecto al total anual. Estos valores están tabulados y dependen de la latitud.

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

BLANNEY - CRIDDLE	Enero	Febrero	Marzo	abril	mayo	junio	julio	Agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Tm	4,61	5,85	8,84	12,5	16,5	20,96	23,04	22,33	19,03	14,49	8,8	4,74
0.457t+8,13	10,24	10,80	12,17	13,84	15,67	17,71	18,66	18,33	16,83	14,75	12,1516	10,29618
Pi	6,6	6,66	8,28	8,97	10,1	10,21	10,37	9,64	8,42	7,73	6,63	6,39
Eto	67,56	71,95	100,77	124,17	158,27	180,81	193,50	176,75	141,68	114,03	80,57	65,79

Tabla 2: ETO según Blanney- Criddle

Para el cálculo hidráulico se utilizarán los datos obtenidos en la estación (ver anejo I). Se ha calculado la media mensual en Mm/día. El mes con la evapotranspiración más elevada es Julio, cuyo valor es  $Et_0 = 6,67$  Mm/día.

## 2.2. CÁLCULO DE ETC.

La Etc, evapotranspiración del cultivo, se calcula multiplicando la evapotranspiración del cultivo de referencia,  $Et_0$ , por un coeficiente exclusivo de cada cultivo,  $K_c$ . Este coeficiente depende del marco de plantación, del sistema de conducción, del tipo de poda, de las características varietales, del método empleado para la lucha contra las malas hierbas y del clima de la zona. Este coeficiente de cultivo ha sido calculado por distintos autores para el caso del almendro.

Por cercanía de la zona de estudio y debido a que son unos cálculos bastante modernos elegiremos  $K_c$  calculadas en 1998 para la comarca del Bajo Aragón.

$K_c$  para almendro en la Comarca del Bajo Aragón (Martínez-Cob *et al.*, 1998)

	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
$K_c$	0	0	0,53	0,7	0,8	0,85	0,86	0,82	0,69	0,69	0	0

Tabla 3;  $K_c$  para almendro en el Bajo Aragón.

Para el mes de mayor  $ET_0$  que es Julio, el coeficiente de cultivo,  $K_c$  será de 0,88.

Por tanto, la evapotranspiración del cultivo será:

$$ET_c = ET_0 \times K_c = 0,86 \times 6,67 = 5,73 \text{ Mm/día.}$$

## 2.3. EFECTO DE LOCALIZACIÓN. (KL).

Se han propuesto numerosos procedimientos que corrigen la  $ET_c$  por el efecto de localización. Entre ellos, se han seleccionado como más prácticos los que se basan en la "fracción de área sombreada por el cultivo", a la que se le denomina  $A$  y se define como la "fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a

superficie total". A efectos prácticos se puede considerar la proyección sobre el terreno de la masa vegetal del cultivo.

En nuestro caso al tratarse de una plantación en alta densidad con un marco de 4,5 x 5,5 estimamos un sombreadamiento del 65%. En estas condiciones tomaremos como valor de  $A = 0,65$ .

Estos métodos suponen que a efectos de evapotranspiración el área sombreada se comporta casi igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada elimina agua con una intensidad mucho menor. Diversos autores han estudiado la relación entre  $Kl$  y  $A$ , obteniendo las siguientes formulas:

Aljibury et al.	$Kl = 1,34 A$	$Kl=0,871$
Decroix	$Kl = 0,1 + A$	$Kl=0,75$
Hoare et al.	$Kl = A + 0,5 (1 - A)$	$Kl=0,825$
Keller	$Kl = A + 0,15 (1 - A)$	$Kl=0,7025$

Tabla 4: relación entre  $Kl$  y  $A$

De estos 4 valores se desprecian los dos extremos y se hace la media de los dos centrales. De esta forma obtenemos  $Kl = 0,7875$

## 2.4. CORRECCIONES POR CONDICIONES LOCALES.

Se deben realizar dos tipos de correcciones por condiciones locales: -por variación climática y -por variación por advención.

### Variación climática ( $Ka$ )

Puesto que la  $ET_0$  utilizada en el calculo equivale al valor medio del periodo estudiado, debe mayorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años el valor calculado sería insuficiente. Adoptamos el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1,15 y 1,20. Tomamos  $Ka = 1,15$ .

### **Variación por advención (Kr)**

La corrección a aplicar depende del tamaño de la zona de riego. Para una superficie de 32,87 ha le corresponde un factor por advención de aproximadamente 0,84.

Por tanto las necesidades de agua serán:

$$\text{Nagua} = \text{ET}_0 \times K_c \times K_l \times K_a \times K_r = 6,67 \times 0,86 \times 0,7875 \times 1,15 \times 0,84 = \mathbf{4,36 \text{ Mm/día}}$$

## **2.5. NECESIDADES NETAS (Nn)**

Las necesidades netas de riego se pueden calcular mediante la siguiente expresión:

$$N_n = \text{ET}_{rl} - P_e - G_w - \Delta w$$

Aunque en el mes de máximas necesidades pueda producirse una cierta lluvia que de lugar a una precipitación efectiva,  $P_e$ , ésta no debe tenerse en cuenta ya que es muy improbable que siempre ocurra una lluvia en el intervalo entre dos riegos, que en la alta frecuencia a veces es de un día.

En cuanto al aporte capilar,  $G_w$ , la capa freática no está lo suficientemente cerca como para poder considerar aportes de este tipo, por tanto, tampoco debe tenerse en cuenta.

Referente a la variación de almacenamiento de agua del suelo,  $\Delta w$ , no se tendrá en cuenta para el cálculo de las necesidades punta, ya que los riegos localizados de alta frecuencia pretenden mantener próximo a cero el potencial hídrico del suelo, lo que consiguen reponiendo con alta frecuencia el agua extraída.

Por tanto, se cumple que  $N_n = \text{ET}_{rl}$ . En nuestro caso tenemos  **$N_n = 4,36 \text{ Mm/día}$** .

## **2.6. NECESIDADES TOTALES (NT)**

Para el cálculo de las necesidades totales, a partir de las necesidades netas se han de tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Pérdida de agua por percolación
- Necesidades de lavado

- Falta de uniformidad del riego

### 2.6.1. Pérdidas de agua por percolación (Pp).

Las pérdidas de agua en una parcela con riego localizado de alta frecuencia se deben únicamente a la percolación, ya que las pérdidas por escorrentía se presentan en casos extremos de manejo muy deficiente por lo que no se tendrán en cuenta. Por tanto tenemos:

$$A = Nn + Pp$$

Siendo:

A = el agua a aplicar

Nn = las necesidades netas

Pp = las pérdidas por precolación

Si establecemos una relación entre las necesidades netas y el agua a aplicar obtendríamos de esta forma una eficacia de aplicación (Ea) que quedaría de la siguiente forma:

$$Ea = \frac{Nn}{A}$$

Por tanto, de estas dos fórmulas se obtiene la siguiente relación:

$$Pp = A(1 - Ea)$$

### 2.6.2. Necesidades de lavado (R).

Son un sumando que hay que añadir a las necesidades netas para mantener la salinidad del suelo a un nivel no perjudicial. No teniendo en cuenta las pérdidas por percolación tenemos:

$$A = Nn + R$$

Si establecemos una relación entre las necesidades de lavado y el agua a aplicar obtendremos el denominado coeficiente de necesidades de lavado (LR):

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

De estas dos fórmulas se deduce la siguiente relación:

$$A = Nn + A \cdot LR$$

De todo esto podemos observar que tanto en el caso de pérdidas por percolación, como en el caso de lavado, el agua a aplicar (A), se puede expresar como la suma de Nn más otro sumando que es proporcional a A.

$$A = Nn + A \cdot K$$

Donde tendremos:

$$K = (1 - Ea) \text{ en el caso de pérdidas por percolación}$$

$$K = LR \text{ en el caso de lavado}$$

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

Resumiendo

$$A = \frac{Nn}{1 - K}$$

Siendo K el máximo valor entre  $K = 1 - Ea$  y  $K = LR$

### 2.6.3. Falta de uniformidad del riego.

Debido a diversas causas los emisores de una instalación arrojan caudales que no son exactamente iguales entre sí. Por tanto, la dosis media se eleva de forma que la fracción de la finca menos regada reciba la cantidad de agua necesaria. Así, las necesidades totales se calculan:

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

Y sustituyendo A por su valor anteriormente expuesto tenemos:

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) \cdot CU}$$

### 2.6.4. Elección de la eficacia de aplicación (Ea).

Viene dada en función del tipo de clima, de la profundidad de raíces y de la textura del suelo.

En nuestro caso tenemos un clima árido, una profundidad de las raíces de aproximadamente 1 metro de profundidad y una textura media del suelo. Por tanto, el valor de la eficacia de aplicación es  $E_a = 0,95$

### 2.6.5. Cálculo de las necesidades de lavado

El cálculo de las necesidades de lavado es bastante complicado debido a que puede ser conveniente no cargar al riego todas las necesidades de lavado, permitiendo que la lluvia realice parte de esa mejora.

Un método sencillo de cálculo, aunque menos correcto, consiste en calcular LR según la siguiente expresión:

$$LR = \frac{CE_i}{(2 \cdot CE_e \cdot f)}$$

Siendo:

$CE_i$  = Conductividad eléctrica del agua de riego, en nuestro caso  $CE_i = 0,223$  mmhos/cm.

$CE_e$  = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, valor que se impone como objetivo a conseguir con el lavado

$f$  = eficacia de lavado

Maas y Hoffman encuentran una relación lineal entre la salinidad del suelo y la producción de los cultivos, expresada por la siguiente fórmula:

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

Siendo:

$P$  = la producción del cultivo en % respecto al máximo

$CE_e$  = salinidad del suelo expresada como conductividad eléctrica del extracto de saturación y medida en mmhos/cm.

$a$  y  $b$  = son dos parámetros, cuyos valores son constantes para cada cultivo y en el caso del almendro son  $a = 1,5$  y  $b = 19,23$

Puesto que pretendemos obtener el 100 % de la producción  $P = 100$ , despejaremos de esta expresión la  $CE_e$ .

$$100 = 100 - 19,23(CE_e - 1,5)$$

$$CE_e = 2,738 \text{ mmhos/cm}$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

La eficacia de lavado,  $f$ , para suelos francos es de  $f = 0,85$ . Así, el coeficiente de lavado LR queda de la siguiente forma

$$LR = \frac{CEi}{2 \cdot CEe \cdot f} = \frac{0,223}{2 \cdot 2,738 \cdot 0,85} = 0,05$$

Según este valor, para evitar la salinización del suelo tenemos que regar con un exceso del 5 %.

$K = 1 - Ea = 1 - 0,95 = 0,05$  en el caso de pérdidas por percolación

$K = LR = 0,05$  en el caso de lavado.

En cuanto al coeficiente de uniformidad, CU, teniendo en cuenta el marco de plantación y la topografía de la finca, tomamos como valor  $CU = 0,90$

De esta forma ya obtenemos las necesidades totales:

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) \cdot CU} = \frac{4,36}{(1 - 0,05) \cdot 0,90} = 5,19 \text{ mm / día}$$

## **2.7. DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO.**

### **NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA Y CAUDAL DEL EMISOR.**

Todas estas magnitudes están relacionadas entre sí, de forma que una variación en alguna de ellas modifica a los demás y condicionan el posterior diseño hidráulico.

#### **2.7.1. Elección del emisor**

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

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

- Caudal nominal:  $q_a = 4 \text{ l/h}$
- Presión nominal:  $h_a = 10 \text{ m.c.a.}$
- Exponente de descarga:  $x = 0,45$
- Coeficiente de variación de fabricación:  $CV = 0,04$  (Clase A)

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

- Diámetro de paso:  $\emptyset = 1 \text{ Mm}$

## 2.7.2. Número de emisores por cepa

### 2.7.2.1. Porcentaje mínimo de superficie mojada

Una de las características de los riegos localizados de alta frecuencia, entre los que se encuentra el goteo, es precisamente la localización, es decir, el aplicar el agua solamente a una parte del suelo. A efectos de diseño es necesario establecer un mínimo de volumen de suelo a humedecer, lo cual es algo complicado, por lo que el concepto de porcentaje de suelo mojado se sustituye por el de porcentaje de superficie mojada, el cual es más fácil de manejar y medir. Este parámetro fue definido por Kéller y Karmeli(1.974) como la relación, expresada en tanto por 100, entre el área mojada por los emisores y el área total. En 1.978, Keller Merina estandarizan que el área mojada se mida a 30 cm de profundidad y posteriormente H. Abreu sugiere que esa medida se haga a la profundidad en que la densidad radicular sea máxima. Este último autor propone una modificación de la definición en la que el porcentaje de superficie mojada de Keller se multiplica por la fracción de área sombreada.

El parámetro “porcentaje de superficie mojada” se representa por P.

Keller recomienda como valores mínimos para árboles con clima húmedo P = 20 %. En cambio en el caso de cultivos herbáceos el valor de P debe ser mayor, llegando incluso al 70 %.

La elección de P es algo bastante importante puesto que valores de P elevados aumentan la seguridad del sistema, pero, lógicamente aumenta también el coste de instalación.

Atendiendo a la separación que estableceremos entre ramales portaemisores, la separación entre emisores y el caudal de los mismos, tomamos como porcentaje mínimo de superficie mojada, P = 50 %.

### 2.7.3. Área mojada por un emisor.

Para determinar el área mojada por un emisor en el caso de goteros resulta algo complicado ya que en la forma y dimensiones del bulbo húmedo intervienen numerosos factores como textura o volumen de riego. En términos cuantitativos, el cálculo del área mojada por un emisor se puede hacer mediante 3 procedimientos:

**Por el empleo de fórmulas:** estos métodos de cálculo presentan gran cantidad de dificultades y al igual que su uso, aún está muy lejos de ser de aplicación práctica.

**Por el empleo de tablas:** diversos autores han propuesto unas tablas que relacionan la extensión del bulbo húmedo con algunos de los factores que intervienen, pero el uso de estas tablas, aunque sea el método más frecuentemente utilizado a nivel de diseño, adolece siempre de un cierto grado de inexactitud, por lo que debe emplearse con mucha prudencia.

**Por las pruebas de campo:** sería el mejor procedimiento de conocer el área mojada por un emisor, aunque su uso no es frecuente a nivel de diseño.

En nuestro caso utilizaremos el procedimiento de las tablas, utilizando unas tablas dadas por Keller (1.978).

Profundidad de raíces y textura del suelo	Grado de estratificación del suelo		
	Homogéneo	Estratificado	En capas
	Diámetro mojado (m)		
Profundidad 0,80m			
Ligera	0,5	0,80	1,10
Media	1,0	1,25	1,70
Pesada	1,10	1,70	2,00
Profundidad 1,7m			
Ligera	0,8	1,50	2,00
Media	1,25	2,25	3,00
Pesada	1,70	2,0	2,50

Tabla 5: Área mojada por un emisor según el suelo.

Donde atendiendo a la profundidad de las raíces (aproximadamente 1 metro), a la textura del suelo entre media y pesada, (estratificado) y al caudal del emisor que se va a utilizar (4 l/h) obtenemos el diámetro mojado por un emisor que es de 1,50 metros. Por tanto el área mojada por un emisor será:

$$Ame = \pi \cdot Rm^2 = \pi \cdot 0,75^2 = 1,76m^2$$

#### 2.7.4. Separación entre emisores

Vemos ahora la condición de solape, para lo cual vamos a utilizar la siguiente expresión:

$$Se = Rm(2 - \frac{a}{100})$$

Donde:

Se = solape de los emisores en metros

a = % de solape, como mínimo el 10 % como máximo 20%.

Tomaremos a = 15 %.

Rm = radio mojado por un emisor en metros.

$$Se = 0,75(2 - \frac{15}{100}) = 1,38m$$

Debe adoptarse un valor redondeado a los valores normalizados. En este caso se elegirá una separación mínima entre emisores de Sm=1,25m

#### 2.7.5. Numero de emisores por planta

Ahora vemos el número de emisores que debemos de tener por planta para lo cual vamos a utilizar la siguiente expresión:

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

Siendo:

e = número de emisores por planta

P = porcentaje de superficie mojada. En nuestro caso habíamos tomado

P = 50 %

P' = por tratarse de un marco amplio, multiplicaremos el porcentaje de superficie mojada por la fracción de área sombreada. Valores de porcentaje de suelo

mojado respecto al área sombreada ( $P'$ ) del orden del 40% equivaldrían a mojar a un volumen de raíces equivalente a la totalidad del volumen radicular normal del cultivo.  $P'=0,5$

$S_p$  = superficie ocupada por planta. Con un marco de 5,5 x 5 la superficie ocupada por cada planta es de 27,5 m<sup>2</sup>

$A_{me}$  = área mojada por emisor. En nuestro caso ya habíamos visto que era de 1,76 m<sup>2</sup>.

Por tanto el número mínimo de emisores por planta es:

$$e > \frac{50 \cdot 0,5 \cdot 27,5}{100 \cdot 1,76} \rightarrow e > 3,91$$

Por lo que se dispondrán 4 emisores por planta. El caudal que recibirá entonces cada planta será: 4 x 4 l/h = 16 l/h.

Tomando como  $S_e = 1,25$  (condición de solape) vemos que solape le corresponde.

$$1,25 = 0,75 \left( 2 - \frac{a}{100} \right)$$

$$a = 33,3\%$$

Ahora vemos el área mojada por emisor ( $A_{me}$ ) con los solapes, para ello utilizamos la siguiente expresión:

$$A_{me} = \left[ \pi - 2 \left( \alpha - \left( 1 - \frac{a}{200} \right) \text{sen} \alpha \right) \right] R m^2$$

Siendo

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

Según nuestros datos tenemos:

$$\alpha = \arctg \sqrt{\frac{1}{\left( 1 - \frac{33,3}{200} \right)^2} - 1} = \arctg 0,66 \rightarrow \alpha = 0,58$$

$$Ame = \left[ \pi - 2 \left( 0,58 - \left( 1 - \frac{33,3}{200} \right) \text{sen} 0,58 \right) \right] 0,75^2 \rightarrow Ame = 1,12m^2$$

Con lo cual el porcentaje de suelo mojado (P) que obtiene finalmente es:

$$P = \frac{100 \cdot e \cdot Ame}{Sp} = \frac{100 \cdot 4 \cdot 1,124}{27,5} = 16,34\%$$

Este valor es superior al mínimo que hemos considerado (15 %), por lo que se acepta como válido.

### 2.7.6. Tiempo de riego

Para calcular el tiempo de riego utilizamos la siguiente expresión:

$$t = \frac{Nt \cdot I}{e \cdot qa}$$

Siendo:

t = el tiempo de riego en horas.

Nt = necesidades totales de agua en litros/planta.

e = número de emisores por planta.

qa = caudal de los emisores.

I = intervalo de riego.

Las necesidades totales teníamos que eran 5,19 Mm/día que equivale a 142,85 litros/planta y día. El número de emisores por planta es de 4, el caudal de los emisores es de 4 l/h.

En cuanto al intervalo de riego (I), es generalmente la variable menos rígida y por tanto la que más se puede modificar. En general se diseña con I = 1 como mínimo, aunque I < 1, es decir, más de un riego diario también se puede dar, para lo cual se exige un cierto automatismo de la instalación, y como valores máximos se pueden tomar lo siguientes:

TEXTURA	I(máxima)
Ligera	3
Media	4
Pesada	5

Tabla 6: I máxima según textura.

En nuestro caso, tomaremos  $I = 1$ , es decir, un riego cada día.

$$t = \frac{142,85}{4 \cdot 4} = 8,92h$$

La duración del riego se redondea a 9 horas con objeto de facilitar el manejo de la instalación y permitir la utilización de automatismos tales como relojes eléctricos, que son más baratos si trabajan en intervalos de 15 minutos.

### 2.7.7. Dosis de riego (D)

La dosis de riego se calcula mediante la expresión:

$$D = e \cdot Ve$$

El volumen emitido por un emisor es:

$$Ve = Tr. qa = 9 h \cdot 4 l/h = 36 \text{ litros}$$

Sustituyendo este valor, obtenemos:

$$D = 4 \text{ emisores/árbol} \cdot 36 \text{ litros} = 144 \text{ litros/árbol.}$$

## 2.8. DISPOSICIÓN DE LOS EMISORES.

Una parte importante del diseño agronómico es la distribución de las tuberías de último orden y de la disposición de los emisores, donde intervienen varios condicionantes: por una parte deben cumplirse los requisitos antes estudiados de número de emisores por planta; por otra parte los materiales situados sobre el terreno deben permitir la ejecución de las labores, pasos de maquinaria, etc. En nuestro caso, los ramales portaemisores estarán extendidos sobre el terreno durante todo el periodo activo de vegetación de la plantación, y se dispondrán a unos 20 centímetros del tronco del árbol.

De esta forma se situará un ramal portaemisores por cada línea de cultivo, donde los emisores dentro del ramal irán distanciados 1,25 metros, por lo que habrá 4 emisores por planta al ser la distancia entre plantas dentro de la misma línea de 5 metros. Y los ramales portaemisores irán, por tanto, separados 5,5 metros unos de otros ya que se corresponde con la separación entre líneas de cultivo.

## **2.9. CUADRO RESUMEN DEL DISEÑO AGRONÓMICO**

En nuestro caso, se va a regar durante los meses de marzo, mayo, junio, julio y agosto, ya que la cosecha comienza normalmente a principios o mediados de septiembre.

En el siguiente cuadro se recoge un resumen del diseño agronómico.

Siguiendo el mismo procedimiento que hemos realizado para el mes de julio, se han obtenido los valores correspondientes a los meses de mayo, junio y agosto.

En los cinco primeros años las necesidades de agua aumentan cada año un 15% desde un 25% el primer año.

	Unidades	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	agosto	septiembre
Eto	Mm/día	2,63	3,64	4,84	6,13	6,67	6,01	4,07
Kc	-	0,53	0,7	0,71	0,82	0,86	0,82	0,69
Kl	-	0,7875	0,7875	0,7875	0,7875	0,7875	0,7875	0,7875
Ka	-	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Kr	-	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Nn	Mm/día	1,06	1,938327	2,614155	3,82386	4,363671	3,749005	2,136344
Nt	Mm/día	1,24	2,267049	3,057492	4,472351	5,194846	4,384801	2,498648
Nt	l/árbol.día	34,11	62,34386	84,08102	122,9897	142,8583	120,582	68,71282
I	Días	1	1	1	1	1	1	1
Tr	horas/día	2,13	3,896491	5,255064	7,686854	8,928642	7,536377	4,294551
D	l/arbl	34,11	62,34386	84,08102	122,9897	142,8583	120,582	68,71282
	l/árbol. Mes	1057,27	1870,316	2606,512	3689,69	4428,606	3738,043	2061,385
C	M <sup>3</sup> /hectárea mes	384,46	680,1029	947,8058	1341,682	1610,374	1359,265	749,5813
C(FINCA)	m <sup>3</sup> /finca mes	11.761,11	20.805,4	28.994,8	41.044,1	49.263,82	41.582,0	22.930,8

Tabla 7:Resumen diseño agronómico

**ANEJO XIX**  
**DISEÑO HIDRAULICO**

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de diseño hidráulico tiene las siguientes fases:

- 1.- Se fija el número de subunidades de riego, considerando el tiempo de riego y la frecuencia de aplicación del mismo.
- 2.- Se realiza el diseño de las subunidades de riego, calculando los caudales y las presiones de funcionamiento necesarias.
- 3.- En base a los datos anteriores, se dimensiona la red de tuberías. Se parte de las subunidades y se avanza hacia el cabezal de riego.
- 4.- Se diseña el cabezal atendiendo a la calidad del agua y a los condicionantes de manejo previstos, teniendo en cuenta la automatización.

### 1.1. DATOS PREVIOS

#### Selección del gotero

Se recurrirá a goteros turbulentos o goteros de botón. Se desecha la utilización de goteros autocompensantes por dos motivos, su alto coste frente a los turbulentos y el envejecimiento de la membrana que provoca que acabe comportándose como microtubos disminuyendo la velocidad de paso del agua (régimen laminar).

Se ha desechado a priori los goteros de 2 lit/h. por experimentar una gran variación de caudal al variar poco la presión, lo cual determina un rango de trabajo muy pequeño.

Los goteros de 8 l/h también se han descartado para que el caudal no cause problemas de escorrentía, en alguna zona donde la velocidad de infiltración sea menor que el caudal aportado.

#### Datos gotero

Así pues, partiendo de la curva característica del emisor de botón “q-h” se establece, en la formula que las relaciona ( $q=K h^x$ ), los valores “K” “x” que son característicos de cada tipo de emisor.

Según la curva,  $q = 1,42xh^{0,45}$  para:

$h_1=5$  ;  $q=2,9$

$h_2=10$ ;  $q=4,0$

$h_3=15; q=4,8$

Coeficiente de variación de fabricación:  $CV = 0,04$  (Clase A)

### Datos de la finca

- Marco de plantación: 5,5 x 5 metros
- Dosis práctica de riego: Es el volumen de agua máximo que deberá ser aplicada en un momento concreto. 5,31 Mm/día.
- Numero de emisores por planta: 4.
- Tiempo disponible para el riego. Es el tiempo que vamos a estar regando cuando las necesidades son máximas. Este será de diez horas y cuarenta y cinco minutos en el momento de mayores necesidades.
- Tendremos tres unidades de riego cada una de ellas formada por 6 subunidades de riego.

## 2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

### 2.1. *NÚMERO DE SUBUNIDADES DE RIEGO*

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

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

Se denomina sector o unidad de riego al conjunto de subunidades de riego que se riegan simultáneamente.

En nuestro caso dividiremos la finca en tres sectores de riego ya que existen 3 cabezales de riego diferentes, cada uno correspondiente a cada una de las parcelas, así pues los tres sectores de riego coincidirán con las tres parcelas.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Cada sector de riego estaría formado por 6 subunidades, por lo que se tendrían 18 subunidades de riego, que van a estar condicionadas por el número y la geometría de las parcelas.

Las dimensiones de cada subunidad, los desniveles y la disposición de la tubería terciaria y de las laterales quedan reflejadas al realizar los cálculos de cada subunidad. Las dimensiones y distribución de las subunidades de riego pueden verse con detalle en los Planos nº 1 y nº 2. Las subunidades se diseñan abasteciendo las laterales y las terciarias por su extremo.

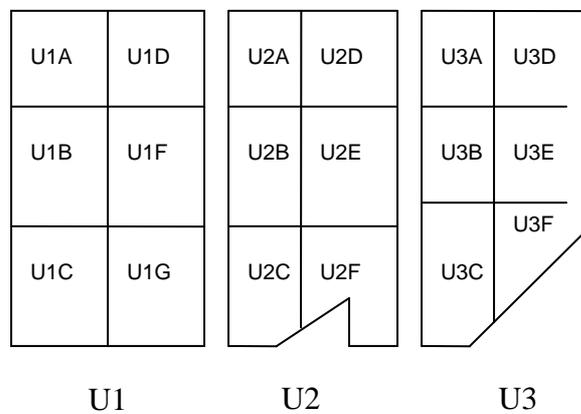


Figura 1: Esquema de distribución de las subunidades de riego.

## 2.2. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1A, U1B

Las subunidades U1A y U1B tienen las mismas dimensiones y topografía por lo tanto la solución será igual en las dos.

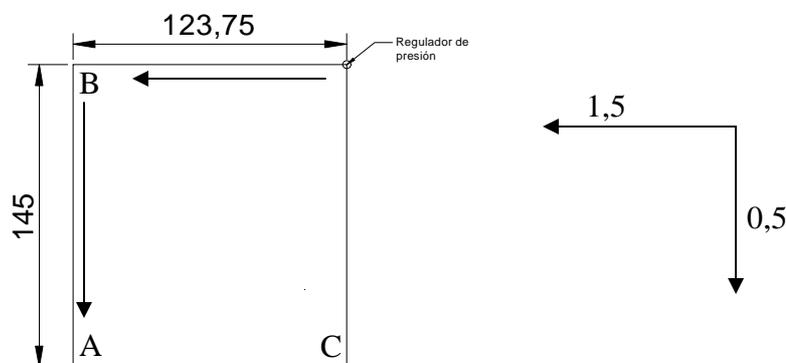


Figura 2: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U1A, U1B.

### 2.2.1. Variación de presiones en la subunidad

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

Teniendo en cuenta que la ecuación de un emisor es:

$$q = K \cdot h^x \quad (1)$$

Derivando se tiene:

$$dq = K \cdot x \cdot h^{x-1} \cdot dh \quad (2)$$

Si despejamos K en (1), e introducimos este valor en (2), obtenemos:

$$dq = \frac{q}{h^x} \cdot x \cdot h^{x-1} \cdot dh = q \cdot x \cdot \frac{dh}{h} \quad (3)$$

Por tanto,

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

Esta expresión representa la máxima variación de presión que puede existir entre dos emisores cualesquiera de la subunidad, y viene definida por las pérdidas de carga de las tuberías y por las diferencias de cotas.

La pérdida de carga admisible en la subunidad ( $\Delta H_s$ ) viene determinada por la máxima diferencia de presión y por la diferencia de cotas. Si llamamos Zl al desnivel de la tubería lateral y Zt al desnivel de la tubería terciaria, la pérdida de carga admisible en la subunidad vale:

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

El signo más corresponde a desniveles descendentes, mientras que el signo menos corresponde a desniveles ascendentes, tanto para la tubería terciaria como para las laterales

En nuestro caso

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

$$Z_l = 145 \cdot \frac{1,5}{100} = 2,175m$$

$$Z_t = 123,75 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,619m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,175 + 0,619 = 5,02m.c.a$$

### 2.2.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad

Una vez conocida la pérdida de carga admisible en la subunidad, ésta se repartirá entre las distintas tuberías que componen la subunidad.

Así, tradicionalmente se ha empleado el criterio de Karmelli y Keller, (1.975) de repartir esta pérdida de carga de modo que un 45 % se produzca en la tubería terciaria y un 55 % en la tubería lateral. Este criterio no permitía optimizar los diámetros, pues experimentalmente se puede comprobar que soluciones más económicas que cumplan todos los requerimientos de diseño incrementan el porcentaje de pérdidas de carga que se produce en los laterales.

Montalvo y Arbiza, (1.990) proponen una expresión para determinar el reparto óptimo, R, en función de la separación en laterales, s, y el coeficiente de forma de la subunidad, CF, definido como la relación entre las longitudes del lateral, Ll, y la terciaria, Lt.

$$CF = \frac{L_l}{L_t}$$

Esta expresión recoge la longitud total del lateral y de la terciaria en la subunidad, independientemente de la situación del punto de alimentación.

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

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

Dependiendo del tipo de subunidad se proponen dos formulas:

1. laterales alimentados por un extremo:

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

2. laterales alimentados por el punto medio:

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,776 \cdot CF^{0,1402}}{s^{0,054}}$$

En nuestro caso el coeficiente de forma toma el siguiente valor:

$$CF = \frac{L_l}{L_t} = \frac{145}{123,75} = 1,17$$

Ahora el reparto óptimo de las presiones en la subunidad teniendo en cuenta que los laterales están alimentados por el extremo:

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_t} = \frac{0,842 \cdot 1,17^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,779$$

Lo cual quiere decir que podemos perder como máximo el 77,9% para las laterales y el 22,1% para la terciaria, que manifiesta una discrepancia seria con el tradicional 55 % - 45 % de Keller.

$$\Delta H_l = 0,779 \cdot 5,02 \text{ m.c.a.} = 3,91 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,221 \cdot 5,02 \text{ m.c.a.} = 1,11 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 3,91 m.c.a. en el lateral y 1,11m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.2.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM)

- LI = 145 metros
- N° de salidas = 116 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 464 l/h

#### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

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

$$L_e = 0,23 \cdot 116 = 26,68 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de  $145 + 26,68 = 171,68$  metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

### **Pérdidas de carga continuas (hc)**

Para el cálculo de las pérdidas de carga continuas en la tubería lateral seguiremos la recomendación de Watters y Keller (1.978), para tuberías de plástico (PVC y PE), emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

Donde:

$\alpha$  = Coeficiente en función de la temperatura

D = Diámetro interior de la tubería, en Mm.

L = Longitud total de la tubería, en metros

Q = Caudal en el origen de la tubería, en l/h.

Fg = Coeficiente de reducción generalizado

En nuestro caso tenemos:

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 171,68$  metros

-  $S_o = S; n = 116; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$

Tantaremos con  $\varnothing 16$  Mm  $\varnothing_{int} = 13,8$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{13,8^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 5,33 m.c.a > \Delta H_1 \rightarrow \text{NO valido}$$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20$  Mm  $\varnothing_{int} = 17$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 1,98 m.c.a < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

### **2.2.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)**

q<sub>l</sub> = 464 l/h.

Sl = 5,5 metros

La subunidad incluye 23 laterales.

$$q_t = 23 \cdot 464 = 10672 l / h$$

### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

De manera análoga a como sucede con la conexión de los emisores, existen estudios centrados en determinar la longitud equivalente de las pérdidas de carga que representa el punto de conexión de la tubería lateral con la terciaria. Podemos emplear un coeficiente mayorante K sobre las pérdidas de carga continuas. Como referencia se puede establecer para laterales espaciados 5 metros un coeficiente de mayoración del 20 % ( $K = 1,20$ ). A menor separación entre laterales se ha de incrementar este valor.

T. Montalvo, adaptando los resultados obtenidos por Howell y Barinas (1.978) determina la longitud equivalente de la conexión lateral-terciaria en función del número de laterales (N) y del caudal en cabeza (Q en l/h), mediante la expresión:

$$L_e = 0,10 \cdot Q_l^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 10672^{0,3} \cdot 23^{0,26} = 3,65m$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(22) = 123,75m$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 123,75 + 3,65 = 127,4$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### **Pérdidas de carga continuas. (hc)**

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

Tanteamos con  $\varnothing 50$  Mm.  $\varnothing_{int} = 46,4$  Mm.

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 127,4$  metros

-  $S_0 = S / 2; n = 23; \beta = 1,8 \rightarrow F = 0,372$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 127,4 \cdot 10672^{1,75} \cdot 0,372 = 3,05 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63$  Mm.  $\varnothing_{int} = 59,2$  Mm.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 127,4 \cdot 10672^{1,75} \cdot 0,372 = 0,96 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC Ø63 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado menor al admisible. Por lo tanto el tramo 1 tendrá menor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

2 laterales

$$L_1 = 2,75 + 1 \cdot 5,5 = 8,25m$$

TRAMO 2:

21 laterales

$$L_{r2} = 5,5 + (20 \cdot 5,5) = 115,5m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 9744^{0,3} \cdot 21^{0,26} = 4,47m$$

$$L_2 = 115,5 + 4,47 = 119,97m$$

$$Q_2 = 21 \cdot 464 = 9744l / h$$

Calculamos las perdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (63mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 21; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,388$$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 119,97 \cdot 9744^{1,75} \cdot 0,388 = 0,8mca$$

Así pues las perdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la perdida de carga en el total de la tubería para diámetro 63mm que es 0,96 m.c.a menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,8m.c.a.

$$h_1 = 0,96 - 0,8 = 0,16mca$$

La perdida de carga en el tramo 2 será:

$$h_2 = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 119,97 \cdot 9744^{1,75} \cdot 0,388 = 2,55mca$$

La carga de pérdida total el la terciaria será:

$$h_t = 2,55 + 0,16 = 2,71mca$$

La perdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 2,71 + 1,98 = 4,69mca < 5,02 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U1A,U1B,

Laterales Ø 20 PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1 Ø 63 PVC 6 ATM (8,25 m)

TRAMO 2 Ø 50 PVC 6 ATM (115,5 m )

### 2.2.5. Estudio de presiones en las subunidades

$$\frac{h_{min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

Aunque el punto mas aleja del regulador de presión en A en este caso no será el más desfavorable debido a la pendiente descendente, así pues el punto más desfavorable será B.

$$h_{min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{\frac{1}{0,45}} = 8,38m.c.a = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B → 8,38m.c.a

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 - 1,98 + 2,17 = 8,57 \text{ m.c.a}$$

$$\text{RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 2,71 - 0,62 = 10,47 \text{ m.c.a}$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,47 + 2,17 - 1,98 = 10,66 \text{ m.c.a}$$

### Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 10,66 \text{ m.c.a}$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38 \text{ m.c.a}$$

La presión máxima corresponde al punto C y la mínima al B.

$$h_{\max} = 10,66 \text{ m.c.a.}$$

$$h_{\min} = 8,38 \text{ m.c.a.}$$

Para garantizar que la presión media se corresponda con la nominal, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{10,66 - 8,38}{2} = 1,14$$

Las presiones máximas y mínimas serán:

$$H_{\max} = H_a + 1,14 = 10 + 1,14 = 11,14 \text{ m.c.a}$$

$$H_{\min} = H_a - 1,14 = 10 - 1,14 = 8,86 \text{ m.c.a}$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,14 - 10,66 = 0,48 \text{ m.c.a}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,47 + 0,48 = 10,95 \text{ mca}$$

### 2.2.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,14^{0,45} = 4,20 \text{ l/h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,86^{0,45} = 3,79 \text{ l/h}$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

### 2.2.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

Para evaluar la bondad del diseño de una instalación recurrimos al coeficiente de uniformidad absoluta definido por Karmeli y Keller (1.975), que viene dado por la siguiente expresión:

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{q_{\min}}{q_a} + \frac{q_a}{q_{\max}} \right]$$

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,79}{4} + \frac{4}{4,20} \right] = 0,9258 \rightarrow 92,58\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 92,58% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

### 2.3. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1C

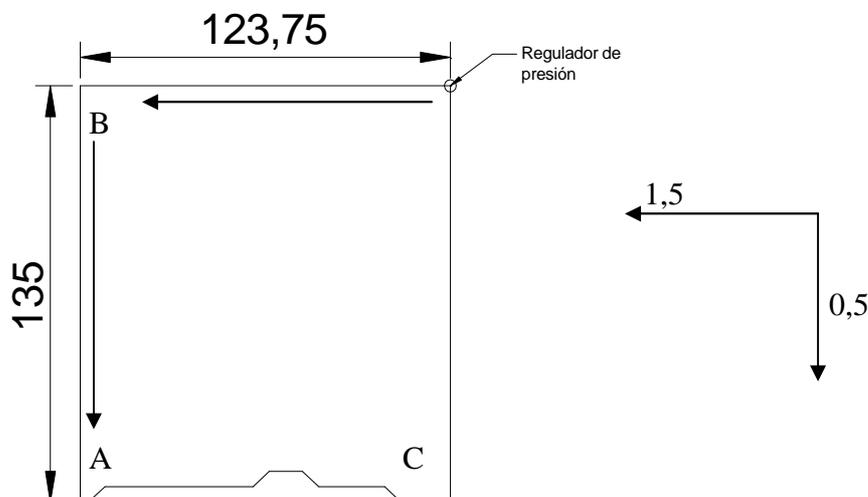


Figura 3: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U1C.

#### 2.3.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_l = 135 \cdot \frac{1,5}{100} = 2,03m$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS



$$Z_t = 123,75 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,62m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,03 + 0,62 = 4,88m.c.a$$

### 2.3.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

$$CF = \frac{L_l}{L_t} = \frac{135}{123,75} = 1,09$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,09^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,77$$

$$\Delta H_l = 0,77 \cdot 4,88 \text{ m.c.a.} = 3,76 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,22 \cdot 4,88 \text{ m.c.a.} = 1,08 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 3,76 m.c.a. en el lateral y 1,08 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.3.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 135 metros
- N° de salidas = 108 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 432 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 108 = 24,84 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de 135+ 24,84 = 159,84 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

- $\alpha = 0,473$
- $L = 159,84 \text{ metros}$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

$$- S_o = S; n = 108; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,369$$

Tantearemos ahora con  $\varnothing 20 \text{ Mm}$   $\varnothing_{\text{int}} = 17 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 159,84 \cdot 432^{1,75} \cdot 0,369 = 1,63 \text{ m.c.a} < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

### 2.3.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

Sl = 5,5 metros

La subunidad incluye 23 laterales, y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria. En esta subunidad las laterales tienen diferentes longitudes. Calcularemos el caudal para cada longitud de lateral. Los subíndices indican el número de árboles a los que abastece cada lateral. Multiplicando estos caudales por el número de laterales que hay de cada longitud obtendremos el caudal que tiene que abastecer la terciaria.

$$q_{125} = 400 \text{ l} / \text{h}$$

$$q_{126} = 416 \text{ l} / \text{h} \quad Q_t = 5 \cdot 432 + 15 \cdot 416 + 3 \cdot 400 = 9600 \text{ l} / \text{h}$$

$$q_{127} = 432 \text{ l} / \text{h}$$

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 9600^{0,3} \cdot 23^{0,26} = 3,53 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_o + S(n-1) = 2,75 + 5,5(22) = 123,75 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 123,75 + 3,53 = 127,28$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

#### Pérdidas de carga continuas. (hc)

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

Tanteamos con  $\varnothing 40 \text{ Mm}$ .  $\varnothing_{\text{int}} = 36,4 \text{ Mm}$ .

$$\alpha = 0,473$$

$$L = 127,28 \text{ metros}$$

$$S_o = S / 2; n = 23; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$$

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 127,28 \cdot 9600^{1,75} \cdot 0,372 = 8,01 > \Delta H_t \rightarrow \text{Novalido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 50 \text{ Mm}$ .  $\varnothing_{\text{int}} = 46,4 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 127,28 \cdot 9600^{1,75} \cdot 0,372 = 2,53 \text{ mca} \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC  $\varnothing 50 \text{ Mm}$  sería una solución técnicamente correcta pero no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado mucho mayor al admisible. Por lo tanto el tramo 1 tendrá mayor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1

15 laterales

$$L_1 = 2,75 + 14 \cdot 5,5 = 79,75 \text{ m}$$

TRAMO 2:

8 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (7 \cdot 5,5) = 44 \text{ m}$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 3344^{0,3} \cdot 8^{0,26} = 1,95 \text{ m}$$

$$L_2 = 44 + 1,95 = 45,95 \text{ m}$$

$$Q_2 = 432 + 7 \cdot 416 = 3344 \text{ l / h}$$

Calculamos las perdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (50mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 11; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,428$$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 45,95 \cdot 3344^{1,75} \cdot 0,428 = 0,17 \text{ mca}$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 50 Mm que es 2,25 m.c.a menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,34 m.c.a.

$$h_1 = 2,53 - 0,17 = 2,36mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 45,95 \cdot 3344^{1,75} \cdot 0,428 = 0,53mca$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 2,36 + 0,53 = 2,89mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 1,63 + 2,89 = 4,52mca < 4,88 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U1C

Laterales  $\varnothing 20$  PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1  $\varnothing 50$  Mm PVC 6 ATM (79,75m)

TRAMO 2  $\varnothing 40$  mm PVC 10 ATM (44m)

### 2.3.5. Estudio de presiones en la subunidad

El punto más alejado del regulador de presión es A, pero el punto más desfavorable es B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{0,45} = 8,38m.c.a = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B  $\rightarrow 8,38m.c.a$

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 - 1,63 + 2,02 = 8,77m.c.a$$

$$\text{RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 2,89 - 0,62 = 10,65m.c.a$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,65 - 1,63 + 2,02 = 11,04 \text{ m.c.a}$$

### Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 11,04 \text{ m.c.a}$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38 \text{ m.c.a}$$

Y para asegurar la presión media del emisor ( $H_a$ ) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} = \frac{11,04 - 8,38}{2} = 1,31$$

$$H_{\max} = H_a + 1,31 = 10 + 1,31 = 11,31 \text{ m.c.a}$$

$$H_{\min} = H_a - 1,31 = 10 - 1,31 = 8,69 \text{ m.c.a}$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,04 - 11,31 = -0,27 \text{ m.c.a}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,65 - 0,27 = 10,38 \text{ mca}$$

### 2.3.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,31^{0,45} = 4,25 \text{ l / h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,69^{0,45} = 3,75 \text{ l / h}$$

### 2.3.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,75}{4} + \frac{4}{4,25} \right] = 0,9154 \rightarrow 91,54\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 90,72% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Es un resultado muy ajustado al 90% supuesto así que habrá tener especial cuidado en este sector con respecto al mantenimiento.

## 2.4. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1D,U1E

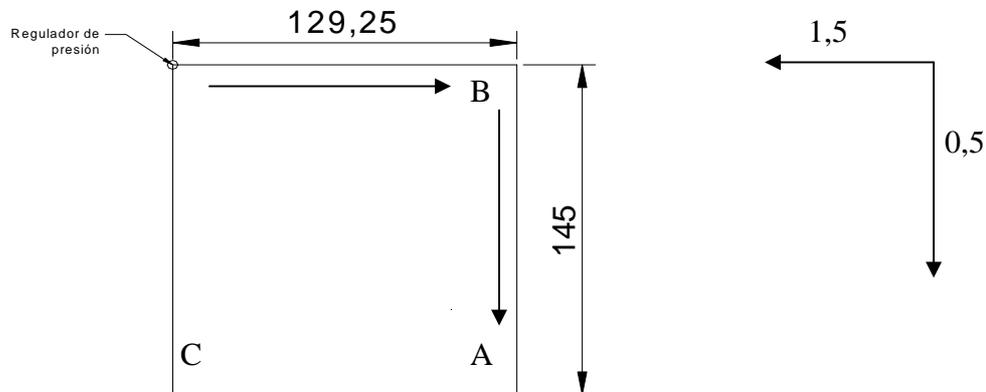


Figura 4:Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U1D,U1E.

El procedimiento para el cálculo de las unidades U1D y U1E es el mismo que para la U1A,U1B,U1C.

Así pues:

### 2.4.1. Variación de presiones en las subunidades.

$$Z_t = 145 \cdot \frac{1,5}{100} = 2,175 \text{ m}$$

$$Z_t = 129,25 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,646 \text{ m}$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,175 - 0,646 = 3,75 \text{ m.c.a}$$

### 2.4.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

$$CF = \frac{L_t}{L_t} = \frac{145}{129,25} = 1,12$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,12^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,774$$

$$\Delta H_l = 0,774 \cdot 3,75 \text{ m.c.a.} = 2,90 \text{ m.c.a.}$$

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$\Delta H_t = 0,226 \cdot 3,75 \text{ m.c.a.} = 0,85 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 2,90 m.c.a. en el lateral y 0,85 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.4.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 145 metros
- N° de salidas = 116 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 464 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 116 = 26,68 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de  $145 + 26,68 = 171,68$  metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

En nuestro caso tenemos:

- $\alpha = 0,473$
- $L = 171,68$  metros
- $S_o = S; n = 116; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20$  Mm  $\varnothing_{\text{int}} = 17$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 1,98 \text{ m.c.a} < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

### 2.4.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$$q_l = 464 \text{ l/h.}$$

$$S_l = 5,5 \text{ metros}$$

La subunidad incluye 24 laterales, y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria.

$$q_t = 24 \cdot 464 = 11136 \text{ l/h}$$

### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 11136^{0,3} \cdot 24^{0,26} = 3,74 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(23) = 129,25 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 129,25 + 3,74 = 132,99$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### **Pérdidas de carga continuas. (hc)**

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

Tanteamos con  $\varnothing 50$  Mm.  $\varnothing_{\text{int}} = 46,4$  Mm.

$$\alpha = 0,473$$

$$L = 132,99 \text{ metros}$$

$$S_0 = S / 2; n = 24; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 132,99 \cdot 11137^{1,75} \cdot 0,372 = 3,42 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63$  Mm.  $\varnothing_{\text{int}} = 59,2$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 132,99 \cdot 11137^{1,75} \cdot 0,372 = 1,08 \text{ mca} \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC  $\varnothing 63$  Mm sería una solución técnicamente correcta pero no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos pérdidas de carga se obtiene un resultado un poco mayor al admisible. Por lo tanto el tramo 1 tendrá mayor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

14 laterales

$$L_1 = 2,75 + 13 \cdot 5,5 = 74,25m$$

TRAMO 2:

10 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (9 \cdot 5,5) = 55m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 4640^{0,3} \cdot 10^{0,26} = 2,29m$$

$$L_2 = 2,29 + 55 = 57,29m$$

$$Q_2 = 10 \cdot 464 = 4640l / h$$

Calculamos las pérdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (63mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 10; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,415$$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 57,29 \cdot 4640^{1,75} \cdot 0,415 = 0,11mca$$

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 63mm que es 1,08 m.c.a menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,11 m.c.a.

$$h_1 = 1,08 - 0,11 = 0,97mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 57,29 \cdot 4640^{1,75} \cdot 0,415 = 0,36mca$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 0,97 + 0,35 = 1,32mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 1,32 + 1,98 = 3,3mca < 3,75 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U1A,U1B

Laterales  $\varnothing 20$  PEBD 4 ATM

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

Terciarias

TRAMO 1 Ø 63 PVC 6 ATM (74,25m)

TRAMO 2 Ø 50 PVC 6 ATM (55m)

### 2.4.5. Estudio de presiones en las subunidades

El punto más alejado del regulador de presión es A, pero el punto mas desfavorable es B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{0,45} = 8,38m.c.a = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B → 8,38m.c.a

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 - 1,98 + 2,175 = 8,575m.c.a$$

$$\text{RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 1,32 + 0,65 = 10,35m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,35 - 1,98 + 2,175 = 10,55m.c.a$$

**Presiones máxima y mínima en la subunidad.**

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 10,55m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor (Ha) que es de 10 m.c.a.

realizamos la siguiente operación:

$$\frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} = \frac{10,55 - 8,38}{2} = 1,09$$

$$H_{\max} = H_a + 1,09 = 10 + 1,09 = 11,09m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,09 = 10 - 1,09 = 8,91m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN

EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

$$11,09 - 10,55 = 0,54 \text{ m.c.a}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,35 + 0,54 = 10,89 \text{ mca}$$

#### 2.4.6. Caudales máximo y mínimo en las subunidades.

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,09^{0,45} = 4,19 \text{ l/h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,91^{0,45} = 3,80 \text{ l/h}$$

#### 2.4.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,80}{4} + \frac{4}{4,19} \right] = 0,9281 \rightarrow 92,81\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 92,81% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

### 2.5. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U1F

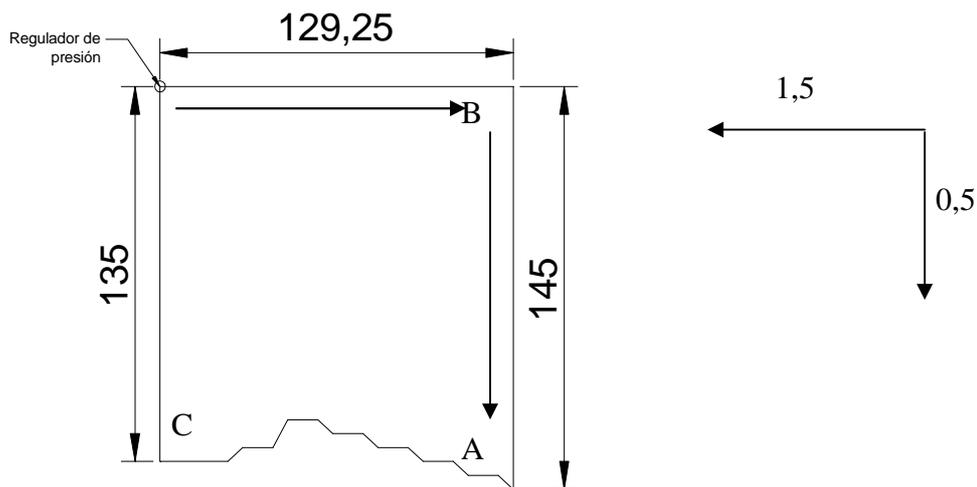


Figura 5: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U1F

### 2.5.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_l = 145 \cdot \frac{1,5}{100} = 2,175 \text{ m}$$

$$Z_t = 129,25 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,646 \text{ m}$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,175 - 0,646 = 3,75 \text{ m.c.a}$$

### 2.5.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

$$CF = \frac{L_l}{L_t} = \frac{145}{129,25} = 1,12$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,12^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,774$$

$$\Delta H_l = 0,774 \cdot 3,75 \text{ m.c.a.} = 2,90 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,226 \cdot 3,75 \text{ m.c.a.} = 0,85 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 2,90 m.c.a. en el lateral y 0,85 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.5.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- Ll = 145 metros
- N° de salidas = 116 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 464 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 116 = 26,68 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de 145+ 26,68 = 171,68 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

En nuestro caso tenemos:

- $\alpha = 0,473$
- $L = 171,68 \text{ metros}$
- $S_o = S; n = 116; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20 \text{ Mm } \varnothing_{\text{int}} = 17 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 1,98 \text{ m.c.a} < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

### 2.5.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$$q_l = 464 \text{ l/h.}$$

$$S_l = 5,5 \text{ metros}$$

La subunidad incluye 24 laterales, y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria. En esta subunidad las laterales tienen diferentes longitudes. Calcularemos el caudal para cada longitud de lateral. Los subíndices indican el número de árboles a los que abastece cada lateral. Multiplicando estos caudales por el número de laterales que hay de cada longitud obtendremos el caudal que tiene que abastecer la terciaria.

$$q_{l24} = 384 \text{ l/h}$$

$$q_{l25} = 400 \text{ l/h}$$

$$q_{l26} = 416 \text{ l/h}$$

$$q_{l27} = 432 \text{ l/h}$$

$$q_{l28} = 448 \text{ l/h}$$

$$q_{l29} = 464 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 1 \cdot 464 + 3 \cdot 448 + 8 \cdot 432 + 6 \cdot 416 + 3 \cdot 400 + 3 \cdot 384 = 10112 \text{ l/h}$$

### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 10112^{0,3} \cdot 24^{0,26} = 3,63 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(23) = 129,25 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 129,25 + 3,63 = 132,88 \text{ metros}$  con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

### Pérdidas de carga continuas. ( $h_c$ )

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

Tanteamos con  $\varnothing 50$  Mm.  $\varnothing_{int} = 46,4$  Mm.

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 132,88$  metros

-  $S_o = S / 2; n = 24; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 132,88 \cdot 10112^{1,75} \cdot 0,372 = 2,89 \text{ mca} \rightarrow \text{NO valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63$  Mm.  $\varnothing_{int} = 59,2$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 132,88 \cdot 10112^{1,75} \cdot 0,372 = 0,91 \text{ mca} \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC  $\varnothing 63$  Mm sería una solución técnicamente correcta pero no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado mucho mayor al admisible. Por lo tanto el tramo 1 tendrá mayor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

10 laterales

$$L_1 = 2,75 + 9 \cdot 5,5 = 52,2 \text{ m}$$

TRAMO 2:

14 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (13 \cdot 5,5) = 77 \text{ m}$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 5936^{0,3} \cdot 14^{0,26} = 2,69 \text{ m}$$

$$L_2 = 77 + 2,69 = 79,69 \text{ m}$$

$$Q_2 = 464 + 3 \cdot 448 + 3 \cdot 432 + 3 \cdot 416 + 3 \cdot 400 + 384 = 5936 \text{ l / h}$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

Calculamos las pérdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (63mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 14; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,400$$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 79,69 \cdot 5936^{1,75} \cdot 0,400 = 0,23mca$$

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 63mm que es 1,08 m.c.a menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,11 m.c.a.

$$h_1 = 0,91 - 0,23 = 0,68mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 79,69 \cdot 5936^{1,75} \cdot 0,400 = 0,73mca$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 0,68 + 0,73 = 1,41mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 1,41 + 1,98 = 3,39mca < 3,75 \rightarrow \text{valido}$$

### Subunidad U1C

Laterales  $\varnothing 20$  PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1  $\varnothing 63$  Mm PVC 6 ATM (52,25m)

TRAMO 2  $\varnothing 50$  Mm PVC 6 ATM (77m)

### 2.5.5. Estudio de presiones en la subunidad

El punto más alejado del regulador de presión es A, pero el punto más desfavorable es B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{0,45} = 8,38 m.c.a = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B  $\rightarrow$  8,38m.c.a

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 - 1,98 + 2,175 = 8,56 m.c.a$$

$$\text{RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 1,41 + 0,65 = 10,44 m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,44 - 1,63 + 2,03 = 10,84 m.c.a$$

$$h_{RPC} = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 159,84 \cdot 432^{1,75} \cdot 0,369 = 1,63 mca$$

$$L_{RPC} = 135 + (108 \cdot 0,23) = 159,84 m$$

$$S_o = S; n = 108; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,369$$

$$q_l = 108 \cdot 4 = 432 l / h$$

$$Z_{RPC} = 135 \cdot \frac{1,5}{100} = 2,03 m$$

### Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 10,84 m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38 m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor ( $H_a$ ) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} = \frac{10,84 - 8,38}{2} = 1,23$$

$$H_{\max} = H_a + 1,23 = 10 + 1,23 = 11,23 m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,23 = 10 - 1,23 = 8,77 m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,23 - 10,84 = 0,39 m.c.a$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,44 + 0,39 = 10,83mca$$

### 2.5.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,23^{0,45} = 4,21l/h$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,77^{0,45} = 3,77l/h$$

### 2.5.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,77}{4} + \frac{4}{4,21} \right] = 0,9222 \rightarrow 92,22\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 92,22% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Es un resultado muy ajustado al 90% supuesto así que habrá tener especial cuidado en este sector con respecto al mantenimiento.

## 2.6. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2A,U2B

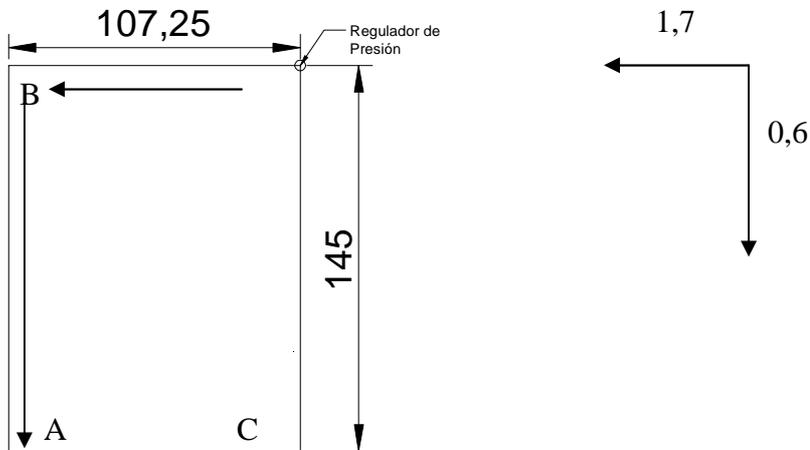


Figura 6:Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U2A,U2B.

### 2.6.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_l = 145 \cdot \frac{1,7}{100} = 2,465$$

$$Z_t = 107,25 \cdot \frac{0,6}{100} = 0,64m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,465 + 0,64 = 5,33m.c.a$$

### 2.6.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{145}{107,25} = 1,35$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,35^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,797$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 79,7 % para los laterales y el 20,3 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,797 \cdot 5,33 \text{ m.c.a.} = 4,25 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,203 \cdot 5,33 \text{ m.c.a.} = 1,08 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 4,25 m.c.a. en el lateral y 1,08 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.6.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 145 metros
- N° de salidas = 116 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 464 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 116 = 26,68 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de 145+ 26,68 = 171,68 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 171,68 \text{ metros}$$

$$S_o = S; n = 116; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$$

Tantaremos ahora con  $\varnothing$  20 Mm  $\varnothing$  int = 17 Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 1,98 \text{ m.c.a} < \Delta H_l \rightarrow \text{valido}$$

### 2.6.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$$q_l = 464 \text{ l/h.}$$

$$S_l = 5,5 \text{ metros}$$

La subunidad incluye 20 laterales.

$$q_t = 20 \cdot 464 = 9280 \text{ l/h}$$

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,10 \cdot Q_t^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 9280^{0,3} \cdot 20^{0,26} = 3,37 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 5,5 + 5,5(19) = 107,25 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 107,25 + 3,37 = 110,62$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

#### Pérdidas de carga continuas. (hc)

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 107,25 \text{ metros}$$

$$- S_0 = S / 2; n = 20; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,373$$

Tanteamos con  $\varnothing 50 \text{ Mm. } \varnothing_{\text{int}} = 46,4 \text{ Mm.}$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 107,25 \cdot 9280^{1,75} \cdot 0,373 = 2,01 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 40 \text{ Mm. } \varnothing_{\text{int}} = 36,4 \text{ Mm.}$

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 107,25 \cdot 9280^{1,75} \cdot 0,373 = 6,38 < \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Instalar una tubería de PVC 50 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado mayor al admisible. Por lo tanto el tramos 1 tendrá mayor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

8 laterales

$$L_1 = 2,75 + 7 \cdot 5,5 = 41,25m$$

TRAMO 2:

12 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (11 \cdot 5,5) = 66m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 5568^{0,3} \cdot 12^{0,26} = 2,53m$$

$$L_2 = 66 + 2,53 = 58,53m$$

$$Q_2 = 12 \cdot 464 = 5568l / h$$

Calculamos las perdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (50mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 20; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,389$$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 58,53 \cdot 5568^{1,75} \cdot 0,389 = 0,47mca$$

Así pues las perdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la perdida de carga en el total de la tubería para diámetro 50mm que es 2,01 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,47 mca.

$$h_1 = 2,01 - 0,47 = 1,54mca$$

La perdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 58,53 \cdot 5568^{1,75} \cdot 0,389 = 1,48mca$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 1,48 + 1,54 = 3,02 \text{ mca}$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 3,02 + 1,98 = 5 \text{ mca} < 5,33 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U2A,U2B:

Laterales  $\varnothing$  20 PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1  $\varnothing$  50 PVC 6 ATM (41,25m)

TRAMO 2  $\varnothing$  40 PVC 6 ATM (66m)

### 2.6.5. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto más desfavorable será B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{\frac{1}{0,45}} = 8,38 \text{ m.c.a} = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B  $\rightarrow$  8,38m.c.a

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{BA} + Z_{BA} = 8,38 - 1,98 + 2,465 = 8,87 \text{ m.c.a}$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 3,02 - 0,64 = 10,76m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,76 - 1,98 + 2,465 = 11,25m.c.a$$

**Presiones máxima y mínima en la subunidad.**

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 11,25m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor (Ha) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,25 - 8,38}{2} = 1,44$$

$$H_{\max} = H_a + 1,44 = 10 + 1,44 = 11,44m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,44 = 10 - 1,44 = 8,56m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,44 - 11,25 = 0,19m.c.a$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,76 + 0,19 = 10,95mca$$

**2.6.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.**

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,44^{0,45} = 4,25l / h$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,56^{0,45} = 3,73l / h$$

### 2.6.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,73}{4} + \frac{4}{4,25} \right] = 0,9130 \rightarrow 91,3\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 91,30 % frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

## 2.7. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2C

### 2.7.1. Variación de presiones en la subunidad

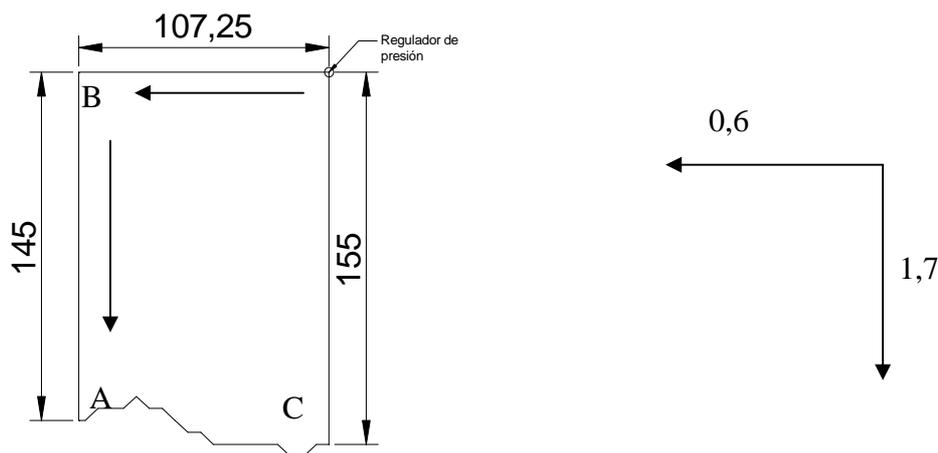


Figura 7: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U2C.

$$Z_l = 145 \cdot \frac{1,7}{100} = 2,465$$

$$Z_t = 107,25 \cdot \frac{0,6}{100} = 0,64m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,465 + 0,64 = 5,33m.c.a$$

### 2.7.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{145}{107,25} = 1,35$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,35^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,797$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 79,7 % para los laterales y el 20,3 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,797 \cdot 5,33 \text{ m.c.a.} = 4,25 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,203 \cdot 5,33 \text{ m.c.a.} = 1,08 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 4,25 m.c.a. en el lateral y 1,08 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.7.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 145 metros
- N° de salidas = 116 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 464 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 116 = 26,68 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de 145+ 26,68 = 171,68 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

$$- \alpha = 0,473$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

-  $L = 171,68$  metros

$$S_o = S; n = 116; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20$  Mm  $\varnothing_{int} = 17$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 1,98 \text{ m.c.a} < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

#### 2.7.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$q_l = 464$  l/h.

$S_l = 5,5$  metros

La subunidad incluye 20 laterales y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria. En esta subunidad las laterales tienen diferentes longitudes. Calcularemos el caudal para cada longitud de lateral. Los subíndices indican el número de árboles a los que abastece cada lateral. Multiplicando estos caudales por el número de laterales que hay de cada longitud obtendremos el caudal que tiene que abastecer la terciaria.

$$q_{l27} = 432 \text{ l/h}$$

$$q_{l28} = 448 \text{ l/h}$$

$$q_{l29} = 464 \text{ l/h}$$

$$q_{l30} = 480 \text{ l/h}$$

$$q_{l31} = 496 \text{ l/h}$$

$$q_{l32} = 512 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 432 + 5 \cdot 448 + 3 \cdot 464 + 2 \cdot 480 + 7 \cdot 496 + 2 \cdot 512 = 9520 \text{ l/h}$$

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,10 \cdot Q_t^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 9520^{0,3} \cdot 20^{0,26} = 3,40 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 5,5 + 5,5(19) = 107,25 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 107,25 + 3,40 = 110,65$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### Pérdidas de carga continuas. (hc)

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 110,74 \text{ metros}$

-  $S_o = S / 2; n = 20; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,373$

Tanteamos con  $\varnothing 50 \text{ Mm}$ .  $\varnothing \text{ int} = 46,4 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 110,65 \cdot 9520^{1,75} \cdot 0,373 = 2,17 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 40 \text{ Mm}$ .  $\varnothing \text{ int} = 36,4 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 110,65 \cdot 9520^{1,75} \cdot 0,373 = 6,89 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Instalar una tubería de PVC 50 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado mayor al admisible. Por lo tanto el tramos 1 tendrá mayor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

11 laterales

$$L_1 = 2,75 + 10 \cdot 5,5 = 57,75m$$

TRAMO 2:

9 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (8 \cdot 5,5) = 49,5m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 4064^{0,3} \cdot 9^{0,26} = 2,14m$$

$$L_2 = 49,5 + 2,14 = 51,64m$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$Q_2 = 2 \cdot 464 + 3 \cdot 448 + 432 + 2 \cdot 448 + 464 = 4064 \text{ l/h}$$

Calculamos las pérdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (50mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 9; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,421$$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 51,64 \cdot 4064^{1,75} \cdot 0,421 = 0,26 \text{ mca}$$

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 50mm que es 2,17 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,26 mca.

$$h_1 = 2,17 - 0,26 = 1,91 \text{ mca}$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 51,64 \cdot 4064^{1,75} \cdot 0,421 = 0,82 \text{ mca}$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 1,91 + 0,82 = 2,73 \text{ mca}$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 1,98 + 2,73 = 4,71 \text{ mca} < 5,33 \rightarrow \text{valido}$$

### Subunidad U2C

Laterales Ø 20 PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1 Ø 50 PVC 6 ATM (57,75m)

TRAMO 2 Ø 40 PVC 6 ATM (49,5m)

### 2.7.5. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto más desfavorable será B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{0,45} = 8,38 \text{ m.c.a.} = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B → 8,38 m.c.a

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{BA} + Z_{BA} = 8,38 - 1,98 + 2,465 = 8,865 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,865 + 2,73 - 0,64 = 10,955 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,955 - 1,63 + 2,3 = 11,62 \text{ m.c.a.}$$

$$h_{RPC} = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 159,84 \cdot 432^{1,75} \cdot 0,369 = 1,63 \text{ mca}$$

$$L_{RPC} = 135 + (108 \cdot 0,23) = 159,84 \text{ m}$$

$$S_o = S; n = 108; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,369$$

$$q_l = 108 \cdot 4 = 432 \text{ l/h}$$

$$Z_{RPC} = 135 \cdot \frac{1,7}{100} = 2,30$$

**Presiones máxima y mínima en la subunidad.**

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 11,62 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38 \text{ m.c.a.}$$

Y para asegurar la presión media del emisor (Ha) que es de 10 m.c.a.

realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,62 - 8,38}{2} = 1,62$$

$$H_{\max} = H_a + 1,62 = 10 + 1,62 = 11,62 m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,62 = 10 - 1,62 = 8,38 m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,62 - 11,62 = 0,0 m.c.a$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,96 + 0,0 = 10,96 mca$$

### 2.7.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,62^{0,45} = 4,28 l / h$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,38^{0,45} = 3,70 l / h$$

### 2.7.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,70}{4} + \frac{4}{4,28} \right] = 0,9061 \rightarrow 90,61\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 90,61% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

## 2.8. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2D,U2E

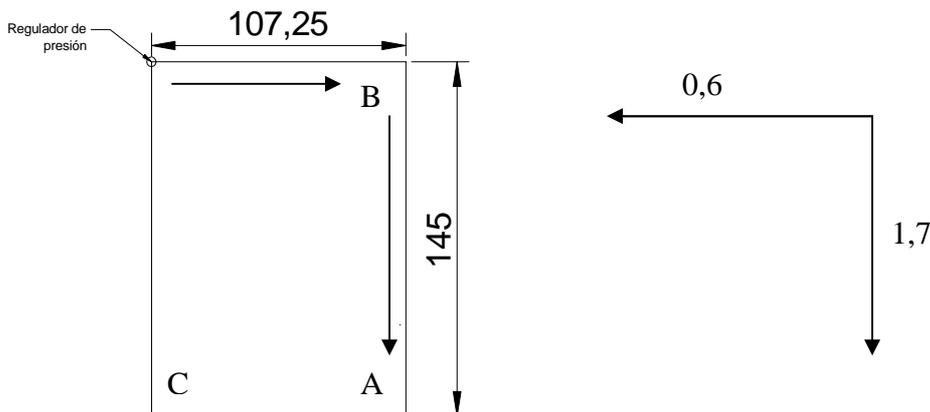


Figura 8: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U2D, U2E.

### 2.8.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_t = 145 \cdot \frac{1,7}{100} = 2,465$$

$$Z_t = 107,25 \cdot \frac{0,6}{100} = 0,64m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,465 - 0,64 = 4,04m.c.a$$

### 2.8.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{145}{107,25} = 1,35$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,35^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,797$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 79,7 % para los laterales y el 20,3 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,797 \cdot 4,04 \text{ m.c.a.} = 3,22 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,203 \cdot 4,04 \text{ m.c.a.} = 0,82 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 3,22 m.c.a. en el lateral y 0,82 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.8.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 Atm).

- LI = 145 metros
- N° de salidas = 116 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 464 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 116 = 26,68 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de 145+ 26,68 = 171,68 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

- $\alpha = 0,473$
- $L = 171,68 \text{ metros}$

$$S_o = S; n = 116; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$$

Tantaremos ahora con  $\varnothing$  20 Mm  $\varnothing$  int = 17 Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 171,68 \cdot 464^{1,75} \cdot 0,368 = 1,98 \text{ m.c.a} < \Delta H_l \rightarrow \text{valido}$$

### 2.8.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$$ql = 464 \text{ l/h.}$$

$$Sl = 5,5 \text{ metros}$$

La subunidad incluye 20 laterales.

$$q_l = 20 \cdot 464 = 9280 \text{ l / h}$$

### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

$$L_e = 0,10 \cdot Q_l^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 9280^{0,3} \cdot 20^{0,26} = 3,37 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 5,5 + 5,5(19) = 107,25 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 107,25 + 3,37 = 110,62$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### **Pérdidas de carga continuas. (hc)**

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 107,25 \text{ metros}$$

$$- S_0 = S / 2; n = 20; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,373$$

Tanteamos con  $\varnothing 50$  Mm.  $\varnothing_{\text{int}} = 46,4$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 107,25 \cdot 9280^{1,75} \cdot 0,373 = 2,01 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 40$  Mm.  $\varnothing_{\text{int}} = 36,4$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 107,25 \cdot 9280^{1,75} \cdot 0,373 = 6,38 < \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Instalar una tubería de PVC 50 Mm sería una solución técnicamente correcta Y económica. En este caso no dividiremos en tramos ya que se ajusta a la pérdida de carga total admisible en la subunidad

$$h_{\text{sub}} = 2,01 + 1,98 = 3,99 < 4,04 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U2D,U2E:

Laterales Ø 20 PEBD 4 ATM

Terciarias Ø 50 PVC 6 ATM (107,25m)

### 2.8.5. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto más desfavorable será B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{\frac{1}{0,45}} = 8,38m.c.a = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B → 8,38m.c.a

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{BA} + Z_{BA} = 8,38 - 1,98 + 2,465 = 8,87m.c.a$$

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 2,01 + 0,64 = 11,03m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 11,03 - 1,98 + 2,465 = 11,52m.c.a$$

#### Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 11,52m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} = 8,38m.c.a$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

Y para asegurar la presión media del emisor ( $H_a$ ) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,52 - 8,38}{2} = 1,57$$

$$H_{\max} = H_a + 1,57 = 10 + 1,57 = 11,57 \text{ m.c.a}$$

$$H_{\min} = H_a - 1,57 = 10 - 1,57 = 8,43 \text{ m.c.a}$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,57 - 11,52 = 0,05 \text{ m.c.a}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 11,03 + 0,05 = 11,08 \text{ mca}$$

### 2.8.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,57^{0,45} = 4,27 \text{ l/h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,43^{0,45} = 3,71 \text{ l/h}$$

### 2.8.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,71}{4} + \frac{4}{4,27} \right] = 0,9084 \rightarrow 90,84\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 90,84% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

## 2.9. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U2F

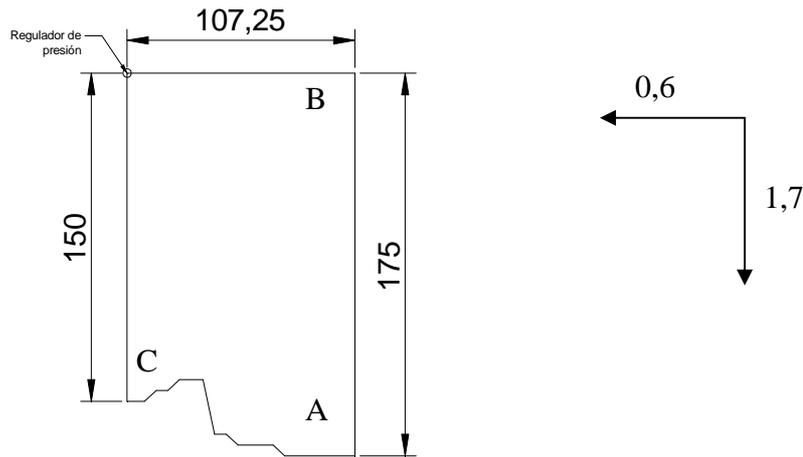


Figura 9: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U2F.

### 2.9.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_l = 175 \cdot \frac{1,7}{100} = 2,975$$

$$Z_t = 107,25 \cdot \frac{0,6}{100} = 0,64m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 2,975 - 0,64 = 4,56m.c.a$$

### 2.9.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{160}{107,25} = 1,49$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,49^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,809$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 80,9 % para los laterales y el 19,1 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,809 \cdot 4,56 \text{ m.c.a.} = 3,69 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,191 \cdot 4,56 \text{ m.c.a.} = 0,87 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 3,69 m.c.a. en el lateral y 0,87 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.9.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 175 metros
- N° de salidas = 140 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 560 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 140 = 32,2 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de  $175 + 32,2 = 207,2$  metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

- $\alpha = 0,473$
- $L = 207,2 \text{ metros}$

$$S_o = S; n = 140; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,367$$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20 \text{ Mm}$   $\varnothing_{\text{int}} = 17 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 207,2 \cdot 560^{1,75} \cdot 0,367 = 3,31 \text{ m.c.a} < \Delta H_l \rightarrow \text{valido}$$

### 2.9.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$$q_l = 464 \text{ l/h.}$$

$$S_l = 5,5 \text{ metros}$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

La subunidad incluye 20 laterales y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria. En esta subunidad las laterales tienen diferentes longitudes. Calcularemos el caudal para cada longitud de lateral. Los subíndices indican el número de árboles a los que abastece cada lateral. Multiplicando estos caudales por el número de laterales que hay de cada longitud obtendremos el caudal que tiene que abastecer la terciaria.

$$q_{128} = 448l / h$$

$$q_{129} = 464l / h$$

$$q_{130} = 480l / h$$

$$q_{133} = 528l / h$$

$$q_{134} = 544l / h$$

$$q_{135} = 560l / h$$

$$Q_t = 3 \cdot 448 + 2 \cdot 464 + 2 \cdot 480 + 2 \cdot 528 + 4 \cdot 544 + 7 \cdot 560 = 10384l / h$$

### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

$$L_e = 0,10 \cdot Q_t^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 10384^{0,3} \cdot 20^{0,26} = 3,49m$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 5,5 + 5,5(19) = 107,25m$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 107,25 + 3,49 = 110,74$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### **Pérdidas de carga continuas. (hc)**

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 110,74m$$

$$- S_o = S / 2; n = 20; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,373$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Tanteamos con  $\varnothing 50$  Mm.  $\varnothing_{int} = 46,4$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 110,74 \cdot 10384^{1,75} \cdot 0,373 = 2,53 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63$  Mm.  $\varnothing_{int} = 59,2$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 110,74 \cdot 10384^{1,75} \cdot 0,373 = 0,80 > \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC 63 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado mayor al admisible. Por lo tanto el tramos 1 tendrá mayor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 11 :

9 laterales

$$L_1 = 2,75 + 8 \cdot 5,5 = 46,75m$$

TRAMO 2:

11 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (10 \cdot 5,5) = 60,5m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 6096^{0,3} \cdot 11^{0,26} = 2,55m$$

$$L_2 = 60,5 + 2,55 = 62,60m$$

$$Q_2 = 7 \cdot 560 + 4 \cdot 544 = 6096l / h$$

Calculamos las perdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (63mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 11; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,410$$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 63,05 \cdot 6096^{1,75} \cdot 0,410 = 0,196mca$$

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 63mm que es 0,8 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,196 mca.

$$h_1 = 0,8 - 0,196 = 0,6mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 63,05 \cdot 6096^{1,75} \cdot 0,410 = 0,62mca$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 0,6 + 0,62 = 1,22mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 3,31 + 1,22 = 4,53mca < 4,56 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U2A,U2B:

Laterales Ø 20 PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1 Ø 63 PVC 6 ATM (46,75m)

TRAMO 2 Ø 50 PVC 6 ATM (60,5m)

### 2.9.5. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto mas desfavorable será A.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{0,45} = 8,38 m.c.a = \frac{P_A}{\gamma}$$

Punto A  $\rightarrow$  8,38m.c.a

$$\text{Punto B} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 + 3,31 - 2,975 = 8,715 m.c.a$$

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,715 + 1,22 + 0,64 = 10,58 m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,58 - 2,18 + 2,55 = 10,95 m.c.a$$

$$h_{RPC} = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 177,6 \cdot 480^{1,75} \cdot 0,368 = 2,18 mca$$

$$L_{RPC} = 150 + (120 \cdot 0,23) = 177,6 m$$

$$S_o = S; n = 120; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$$

$$q_l = 120 \cdot 4 = 480 l / h$$

$$Z_{RPC} = 150 \cdot \frac{1,7}{100} = 2,55$$

### Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 10,95 m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} = 8,38 m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor (Ha) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{10,95 - 8,38}{2} = 1,29$$

$$H_{\max} = H_a + 1,29 = 10 + 1,29 = 11,29 m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,29 = 10 - 1,29 = 8,71 m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,29 - 10,95 = 0,34 m.c.a$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,58 + 0,34 = 10,92 mca$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

### 2.9.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,29^{0,45} = 4,23 \text{ l / h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,71^{0,45} = 3,76 \text{ l / h}$$

### 2.9.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,76}{4} + \frac{4}{4,23} \right] = 0,9188 \rightarrow 91,88\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 91,88 % frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

### 2.10. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3A,U3B

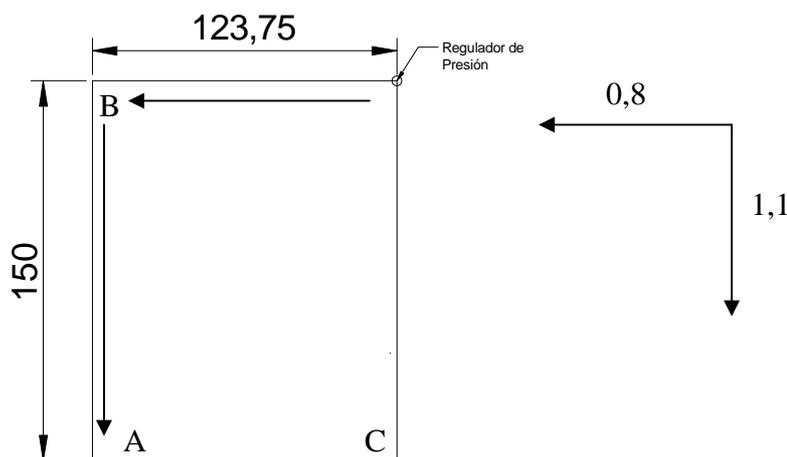


Figura 10: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U3A,U3B.

### 2.10.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_t = 150 \cdot \frac{1,1}{100} = 1,65$$

$$Z_t = 123,75 \cdot \frac{0,8}{100} = 0,99m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 1,65 + 0,99 = 4,86m.c.a$$

### 2.10.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{150}{123,75} = 1,21$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,21^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,783$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 78,3 % para los laterales y el 21,7 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,783 \cdot 4,86 \text{ m.c.a.} = 3,80m.c.a.$$

$$\Delta H_t = 0,217 \cdot 4,86 \text{ m.c.a.} = 1,05 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 3,80 m.c.a. en el lateral y 1,05 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.10.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 150 metros
- N° de salidas = 120 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 480 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 120 = 27,6 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de  $150 + 27,6 = 177,6$  metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

### **Pérdidas de carga continuas (hc)**

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 177,6$  metros

$S_o = S; n = 120; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20$  Mm  $\varnothing_{int} = 17$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 177,6 \cdot 480^{1,75} \cdot 0,368 = 2,17 \text{ m.c.a} < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

### **2.10.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)**

$q_l = 480$  l/h.

$S_l = 5,5$  metros

La subunidad incluye 23 laterales.

$q_t = 23 \cdot 480 = 11040$  l/h

### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

$$L_e = 0,10 \cdot Q_t^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 11040^{0,3} \cdot 23^{0,26} = 3,69 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(22) = 123,75 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 123,75 + 3,69 = 127,44$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### **Pérdidas de carga continuas. (hc)**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 107,25 \text{ metros}$

-  $S_o = S / 2; n = 23; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$

Tanteamos con  $\varnothing 50 \text{ Mm. } \varnothing_{\text{int}} = 46,4 \text{ Mm.}$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 127,44 \cdot 11040^{1,75} \cdot 0,372 = 3,24 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63 \text{ Mm. } \varnothing_{\text{int}} = 59,2 \text{ Mm.}$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 127,44 \cdot 11040^{1,75} \cdot 0,372 = 1,02 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC 63 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado menor al admisible. Por lo tanto el tramos 1 tendrá menor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

5 laterales

$$L_1 = 2,75 + 4 \cdot 5,5 = 24,75m$$

TRAMO 2:

18 laterales

$$L_{r2} = 5,5 + (17 \cdot 5,5) = 99m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 8640^{0,3} \cdot 18^{0,26} = 3,21m$$

$$L_2 = 99 + 3,21 = 102,21m$$

$$Q_2 = 18 \cdot 480 = 8640l / h$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

Calculamos las pérdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (63mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 18; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,392$$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 102,21 \cdot 8640^{1,75} \cdot 0,392 = 0,56mca$$

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 63 Mm que es 1,02 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,56 mca.

$$h_1 = 1,02 - 0,56 = 0,46mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 102,21 \cdot 8640^{1,75} \cdot 0,392 = 1,78mca$$

La carga de pérdida total el la terciaria será:

$$h_t = 0,46 + 1,78 = 2,24mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 2,24 + 2,17 = 4,41 < 4,86 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U2A,U2B:

Laterales Ø 20 PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1 Ø 63 PVC 6 ATM (24,75m)

TRAMO 2 Ø 50 PVC 6 ATM (99m)

### 2.10.5. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto mas desfavorable será A.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{\frac{1}{0,45}} = 8,38 m.c.a = \frac{P_A}{\gamma}$$

Punto A  $\rightarrow$  8,38m.c.a

$$\text{Punto B} \rightarrow \frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 + 2,17 - 1,65 = 8,9 m.c.a$$

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,9 + 2,24 - 0,99 = 10,15 m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,15 - 2,17 + 1,65 = 9,63 m.c.a$$

**Presiones máxima y mínima en la subunidad.**

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 9,63 m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} = 8,38 m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor ( $H_a$ ) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{9,63 - 8,38}{2} = 0,625$$

$$H_{\max} = H_a + 0,625 = 10 + 0,625 = 10,625 m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 0,625 = 10 - 0,625 = 9,375 m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$10,625 - 9,63 = 0,995 m.c.a$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,15 + 0,995 = 11,15 mca$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

### 2.10.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 10,625^{0,45} = 4,11 \text{ l / h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 9,375^{0,45} = 3,89 \text{ l / h}$$

### 2.10.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,89}{4} + \frac{4}{4,11} \right] = 0,9481 \rightarrow 94,81\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 94,81 % frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

## 2.11. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3C

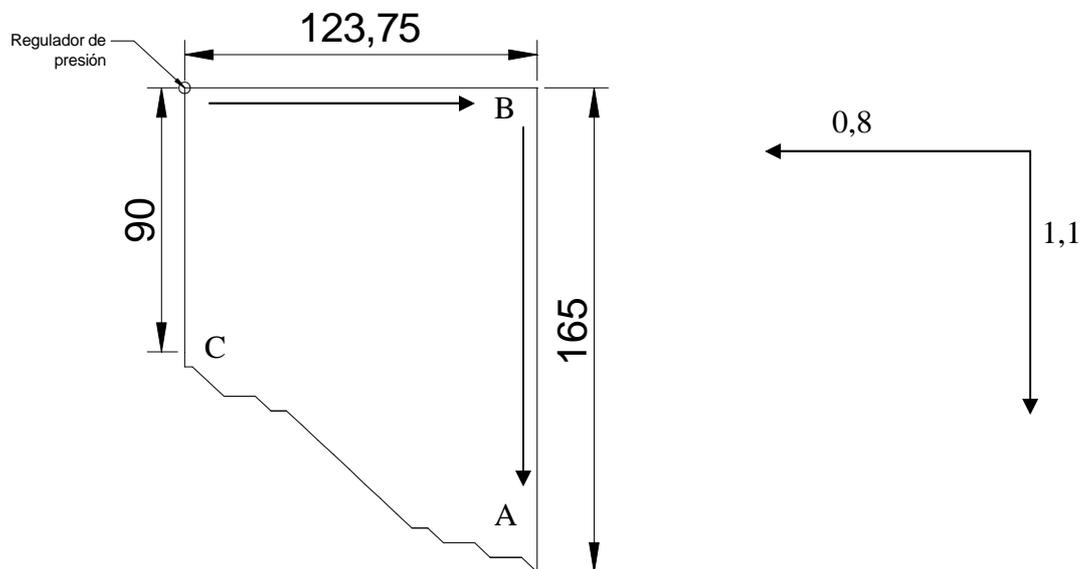


Figura 11: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U3C.

### 2.11.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_l = 165 \cdot \frac{1,1}{100} = 1,82$$

$$Z_t = 123,75 \cdot \frac{0,8}{100} = 0,99m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 1,82 + 0,99 = 5,03m.c.a$$

### 2.11.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{165}{123,75} = 1,33$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,33^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,795$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 79,5 % para los laterales y el 20,5 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,795 \cdot 5,03 \text{ m.c.a.} = 3,99 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,205 \cdot 5,03 \text{ m.c.a.} = 1,04 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 3,99 m.c.a. en el lateral y 1,04 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.11.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 165 metros
- N° de salidas = 132 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 528 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 132 = 30,36 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de  $165 + 30,36 = 195,36$  metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

**Pérdidas de carga continuas (hc)**

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

-  $\alpha = 0,473$

-  $L = 195,36$  metros

$S_o = S; n = 132; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 20$  Mm  $\varnothing_{int} = 17$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 195,36 \cdot 528^{1,75} \cdot 0,368 = 2,82 m.c.a < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

**2.11.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)**

$q_l = 464$  l/h.

$S_l = 5,5$  metros

La subunidad incluye 23 laterales y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria. En esta subunidad las laterales tienen diferentes longitudes. Calcularemos el caudal para cada longitud de lateral. Los subíndices indican el número de árboles a los que abastece cada lateral. Multiplicando estos caudales por el número de laterales que hay de cada longitud obtendremos el caudal que tiene que abastecer la terciaria.

$q_{l19} = 304$  l / h

$q_{l20} = 320$  l / h

$q_{l21} = 336$  l / h

$q_{l22} = 352$  l / h

$q_{l23} = 368$  l / h

$q_{l24} = 384$  l / h

$q_{l25} = 400$  l / h

$q_{l26} = 416$  l / h

$q_{l27} = 432$  l / h

$q_{l28} = 448$  l / h

$q_{l29} = 464$  l / h

$q_{l30} = 480$  l / h

$q_{l31} = 496$  l / h

$q_{l32} = 512$  l / h

$q_{l33} = 528$  l / h

$$Q_t = 304 + 320 + 3 \cdot 336 + 2 \cdot 352 + 368 + 384 + 400 + 416 + 432 + 448 + 464 + 2 \cdot 480 + 3 \cdot 496 + 3 \cdot 512 + 528 = 9760 \text{ l/h}$$

### **Pérdidas de carga localizadas. (hs)**

$$L_e = 0,10 \cdot Q_t^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 9760^{0,3} \cdot 23^{0,26} = 3,51 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(22) = 123,75 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 123,75 + 3,51 = 127,26$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

### **Pérdidas de carga continuas. (hc)**

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 127,26 \text{ metros}$$

$$- S_o = S / 2; n = 23; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$$

Tanteamos con  $\varnothing 50$  Mm.  $\varnothing_{\text{int}} = 46,4$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 127,26 \cdot 9760^{1,75} \cdot 0,372 = 2,60 > \Delta H_t \rightarrow \text{NO valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63$  Mm.  $\varnothing_{\text{int}} = 59,2$  Mm.

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 127,26 \cdot 9760^{1,75} \cdot 0,372 = 0,82 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Instalar una tubería de PVC 50 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo número 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos pérdidas de carga se obtiene un resultado menor al admisible. Por lo tanto el tramo 1 tendrá menor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

5 laterales

$$L_1 = 2,75 + 4 \cdot 5,5 = 24,75m$$

TRAMO 2:

18 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (17 \cdot 5,5) = 99m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 7200^{0,3} \cdot 18^{0,26} = 3,04m$$

$$L_2 = 99 + 3,04 = 102,04m$$

$$Q_2 = 304 + 320 + 3 \cdot 336 + 2 \cdot 352 + 368 + 384 + 400 + 416 + 432 + 448 + 464 + 2 \cdot 480 + 2 \cdot 496 = 7200l / h$$

Calculamos las pérdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (63mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 18; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,392$$

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 102,04 \cdot 7200^{1,75} \cdot 0,392 = 0,41mca$$

Así pues las pérdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 50mm que es 0,82 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,41 mca.

$$h_1 = 0,82 - 0,41 = 0,41mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 102,04 \cdot 7200^{1,75} \cdot 0,392 = 1,29mca$$

La carga de pérdida total el la terciaria será:

$$h_t = 1,29 + 0,41 = 1,70mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 2,82 + 1,70 = 4,52mca < 5,03 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U2C

Laterales  $\varnothing 20$  PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1  $\varnothing 63$  PVC 6 ATM (24,75m)

TRAMO 2  $\varnothing 50$  PVC 6 ATM (99m)

### 2.11.5. Estudio de presiones en la subunidad.

$$\frac{h_{min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto mas desfavorable será A.

$$h_{min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{\frac{1}{0,45}} = 8,38m.c.a = \frac{P_A}{\gamma}$$

Punto A  $\rightarrow 8,38m.c.a$

Punto B  $\rightarrow$

$$\frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 + 2,82 - 1,82 = 9,38m.c.a$$

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 9,38 + 1,69 - 0,99 = 10,08m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,955 - 0,62 + 1,05 = 11,39m.c.a$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

$$\frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 112,48 \cdot 304^{1,75} \cdot 0,370 = 0,62mca$$

$$L_{RPC} = 95 + (76 \cdot 0,23) = 112,48m$$

$$S_o = S; n = 76; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,370$$

$$q_l = 76 \cdot 4 = 304l/h$$

$$Z_{RPC} = 95 \cdot \frac{1,1}{100} = 1,05m$$

### Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 11,39m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} = 8,38m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor ( $H_a$ ) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,39 - 8,38}{2} = 1,51$$

$$H_{\max} = H_a + 1,51 = 10 + 1,51 = 11,51m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,51 = 10 - 1,51 = 8,49m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,51 - 11,39 = 0,12m.c.a$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,08 + 0,12 = 10,20mca$$

### 2.11.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,51^{0,45} = 4,26l/h$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,49^{0,45} = 3,71l/h$$

### 2.11.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,71}{4} + \frac{4}{4,26} \right] = 0,9095 \rightarrow 90,95\%$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 90,61% frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

## 2.12. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3D,U3E

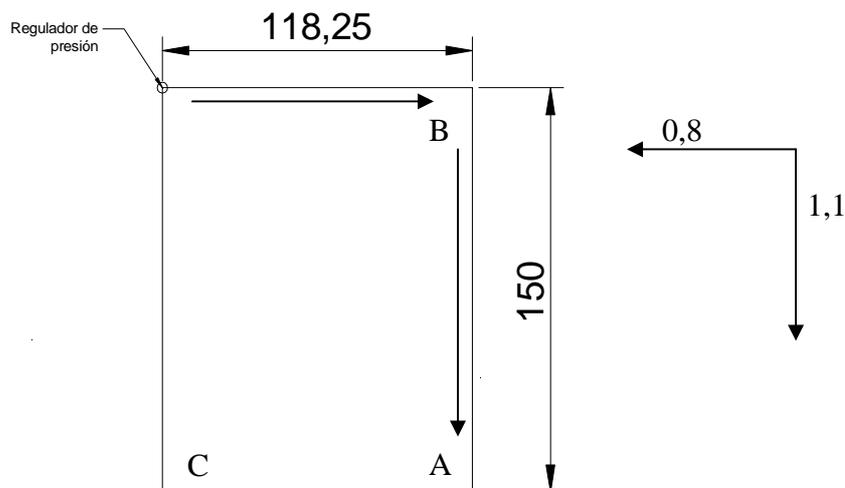


Figura 12:Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U2A,U2B.

### 2.12.1. Variación de presiones en la subunidad.

$$Z_t = 150 \cdot \frac{1,1}{100} = 1,65$$

$$Z_t = 118,25 \cdot \frac{0,8}{100} = 0,95m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 1,65 - 0,95 = 2,92m.c.a$$

### 2.12.2. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

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

Así pues:

$$CF = \frac{150}{123,75} = 1,21$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 1,21^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,783$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 78,3 % para los laterales y el 21,7 % para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,783 \cdot 2,92 \text{ m.c.a.} = 2,29 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,217 \cdot 2,92 \text{ m.c.a.} = 0,63 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 2,29 m.c.a. en el lateral y 0,63 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.12.3. Cálculo de la tubería lateral (PEBD ATM).

- LI = 150 metros
- Nº de salidas = 120 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h
- qlateral = 480 l/h

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 120 = 27,6 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de cargase hacen como si la longitud del lateral fuese de 150+ 27,6= 177,6 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 177,6 \text{ metros}$$

$$S_o = S; n = 120; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,368$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Tantearemos ahora con  $\varnothing 20 \text{ Mm}$   $\varnothing_{\text{int}} = 17 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{17^{4,75}} \cdot 177,6 \cdot 480^{1,75} \cdot 0,368 = 2,17 \text{ m.c.a} < \Delta H_1 \rightarrow \text{valido}$$

#### 2.12.4. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

$q_l = 480 \text{ l/h}$ .

$S_l = 5,5 \text{ metros}$

La subunidad incluye 22 laterales.

$$q_t = 22 \cdot 480 = 10560 \text{ l/h}$$

##### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,10 \cdot Q_l^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 10560^{0,3} \cdot 22^{0,26} = 3,60 \text{ m}$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(21) = 118,25 \text{ m}$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 118,25 + 3,60 = 121,85 \text{ metros}$  con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

##### Pérdidas de carga continuas. (hc)

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

$$- \alpha = 0,473$$

$$- L = 121,85 \text{ metros}$$

$$- S_o = S / 2; n = 22; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$$

Tanteamos con  $\varnothing 75 \text{ Mm}$ .  $\varnothing_{\text{int}} = 70,6 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{70,6^{4,75}} \cdot 121,85 \cdot 10560^{1,75} \cdot 0,372 = 0,39 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 63 \text{ Mm}$ .  $\varnothing_{\text{int}} = 59,2 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 121,85 \cdot 10560^{1,75} \cdot 0,372 = 0,9 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Instalar una tubería de PVC 75 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado un poco menor al admisible. Dividiremos en dos tramos con el mismo número de laterales.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

11 laterales

$$L_1 = 2,75 + 10 \cdot 5,5 = 57,75m$$

TRAMO 2:

11 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (10 \cdot 5,5) = 60,5m$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 5280^{0,3} \cdot 11^{0,26} = 2,44m$$

$$L_2 = 60,5 + 2,44 = 62,84m$$

$$Q_2 = 11 \cdot 480 = 5280l / h$$

Calculamos las perdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (75mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 11; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,410$$

$$h = \frac{0,473}{70,6^{4,75}} \cdot 62,84 \cdot 5280^{1,75} \cdot 0,410 = 0,07mca$$

Así pues las perdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la perdida de carga en el total de la tubería para diámetro 63 Mm que es 0,39 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,07 mca.

$$h_1 = 0,39 - 0,07 = 0,32mca$$

La perdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{59,2^{4,75}} \cdot 62,84 \cdot 5280^{1,75} \cdot 0,410 = 0,15mca$$

La carga de pérdida total en la terciaria será:

$$h_t = 0,32 + 0,15 = 0,47mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 0,47 + 2,17 = 2,64 < 2,92 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U3D,U3E:

Laterales  $\varnothing$  20 PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1  $\varnothing$  63 PVC 6 ATM (57,75m)

TRAMO 2  $\varnothing$  50 PVC 6 ATM (60,5m)

### 2.12.5. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto mas desfavorable será A.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{\frac{1}{0,45}} = 8,38m.c.a = \frac{P_A}{\gamma}$$

Punto A  $\rightarrow$  8,38m.c.a

$$\text{Punto B} \rightarrow \frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + h_{AB} + Z_{AB} = 8,38 + 2,17 - 1,65 = 8,9m.c.a$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJECA DE LOS CABALLEROS

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,9 + 0,47 + 0,99 = 10,36 m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,36 - 2,17 + 1,65 = 9,84 m.c.a$$

**Presiones máxima y mínima en la subunidad.**

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 9,84 m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} = 8,38 m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor (Ha) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{9,84 - 8,38}{2} = 0,73$$

$$H_{\max} = H_a + 0,73 = 10 + 0,73 = 10,73 m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 0,73 = 10 - 0,73 = 9,27 m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$10,73 - 9,84 = 0,89 m.c.a$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,36 + 0,89 = 11,25 mca$$

**2.12.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.**

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 10,73^{0,45} = 4,13 l / h$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 9,27^{0,45} = 3,87 l / h$$

**2.12.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.**

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,87}{4} + \frac{4}{4,13} \right] = 0,9434 \rightarrow 94,34\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 94,34 % frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

### 2.13. CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD U3F

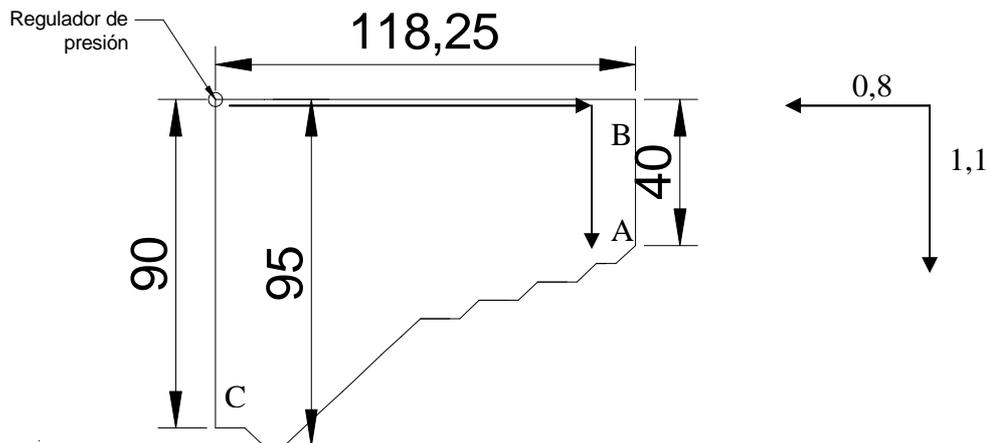


Figura 13: Esquema de distribución de tubería lateral y terciaria de la subunidad U3F.

$$Z_l = 40 \cdot \frac{1,1}{100} = 0,44$$

$$Z_t = 118,25 \cdot \frac{0,8}{100} = 0,95m$$

$$\Delta H_s = \frac{0,1}{0,45} 10 + 0,44 - 0,95 = 1,71m.c.a$$

#### 2.13.1. Reparto óptimo de presiones en la subunidad.

Como nuestras laterales están alimentados por un extremo:

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

Así pues:

$$CF = \frac{40}{118,25} = 0,33$$

$$R = \frac{\Delta H_l}{\Delta H_s} = \frac{0,842 \cdot 0,33^{0,1577}}{5,5^{0,060}} = 0,639$$

Lo cual quiere decir que podemos perder el 63,9 % para los laterales y el 36,1% para la terciaria.

$$\Delta H_l = 0,639 \cdot 1,71 \text{ m.c.a.} = 1,09 \text{ m.c.a.}$$

$$\Delta H_t = 0,361 \cdot 1,71 \text{ m.c.a.} = 0,62 \text{ m.c.a.}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 1,09 m.c.a. en el lateral y 0,62 m.c.a. de pérdida de carga máxima en la terciaria.

### 2.13.2. Cálculo de la tubería lateral (PEBD 4 ATM).

- LI = 40 metros
- N° de salidas = 32 (emisores separados 1,25 metros)
- qa = 4 l/h

$$q_t = 32 \cdot 4 = 128 \text{ l/h}$$

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,23 \cdot 32 = 7,36 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de 40+ 7,36 = 47,36 metros, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

#### Pérdidas de carga continuas (hc)

Emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

En nuestro caso tenemos:

- $\alpha = 0,473$
- $L = 47,36 \text{ metros}$
- $S_o = S; n = 32; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,379$

Tantaremos ahora con  $\varnothing 16 \text{ Mm } \varnothing_{\text{int}} = 13,2 \text{ Mm.}$

$$h = \frac{0,473}{13,2^{4,75}} \cdot 47,36 \cdot 128^{1,75} \cdot 0,379 = 0,20 \text{ m.c.a.} < \Delta H_l \rightarrow \text{valido}$$

### 2.13.3. Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 ATM)

Sl = 5,5 metros

La subunidad incluye 22 laterales y un regulador de presión (RP) en el extremo de la tubería terciaria. En esta subunidad las laterales tienen diferentes longitudes. Calcularemos el caudal para cada longitud de lateral. Los subíndices indican el número de árboles a los que abastece cada lateral. Multiplicando estos caudales por el número de laterales que hay de cada longitud obtendremos el caudal que tiene que abastecer la terciaria.

$$\begin{aligned}
 q_{113} &= 208l / h \\
 q_{118} &= 128l / h & q_{114} &= 224l / h \\
 q_{119} &= 144l / h & q_{115} &= 240l / h \\
 q_{110} &= 160l / h & q_{116} &= 256l / h \\
 q_{111} &= 176l / h & q_{117} &= 272l / h \\
 q_{112} &= 192l / h & q_{118} &= 288l / h \\
 & & q_{119} &= 304l / h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_t &= 2 \cdot 288 + 2 \cdot 304 + 288 + 272 + 256 + 240 + \\
 &+ 224 + 208 + 3 \cdot 192 + 3 \cdot 176 + 3 \cdot 160 + 2 \cdot 144 + 128 = 4572l / h
 \end{aligned}$$

#### Pérdidas de carga localizadas. (hs)

$$L_e = 0,10 \cdot Q_t^{0,3} \cdot N^{0,26}$$

En nuestro caso, siguiendo la expresión de T. Montalvo tenemos:

$$L_e = 0,10 \cdot 4572^{0,3} \cdot 22^{0,26} = 2,80m$$

La longitud de la tubería terciaria es:

$$L_t = S_0 + S(n-1) = 2,75 + 5,5(21) = 118,25m$$

De esta forma, la longitud para el cálculo de las pérdidas de carga de la tubería terciaria será  $L = L_t + L_e = 118,25 + 2,80 = 121,05$  metros con lo que quedan incluidas las pérdidas de carga localizadas debido a las conexiones de los laterales con la tubería terciaria.

#### Pérdidas de carga continuas. (hc)

Puesto que empleamos tubería de PVC, utilizamos nuevamente la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g$$

- $\alpha = 0,473$
- $L = 121,05 \text{ metros}$
- $S_o = S / 2; n = 22; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,372$

Tanteamos con  $\varnothing 50 \text{ Mm}$ .  $\varnothing_{\text{int}} = 46,4 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 121,05 \cdot 4572^{1,75} \cdot 0,372 = 0,66 < \Delta H_t \rightarrow \text{valido}$$

Tanteamos con  $\varnothing 40 \text{ Mm}$ .  $\varnothing_{\text{int}} = 36,4 \text{ Mm}$ .

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 121,05 \cdot 4572^{1,75} \cdot 0,372 = 2,08 > \Delta H_t \rightarrow \text{NOvalido}$$

Instalar una tubería de PVC 50 Mm sería una solución técnicamente correcta no es la más económica. Por este motivo vamos a dividir la laterales en dos tramos. El tramo numero 1 que corresponderá con la parte de la lateral mas cercana a la terciaria y se instalara el diámetro mayor y en el tramo 2 se corresponde con el diámetro menor.

Realizando la media de las dos perdidas de carga se obtiene un resultado menor al admisible. Por lo tanto el tramo 1 tendrá menor longitud que el tramo 2.

Por tanteo dividiremos:

TRAMO 1 :

7 laterales

$$L_1 = 2,75 + 6 \cdot 5,5 = 35,75 \text{ m}$$

TRAMO 2:

15 laterales

$$L_{T2} = 5,5 + (14 \cdot 5,5) = 82,5 \text{ m}$$

$$L_{e2} = 0,1 \cdot 2672^{0,3} \cdot 15^{0,26} = 2,15 \text{ m}$$

$$L_2 = 82,5 + 2,15 = 84,65 \text{ m}$$

$$Q_2 = 240 + 224 + 208 + 3 \cdot 192 + 3 \cdot 176 + 3 \cdot 160 + 2 \cdot 144 + 128 = 2672 \text{ l / h}$$

Calculamos las perdidas de carga a partir del segundo tramo con el mismo diámetro que el inicial (50mm) pero con el caudal del tramo 2.

$$S_o = S; n = 15; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,397$$

$$h = \frac{0,473}{46,4^{4,75}} \cdot 84,65 \cdot 2672^{1,75} \cdot 0,397 = 0,19mca$$

Así pues las perdidas correspondientes al primer tramo serán la diferencia entre la pérdida de carga en el total de la tubería para diámetro 50mm que es 0,66 menos la calculada para el segundo tramo que es de 0,19 mca.

$$h_1 = 0,66 - 0,19 = 0,47mca$$

La pérdida de carga en el tramo 2 será:

$$h = \frac{0,473}{36,4^{4,75}} \cdot 84,65 \cdot 2672^{1,75} \cdot 0,397 = 0,61mca$$

La carga de pérdida total el la terciaria será:

$$h_t = 0,61 + 0,47 = 1,08mca$$

La pérdida de carga total producida en la subunidad es:

$$h_{sub} = 0,20 + 1,08 = 1,28mca < 1,71 \rightarrow \text{valido}$$

Subunidad U2C

Laterales  $\varnothing 20$  PEBD 4 ATM

Terciarias

TRAMO 1  $\varnothing 50$  PVC 6 ATM (35,75m)

TRAMO 2  $\varnothing 40$  PVC 6 ATM (82,5m)

#### 2.13.4. Estudio de presiones en las subunidades.

$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left[ \frac{CU}{1 - \frac{1,27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right]^{\frac{1}{x}}$$

Donde:

ha = 10 m.c.a. Presión nominal del gotero.

CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9 (90%)

CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04 (clase A)

x: Coeficiente de descarga = 0,45

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

e: Número de emisores por planta = 4 emisores

El punto más desfavorable será B.

$$h_{\min} = 10 \left[ \frac{0,9}{1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}}} \right]^{0,45} = 8,38 m.c.a = \frac{P_B}{\gamma}$$

Punto B  $\rightarrow$  8,38m.c.a

$$\text{Punto A} \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{BA} + Z_{BA} = 8,38 - 0,20 + 0,44 = 8,62 m.c.a$$

$$\text{Punto RP} \rightarrow \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + h_{RPB} + Z_{RPB} = 8,38 + 1,08 + 0,95 = 10,41 m.c.a$$

$$\text{Punto C} \rightarrow \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + h_{RPC} + Z_{RPC} = 10,41 - 0,99 + 1,79 = 11,21 m.c.a$$

$$h_{RPC} = \frac{0,473}{13,2^{4,75}} \cdot 106,56 \cdot 288^{1,75} \cdot 0,371 = 1,79 mca$$

$$L_{RPC} = 90 + (72 \cdot 0,23) = 106,56 m$$

$$S_o = S; n = 72; \beta = 1,75 \rightarrow F = 0,371$$

$$q_l = 72 \cdot 4 = 288 l / h$$

$$Z_{RPC} = 90 \cdot \frac{1,1}{100} = 0,99$$

### 2.13.5. Presiones máxima y mínima en la subunidad.

$$H_{\max} = \frac{P_{\max}}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} = 11,21 m.c.a$$

$$H_{\min} = \frac{P_{\min}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} = 8,38 m.c.a$$

Y para asegurar la presión media del emisor ( $H_a$ ) que es de 10 m.c.a. realizamos la siguiente operación:

$$\frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{11,21 - 8,38}{2} = 1,42$$

$$H_{\max} = H_a + 1,42 = 10 + 1,42 = 11,42 m.c.a$$

$$H_{\min} = H_a - 1,42 = 10 - 1,42 = 8,58 m.c.a$$

Por tanto la presión que se requiere en el Regulador de Presión será:

$$11,42 - 11,21 = 0,21 \text{ m.c.a}$$

$$\frac{P_{RP}}{\gamma} = 10,41 + 0,21 = 10,62 \text{ mca}$$

### 2.13.6. Caudales máximo y mínimo en la subunidad.

La ecuación de un emisor es la siguiente:

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0,45}} = 1,42$$

$$q_{\max} = K \cdot H_{\max}^x = 1,42 \cdot 11,42^{0,45} = 4,25 \text{ l / h}$$

$$q_{\min} = K \cdot H_{\min}^x = 1,42 \cdot 8,58^{0,45} = 3,74 \text{ l / h}$$

### 2.13.7. Coeficiente de Uniformidad absoluta (CUa) de la subunidad.

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1,27 \cdot 0,04}{\sqrt{4}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3,74}{4} + \frac{4}{4,25} \right] = 0,9142 \rightarrow 91,42\%$$

El Coeficiente de Uniformidad absoluta es del 91,42 % frente al que se había previsto en el cálculo de necesidades que era del 90 %. Esta diferencia nos da una cierta seguridad, ya que este coeficiente de uniformidad no será constante durante la vida de la instalación y habrá que chequearlo.

## 3. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED PRINCIPAL DE RIEGO

### 3.1. UNIDAD DE RIEGO NUMERO 1

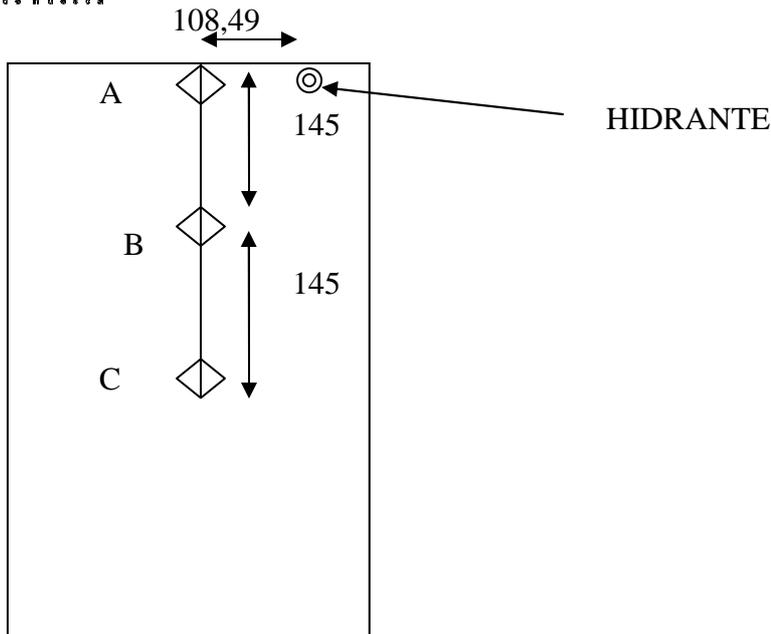


Figura 14: Esquema tuberías secundarias U1

Por red principal de riego se entiende la tubería que conecta el cabezal de riego a las tuberías terciarias. La distinción entre tubería primaria y secundaria responde sólo al orden que ocupan a partir del cabezal. La tubería primaria es la que va desde el cabezal hasta el punto A y la secundaria desde el punto A hasta las terciarias.

El trazado de la red principal de riego se puede ver con detalle en el Plano nº 3.

Para dimensionar las tuberías, vamos a tomar como referencia las siguientes consideraciones:

- La velocidad del fluido debe mantenerse entre 1 y 2 m/s.
- En el cálculo de la pérdida de carga, debe cumplirse que  $J < 5 \%$ .
- Se van a utilizar tuberías de PVC de 6 Atm con unión elástica.

### 3.1.1. Tramo hidrante –A

Longitud: 108,49m

Caudal:  $63328 \text{ l/h} = 0,01759 \text{ m}^3/\text{s}$ ; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al del conjunto de todas las subunidades.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

Siendo:

a: coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares  $\rightarrow a = 1,15$

F = 1 (una sola salida)

L: longitud del tramo en m  $\rightarrow L = 108,49$  m

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de

Blasius:

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

siendo:

Q: caudal de la tubería en l/h

D: diámetro interior de la tubería en Mm

Pérdida de carga:

Primer tanteo:  $\varnothing_{ext} = 125$  Mm y  $\varnothing_{int} = 117,6$  Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{63328^{1,75}}{117,6^{4,75}} = 0,01750 \rightarrow J = 1,75\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,01750 \cdot 108,49 = 2,18 \text{ mca}$$

La velocidad del fluido viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot S \rightarrow v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

siendo:

Q: caudal en m<sup>3</sup>/s.

D: diámetro interior de la tubería en m.

$$v = \frac{4 \cdot 0,01759}{\pi \cdot 0,1176^2} = 1,62 \rightarrow \text{valido}$$

Para el cálculo de la pérdida de carga en el codo utilizaremos la siguiente fórmula.

$$h_v = K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- $h_v$  = pérdida de carga localizada;
- $V$  = velocidad media del agua, antes o después del punto singular, conforme el vaso;
- $K$  = Coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular. En nuestro caso se trata de un codo de  $90^\circ$  por lo que será 0,9.

$$h_v = 0,9 \frac{1,62^2}{2g} = 0,12mca$$

La pérdida de carga total en este tramo de terciaria será:

$$h_1 = 2,18 + 0,12 = 2,30mca$$

Así pues en el tramo del hidrante a el punto A instalaremos una tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 125 Mm.

### 3.1.2. Tramo A-B

Longitud: 145 m.

Caudal:  $41520/h = 0,01153$  m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de las subunidades U1B, U1C, U1E, U1F.

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

siendo:

a: coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares → a = 1,15

F = 1 (una sola salida)

L: longitud del tramo en m → L = 145 m

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de

Blasius:

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

siendo:

Q: caudal de la tubería en l/h

D: diámetro interior de la tubería en Mm

Pérdida de carga:

Primer tanteo: Øext= 110 Mm y Øint= 103,6 Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{41520^{1,75}}{103,6^{4,75}} = 0,01527 \rightarrow J = 1,53\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,01527 \cdot 145 = 2,55 \text{ mca}$$

La velocidad del fluido viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot S \rightarrow v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

siendo:

Q: caudal en m<sup>3</sup>/s.

D: diámetro interior de la tubería en m.

$$v = \frac{4 \cdot 0,01153}{\pi \cdot 0,1036^2} = 1,36 \rightarrow \text{valido}$$

Así pues en el tramo A-B instalaremos una tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 110 Mm.

### 3.1.3. Tramo B-C

Longitud: 145 m.

Caudal 19712 l/h = 0,005475 m<sup>3</sup>/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de las subunidades U1C, U1F.

Siguiendo el procedimiento del tramo A-B.

Primer tanteo: Ø<sub>ext</sub>= 75 Mm y Ø<sub>int</sub>= 70,6 Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{19712^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,0256 \rightarrow J = 2,56\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,0256 \cdot 145 = 4,27 \text{ mca}$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,005475}{\pi \cdot 0,0706^2} = 1,40 \rightarrow \text{valido}$$

Así pues en el tramo B-C se instalara tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 75mm.

### 3.2. UNIDAD DE RIEGO NUMERO 2

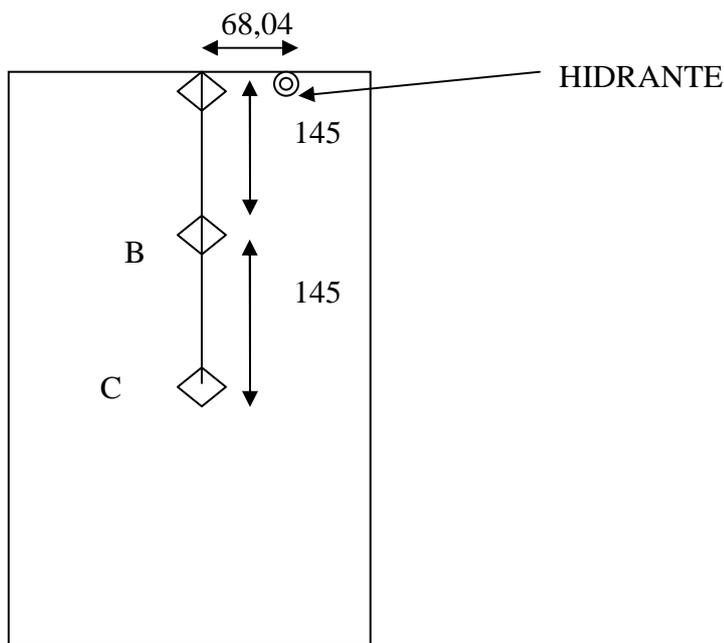


Figura 15: Esquema tuberías secundarias U2

#### 3.2.1. Tramo hidrante –A

Longitud: 68,04m

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

Caudal: 57,024l/h = 0.01584m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al del conjunto de todas las subunidades.

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

siendo:

a: coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares → a = 1,15

F = 1 (una sola salida)

L: longitud del tramo en metros → L = 68,04m

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de

Blasius:

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

siendo:

Q: caudal de la tubería en l/h

D: diámetro interior de la tubería en Mm

Pérdida de carga:

Primer tanteo: Øext= 125 Mm y Øint= 117,6 Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{57024^{1,75}}{117,6^{4,75}} = 0,0146 \rightarrow J = 1,46\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,01457 \cdot 68,04 = 1,14mca$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,01584}{\pi \cdot 0,1176^2} = 1,46m / s \rightarrow \text{valido}$$

Para el calculo de la perdida de carga en el codo utilizaremos la siguiente formula.

$$h_v = K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

-  $h_v$  = pérdida de carga localizada;

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

-  $V$  = velocidad media del agua, antes o después del punto singular, conforme el vaso;

-  $K$  = Coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular. En nuestro caso se trata de un codo de  $90^\circ$  por lo que será 0,9.

$$h_v = 0,9 \frac{1,46^2}{2g} = 0,09mca$$

La pérdida de carga total en este tramo de terciaria será:

$$h_1 = 1,14 + 0,09 = 1,23mca$$

Así pues en el tramo del hidrante a el punto A instalaremos una tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 125 Mm.

### 3.2.2. Tramo A-B

Longitud: 145 m.

Caudal:  $38464/h = 0,010680$ , m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de las subunidades U2B, U2C, U2E, U2F.

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

siendo:

$a$ : coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares  $\rightarrow a = 1,15$

$F = 1$  (una sola salida)

$L$ : longitud del tramo en m  $\rightarrow L = 145$  m

$J$ : pérdida de carga unitaria

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

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

$\varnothing_{ext} = 110$  Mm y  $\varnothing_{int} = 103,6$  Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{38464^{1,75}}{103,6^{4,75}} = 0,01335 \rightarrow J = 1,34\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,01335 \cdot 145 = 2,23mca$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,01068}{\pi \cdot 0,1036^2} = 1,26 \rightarrow \text{valido}$$

Así pues en el tramo A-B instalaremos una tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 110 Mm.

### 3.2.3. Tramo B-C

Longitud: 145 m.

Caudal 19904 l/h = 0,005528 m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de las subunidades U2C, U2F.

Siguiendo el procedimiento del tramo A-B.

Primer tanteo:  $\varnothing_{ext} = 75$  Mm y  $\varnothing_{int} = 70,6$  Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{19904^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,0260 \rightarrow J = 2,60\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,0260 \cdot 145 = 4,34mca$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,005528}{\pi \cdot 0,0706^2} = 1,41 \rightarrow \text{valido}$$

Así pues en el tramo B-C se instalara tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 75mm.

### 3.3. UNIDAD DE RIEGO NUMERO 3

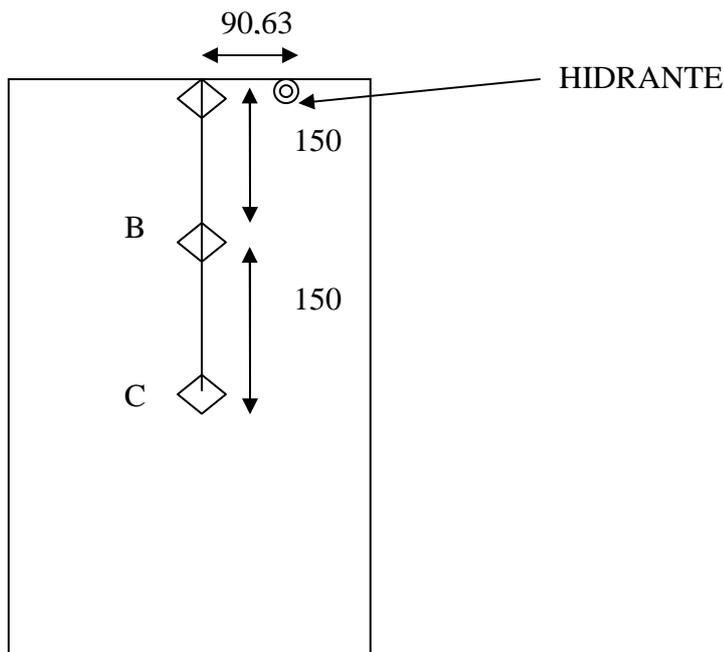


Figura 16: Esquema tuberías secundarias U3.

#### 3.3.1. Tramo hidrante–A

Longitud: 90,67 metros

Caudal: 57532l/h = 0,015881 m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al del conjunto de todas las subunidades.

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

siendo:

a: coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares → a = 1,15

F = 1 (una sola salida)

L: longitud del tramo en metros → L = 90,67m

J: pérdida de carga unitaria

Para calcular la pérdida de carga unitaria utilizaremos la expresión de

Blasius:

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

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

siendo:

Q: caudal de la tubería en l/h

D: diámetro interior de la tubería en Mm

Pérdida de carga:

$\emptyset_{ext} = 125 \text{ Mm}$  y  $\emptyset_{int} = 117,6 \text{ Mm}$

$$J = 0,473 \cdot \frac{57532^{1,75}}{117,6^{4,75}} = 0,0148 \rightarrow J = 1,48\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,0148 \cdot 90,67 = 1,54 \text{ mca}$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,01588}{\pi \cdot 0,1176^2} = 1,46 \text{ m/s} \rightarrow \text{valido}$$

Para el calculo de la perdida de carga en el codo utilizaremos la siguiente formula.

$$h_v = K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- $h_v$  = pérdida de carga localizada;
- V= velocidad media del agua, antes o después del punto singular, conforme el vaso;
- K= Coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular. En nuestro caso se trata de un codo de 90° por lo que será 0,9.

$$h_v = 0,9 \frac{1,46^2}{2g} = 0,09 \text{ mca}$$

La perdida de carga total en este tramo de terciaria será:

$$h_1 = 1,54 + 0,09 = 1,63 \text{ mca}$$

Así pues en el tramo del hidrante a el punto A instalaremos una tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 125 Mm.

### 3.3.2. Tramo A-B

Longitud: 150 m.

Caudal: 35932/h = 0,009981 m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de las subunidades U3B, U3C, U3E, U3F.

La pérdida de carga se determina mediante la siguiente expresión:

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$$

siendo:

a: coeficiente de pérdida de carga en puntos singulares → a = 1,15

F = 1 (una sola salida)

L: longitud del tramo en m → L = 150 m

J: pérdida de carga unitaria

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

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

Øext= 110 Mm y Øint= 103,6 Mm

$$J = 0,473 \cdot \frac{35932^{1,75}}{103,6^{4,75}} = 0,0118 \rightarrow J = 1,18\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,0118 \cdot 150 = 2,04 \text{ mca}$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,01068}{\pi \cdot 0,1036^2} = 1,18 \rightarrow \text{valido}$$

Así pues en el tramo A-B instalaremos una tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 110 Mm.

### 3.3.3. Tramo B-C

Longitud: 150 m.

Caudal 14332 l/h = 0,003981 m/s; es el caudal máximo que se aportará de una sola vez, correspondiente al de las subunidades U3C, U3F.

Siguiendo el procedimiento del tramo A-B.

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Primer tanteo:  $\varnothing_{ext} = 75 \text{ Mm}$  y  $\varnothing_{int} = 70,6 \text{ Mm}$

$$J = 0,473 \cdot \frac{14332^{1,75}}{70,6^{4,75}} = 0,01467 \rightarrow J = 1,47\% \rightarrow \text{valido}$$

$$h = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,01467 \cdot 150 = 2,53 \text{ mca}$$

$$v = \frac{4 \cdot 0,003981}{\pi \cdot 0,0706^2} = 1,01 \rightarrow \text{valido}$$

Así pues en el tramo B-C se instalara tubería de PVC 6 Atm con diámetro exterior 75mm.

## 4. CÁLCULO Y DISEÑO DE LOS CABEZALES DE RIEGO

El cabezal de riego está constituido por el sistema de filtrado, el equipo de fertirrigación, el programador de riego y otros elementos de protección, medida y control, tal y como se refleja en el Anexo VII.

Los elementos del cabezal de riego se pueden observar en el Plano nº 8.

### 4.1. SISTEMA DE FILTRADO

Aunque su coste es más elevado se opta por un sistema de filtrado automático, es decir filtro autolimpiante. Como se ha expuesto en el anejo VII se va a instalar un filtro de mallas en cada cabezal de riego.

#### 4.1.1. Filtro de mallas

A la hora de elegir el filtro de mallas, seguimos el criterio de que el tamaño del orificio debe ser aproximadamente 1/7 del diámetro de paso del gotero. El diámetro de paso de nuestros goteros es de 1 Mm, por lo que se elige una malla de acero de 150 mesh, con un tamaño de orificio inferior a 143 micras.

El máximo caudal que requiere cada sector de riego es de:

U1: 63328 l/h

U2: 57024 l/h

U3: 57532 l/h

Para calcular la superficie filtrante, se tendrá en cuenta que:

– La velocidad media del agua no debe ser inferior a 0,4 m/s, lo que supone un caudal de 446 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de área total de filtro.

– El caudal se aumenta en un 20 % como margen de seguridad, por lo que:

U1: 75994 l/h=75,99 m<sup>3</sup>/h

U2: 68429 l/h=68,43 m<sup>3</sup>/h

U3: 69038 l/h=69,04 m<sup>3</sup>/h

Por tanto, el filtro deberá tener una superficie de filtrado:

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE A DE LOS CABALLEROS

$$U1 : S > \frac{75,99}{446} = 0,17m^2$$

$$U2: S > \frac{68,43}{446} = 0,15m^2$$

$$U3: S > \frac{69,04}{446} = 0,15m^2$$

Se instalarán tres filtros uno en cada cabezal de riego los tres filtros serán iguales con una superficie de filtrado de 0,15 m<sup>2</sup> y un caudal nominal máximo de 80 m<sup>3</sup>/h. La superficie de filtrado necesaria calculada en para la unidad de riego número uno es 0,02 m<sup>2</sup> superior las especificaciones técnicas del filtro elegido nos indican que tiene capacidad suficiente y el siguiente tamaño comercial estaría sobredimensionado ya que tiene un área de filtrado de 0,45 m<sup>2</sup>.

Se instalarán con salidas de 3”.

Los tres filtros se instalarán autolimpiantes. El sistema de autolimpieza funciona de la siguiente manera:

El agua sucia que ingresa por la abertura inferior del filtro, pasa un disco de ingreso es filtrada por un tamiz y sale limpia por la abertura lateral. En su paso por el tamiz, las impurezas crean en la cara interior del tamiz una torta de filtrado lo que produce un diferencial de presión ascendente, que finalmente dispara el proceso de autolimpieza al llegar al valor predeterminado en el controlador de lavado.

En la siguiente figura se muestra la pérdida de carga que produce el filtro según el caudal de filtrado. Como podemos observar para nuestros caudales de unos 60 m<sup>3</sup>/h tenemos pérdidas de carga de 0,15 aproximadamente.

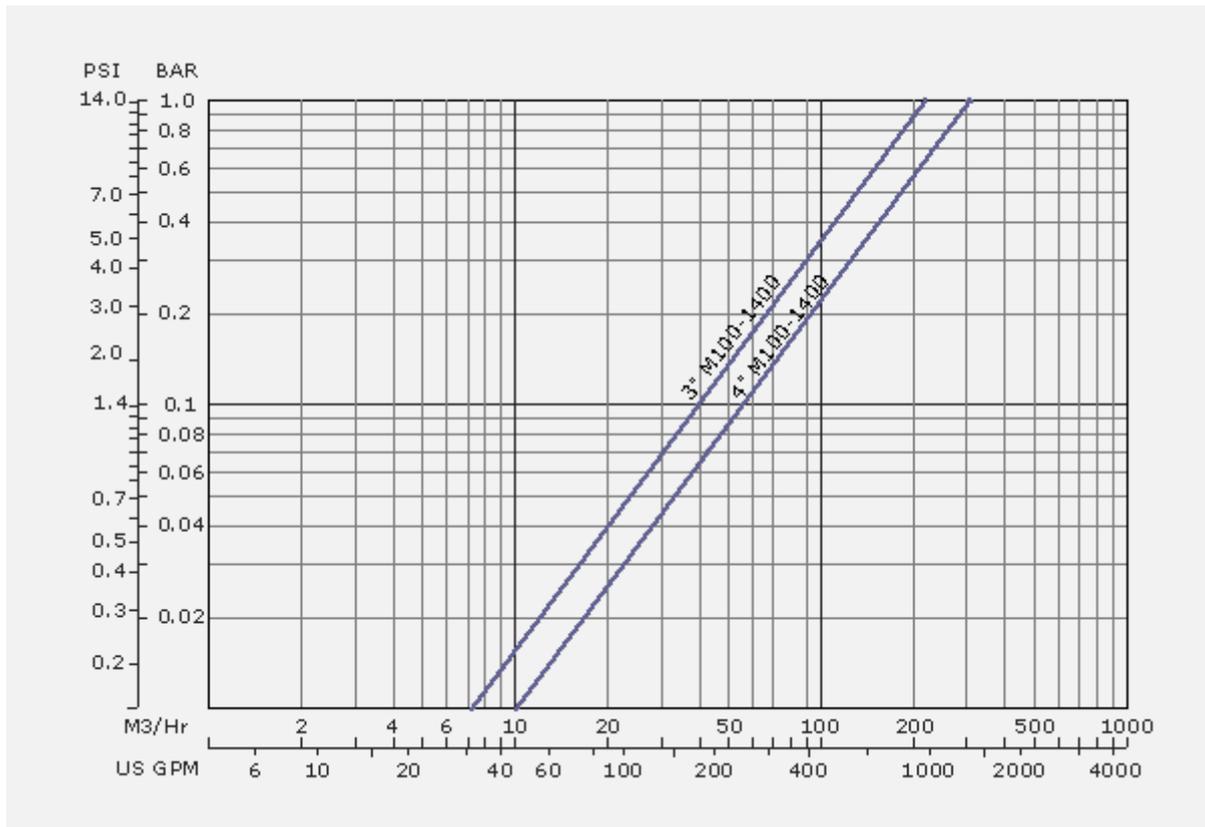


Figura 17: Grafica perdida de carga en el filtro de mallas.

## 4.2. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Estará constituido por un depósito de fertilizante, destinado a almacenar la disolución madre de los fertilizantes, y una bomba de inyección de fertilizante, que la inyecta en la tubería comprendida entre los filtros de arena y los filtros de mallas.

### 4.2.1. Depósito de fertilizante.

Se van a instalar tres depósitos de fertilizante en cada cabezal de riego para almacenar los tres tipos de fertilizante a utilizar.

El tamaño de los depósitos dependerá del volumen de disolución a almacenar.

Se va a dimensionar para que tenga una autonomía de una semana sin necesidad de ser recargado.

Se dispondrá en cada cabezal de riego un depósito de 2000l y 2 de 1000 l.

Las dimensiones son de 1350 Mm de diámetro para los dos tamaños y la altura para el de 2000 l es de 1280 Mm y 950 para el de 1000 l.

Por su ligereza, poca fragilidad, resistencia química y bajo coste, se eligen depósitos de polietileno.

### 4.2.2. Bomba de inyección de fertilizante

La bomba inyectora de fertilizante puede ser de accionamiento hidráulico o eléctrico. Por su menor coste se opta por las de accionamiento hidráulico. La capacidad inyectora de la bomba vendrá dada por la siguiente curva:

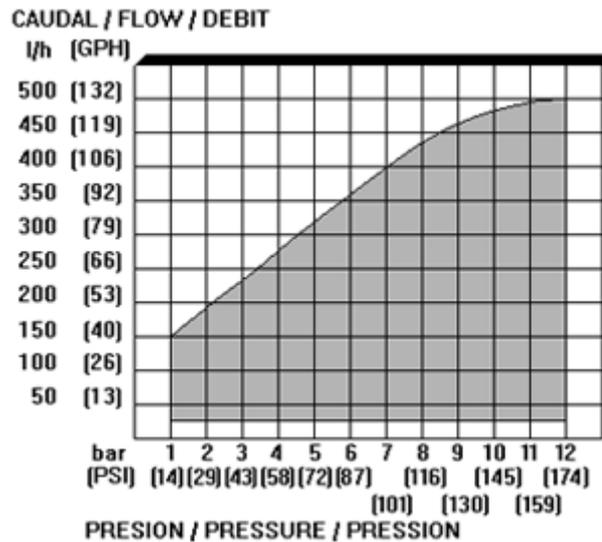


Figura 18: Curva de inyección según la presión.

### 4.3. PRESIÓN NECESARIA A LA SALIDA DEL CABEZAL

Para el cálculo de la presión necesaria en cada unidad de riego a la salida del cabezal, se valora que regulador de presión es más desfavorable, sumando a la presión necesaria en el regulador las pérdidas de carga producidas en las redes de terciarias.

A estos valores, a cada uno, debemos sumarle los valores de la profundidad ala que está enterrada la tubería ( $P_{ent} = 1$  m.c.a.), y la pérdida de carga del regulador ( $P_{reg} = 1$  m.c.a.).

**U1**

$$P_1 = P_{RPA} \pm h_{hid-A} \pm Z_{hid-A} = 10,95 + 2,30 - 0,56 = 12,69mca$$

$$P_2 = P_{RPB} \pm h_{AB} \pm Z_{AB} \pm h_{hid-A} \pm Z_{hid-A} =$$

$$= 10,95 + 2,55 - 2,18 + 2,30 - 0,56 = 13,06mca$$

$$P_3 = P_{RPF} \pm h_{AB} \pm Z_{AB} \pm h_{hid-A} \pm Z_{hid-A} \pm h_{BF} \pm Z_{BF} =$$

$$= 10,83 + 2,55 - 2,18 + 2,30 - 0,56 + 1,14 - 2,18 = 11,9mca$$

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

La presión mas alta es P2+ Pent + Preg =15,06 mca.

## U2

$$P_1 = P_{RPD} \pm h_{hid-D} \pm Z_{hid-D} = 11,08 + 1,23 - 0,49 = 11,82mca$$

$$P_2 = P_{RPE} \pm h_{AE} \pm Z_{AE} \pm h_{hid-D} \pm Z_{hid-D} = \\ = 11,08 + 2,23 - 2,47 + 1,23 - 0,49 = 11,58mca$$

$$P_3 = P_{RPC} \pm h_{AE} \pm Z_{AE} \pm h_{hid-D} \pm Z_{hid-D} \pm h_{EC} \pm Z_{EC} = \\ = 10,96 + 2,23 - 2,47 + 1,23 - 0,49 + 4,34 - 2,47 = 13,33mca$$

La presión mas alta es P3+ Pent + Preg =15,33 mca.

## U3

$$P_1 = P_{RPD} \pm h_{hid-D} \pm Z_{hid-D} = 11,25 + 1,63 - 0,74 = 12,14mca$$

$$P_2 = P_{RPE} \pm h_{AE} \pm Z_{AE} \pm h_{hid-D} \pm Z_{hid-D} = \\ = 11,25 + 2,04 - 1,65 + 1,63 - 0,79 = 12,48mca$$

$$P_3 = P_{RPF} \pm h_{AE} \pm Z_{AE} \pm h_{hid-D} \pm Z_{hid-D} \pm h_{EF} \pm Z_{EF} = \\ = 10,62 + 2,53 - 1,65 + 2,04 - 1,65 + 1,63 - 0,74 = 12,78mca$$

La presión mas alta es P3+ Pent + Preg =14,78 mca.

#### **4.4. PRESIÓN NECESARIA A LA ENTRADA DEL CABEZAL**

En este apartado se van a evaluar las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego, debidas a los diversos elementos que la constituyen.

- .- Pérdida de carga en conexiones es 1.15 mca
- .- Pérdida de carga en el filtro de mallas según figura 16 es:
  - U1: 1,18 m.c.a
  - U2,U3: 1,17 m.c.a

.- Pérdida de carga en puntos singulares es 2.00 mca

**Perdida de carga total en el cabezal 1=4,33mca**

**Perdida de carga total en el cabezal 2 y 3=4,32mca**

Así pues si sumamos en el caso de cada unidad de riego la presión mas alta y la perdida de carga que se produce en el cabezal obtenemos la presión necesaria a la entra del cabezal. Los resultados son:

- U1=19,39mca
- U2= 19,65mca
- U3=19,10mca

**ANEJO X**

**NECESIDADES DE**

**MAQUINARIA Y COSTES**

**DEL CULTIVO**

## 1. EQUIPOS Y MAQUINARIA A EMPLEAR

### 1.1. CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA

- **Labores preparatorias**

**Subsolado** (labor cruzada):

- Tractor
- Subsolador de 1 brazo de 90 cm de profundidad de trabajo

**Despedregado**

- Tractor
- Pala elevadora hidráulica de 800 Kg. de carga

**Gradeo y rulado**

- Tractor
- Grada excéntrica de 28 discos con anchura útil de trabajo de 3 m a una profundidad de 25 cm.
- Rulo de 800 kilogramos de peso y una anchura de trabajo de 3 metros.

**Rayado**

- Tractor
- Subsolador de 1 brazo de 90 cm de profundidad.

- **Labores de explotación**

**Tratamientos fitosanitarios**

- Tractor
- Cuba de 2000l
- Atomizador

**Tratamientos herbicidas**

- Tractor
- Cuba de 2000l
- Barra herbicida de 5,2 metros de anchura.

**Picado de la hierba**

- Tractor
- Picadora

**Recolección**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN  
EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

- Tractor
- Paraguas
- Remolque

### **1.1.1. Adquisición o alquiler de la maquinaria**

Debido a que el promotor del Proyecto ya posee maquinaria de sus otras explotaciones, no se comprará toda la maquinaria necesaria ya que se posee. Las dos maquinas que no tiene el promotor son el atomizador y el paraguas recolector.

Se comprará el primer año de la explotación el atomizador que se necesita desde el primer año y el segundo se comprara el paraguas. Con las necesidades de maquinaria calculadas no se necesita el alquiler de aperos.

## **1.2. NECESIDADES DE POTENCIA**

Las necesidades de potencia para cada una de las labores y operaciones de cultivo se estiman:

- Subsulado: 90 CV
- Despedregado: 70 CV
- Gradeo+ rulado: 90 CV
- Rayado: 90 CV
- Tratamientos herbicidas: 35 CV
- Tratamientos fitosanitarios: 35 CV
- Picado: 90 CV
- Recolección: 90CV

## **1.3. TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE CULTIVO.**

El tiempo de realización de cada una de las labores y operaciones de cultivo se estima:

- Subsulado: 2,25 horas/hectárea
- Despedregado: 3 horas/hectárea.
- Gradeo+ rulado: 1,5 horas/hectárea.
- Rayado: 1 horas/hectárea

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

- Tratamientos herbicidas: 0.9 horas/hectárea.
- Tratamientos fitosanitarios: 0,5 horas/hectárea.
- Picado: 1,6 horas/hectárea.
- Recolección: 3,5 horas/hectárea.

#### **1.4. Consumo de maquinaria. Carburantes.**

El consumo específico horario medio de gasóleo viene dado por la siguiente expresión:

0,18 litros/CV y hora para un tractor de 110 CV

Así pues, el consumo total vendrá dado por la potencia nominal demandada por la labor, multiplicada por el número de horas necesario para realizarla y por el consumo específico horario del tractor.

LABOR	HORAS/HA	POTENCIA(CV)	CONSUMO GASOIL(L)
SUBSOLADO	2,25	90	1166,4
DESPEDEGADO	3	70	1209,6
GRADEO+RULADO	1,5	90	777,6
RAYADO	1	90	518,4
TRATAMIENTO HERBICIDAS	0,9	35	181,44
PICADO	0,5	90	251,1
TRATAMIENTO FITOSANITARIOS	1,6	35	312,48
RECOLECCIÓN	3,5	90	1757,7

Tabla 1: Consumo de carburante

## **2. CUADROS DEL PROCESO PRODUCTIVO.**

Para la comprensión de los cuadros que se muestran a continuación se han de tener en cuenta las siguientes puntualizaciones:

- En el apartado de tratamientos fitosanitarios sólo se incluyen aquellos que sean sistemáticos, aparte se darán aquellos que sean recomendables según la evolución de plagas y enfermedades.

- Los riegos se han calculado según unas condiciones máximas, pero éstos se deberán adaptar a las condiciones particulares de cada año.
- Para las labores de mantenimiento, solo se han considerado las estrictas necesarias; si las condiciones climáticas lo exigen se darán las adicionales necesarias

## 2.1. MATERIAS PRIMAS

	NITRATO AMONICO (KG)												TOTAL
	enero	febrero	marzo	abril	Mayo	Junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
AÑO 1			436,8	436,8	436,8	436,8							1747,2
AÑO 2			838,72	838,72	838,72	838,72							3354,88
AÑO 3			989,44	989,44	989,44	989,44							3957,76
AÑO 4			2134,08	2134,08	2134,08	2134,08							8536,32
AÑO 5			2345,6	2345,6	2345,6	2345,6							9382,4
AÑO 6 Y SIG			838,72	838,72	838,72	838,72							3354,88

Tabla 2: Utilización materias primas (nitrato amónico)

	NITRATO POTASICO (KG)												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 1							1078,4	1078,4					2156,8
AÑO 2							1391,04	1391,04					2782,08
AÑO 3							1669,44	1669,44					3338,88
AÑO 4							2537,6	2537,6					5075,2
AÑO 5							2573,76	2573,76					5147,52
AÑO 6 Y SIG							4034,56	4034,56					8069,12

Tabla 3: Utilización materias primas (nitrato potásico)

	ACIDO FOSFORICO (L)												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 1			280	280	280	280							1120
AÑO 2			400	400	400	400							1600
AÑO 3			499,84	499,84	499,84	499,84							1999,36
AÑO 4			840	840	840	840							3360
AÑO 5			1080	1080	1080	1080							4320
AÑO 6 Y SIG			1419,84	1419,84	1419,84	1419,84							5679,2

Tabla 4: Utilización materias primas (acido fosfórico)

MATERIAS PRIMAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
ACEITE DE PARAFINA(L)			192										192 l
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)			116							153			269 Kg.
IMIDACLORID(L)			9,6										9,6 l
FOSETIL-AL(Kg.)			58							58			116 Kg.
PACOBUTRAZOL(L)			19,2										19,2 l
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)			25										25 Kg.
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)			116	116	116		116	116					580 Kg.
AZUFRE(Kg.)					116								116kg
DELTAMETRIN(L)							4,8	4,8					9,6 l
GLIFOSATO (L)		128				128							256 l

Tabla 5: Utilización materias primas (tratamientos fitosanitarios)

MATERIA PRIMA	AGUA (m <sup>3</sup> )												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 1			2.940,28	52.01,35	7.248,7	10.261,03	12.315,96	10.395,5	5.732,7				54.095,5
AÑO 2			4.704,44	83.22,16	11.597,92	16.417,64	19.705,53	16.632,8	9.172,32				86.552,8
AÑO 3			6.468,61	11.442,97	15.947,14	22.574,26	27.095,1	22.870,1	12.611,94				119.010,1
AÑO 4			8.232,78	14.563,78	20.296,36	28.730,87	34.484,67	29.107,4	16.051,56				151.467,4
AÑO 5			9.996,94	17.684,59	24.645,58	34.887,49	41.874,25	35.344,7	19.491,18				183.924,7
AÑO 6 Y SIG			11.761,1	20.805,4	28.994,8	41.044,1	49.263,82	41.582	22.930,8				216.382,0

Tabla 6: utilización de materias primas (riego)

MATERIA PRIMA	GASOIL AGRICOLA (L)												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0								1166,4	1209,6			777,6	3153,6
AÑO 1	518,4	563,58	624,96	806,4	312,48	312,48	181,4	312,48	181,44	312,48	251,1		4377,2
AÑO 2		563,58	624,96	806,4	312,48	312,48	181,4	312,48	1939,1	312,48	251,1		5616,46
AÑO 3		563,58	624,96	806,4	312,48	312,48	181,4	312,48	1939,1	312,48	251,1		5616,46
AÑO 4		563,58	624,96	806,4	312,48	312,48	181,4	312,48	1939,1	312,48	251,1		5616,46
AÑO 5		563,58	624,96	806,4	312,48	312,48	181,4	312,48	1939,1	312,48	251,1		5616,46
AÑO 6 Y SIG		563,58	624,96	806,4	312,48	312,48	181,4	312,48	1939,1	312,48	251,1		5616,46

Tabla 7: Utilización de materias primas (gasoil)

## 2.2. MAQUINARIA

Para el estudio de las necesidades y costes de cultivo de maquinaria y mano de obra se utilizaran como unidad de medida las jornadas, entendidas estas como periodos de 8 horas.

MAQUINARIA	AÑO 0												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
SUBSOLADOR								4,35					4,35
PALA + TRACTOR									12				12
GRADA+RULO												6	6

Tabla 8: Utilización de maquinaria en el año 0.

MAQUINARIA	INSTALACIÓN DE RIEGO												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0													
AÑO 1			2,06	3,65	5,09	7,21	8,65	7,3	4,03				37,985
AÑO 2			3,3	5,84	8,14	11,53	13,84	11,68	6,44				60,776
AÑO 3			4,54	8,03	11,2	15,86	19,02	16,06	8,85				83,567
AÑO 4			5,78	10,22	14,25	20,18	24,21	20,44	11,27				106,358
AÑO 5			7,01	12,41	17,31	24,51	29,40	24,82	13,68				129,149
AÑO 6 Y SIG			8,25	14,61	20,36	28,83	34,59	29,2	16,1				151,94

Tabla 9: Utilización de maquinaria (instalación de riego)

MAQUINARIA	SUBSOLADOR												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0													
AÑO 1	4												4

Tabla 10: Utilización de maquinaria (subsolador)

MAQUINARIA	BARRA HERBICIDA												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0													
AÑO 1				3,49					3,49				6,98
AÑO 2				3,49					3,49				6,98
AÑO 3				3,49					3,49				6,98
AÑO 4				3,49					3,49				6,98
AÑO 5				3,49					3,49				6,98
AÑO 6 Y SIG				3,49					3,49				6,98

Tabla 11: Utilización de maquinaria (Trat.herbicida)

MAQUINARIA	ATOMIZADOR												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0													
AÑO 1		6,4	12,8	12,8		6,4		6,4		6,4			51,2
AÑO 2		6,4	12,8	12,8		6,4		6,4		6,4			51,2
AÑO 3		6,4	12,8	12,8		6,4		6,4		6,4			51,2
AÑO 4		6,4	12,8	12,8		6,4		6,4		6,4			51,2
AÑO 5		6,4	12,8	12,8		6,4		6,4		6,4			51,2
AÑO 6 Y SIG		6,4	12,8	12,8		6,4		6,4		6,4			51,2

Tabla 12: Utilización de maquinaria (atomizador)

MAQUINARIA	PICADORA												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0													
AÑO 1		2									2		4
AÑO 2		2									2		4
AÑO 3		2									2		4
AÑO 4		2									2		4
AÑO 5		2									2		4
AÑO 6 Y SIG		2									2		4

Tabla 13: Utilización de maquinaria (picadora)

MAQUINARIA	PARAGUAS												TOTAL JORNADAS
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0													
AÑO 1													
AÑO 2									13,56				13,56
AÑO 3									13,56				13,56
AÑO 4									13,56				13,56
AÑO 5									13,56				13,56
AÑO 6 Y SIG									13,56				13,56

Tabla 14: Utilización de maquinaria (paraguas)

### 2.3. MANO DE OBRA

MANO DE OBRA	PEON ESPECIALIZADO												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0				4,35					12,00			6,00	22,35
AÑO 1	18,00	8,40	82,35	35,81	7,02	9,08	10,58	9,23	9,39	12,21			202,07
AÑO 2			25,41	24,26	29,96	23,53	19,65	23,89	29,11	12,21	15,20		203,22
AÑO 3			26,65	26,46	33,01	27,85	24,84	28,27	31,53	12,21	12,80		223,62
AÑO 4			27,89	28,65	20,06	32,18	30,03	32,65	33,94	12,21	14,80		232,41
AÑO 5			29,13	30,84	17,31	36,50	35,22	37,03	36,36	12,21	14,80		249,40
AÑO 6 Y SIG			30,36	33,03	20,36	40,83	40,41	41,41	38,77	12,21	14,80		272,19
OBSERVACIONES: Incluido las labores de poda y manejo instalación de riego (1 hora cada jornada de utilización de la instalación de riego), además de las labores del proceso productivo.													

Tabla 15: Utilización de mano de obra (peón especializado)

MANO DE OBRA	PEON EVENTUAL												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AÑO 0									12				12
AÑO 1	14			18									32
AÑO 2					16				13,56		15,2		44,76
AÑO 3					16				13,56		10		39,56
AÑO 4									13,56		15		28,56
AÑO 5									13,56		15		28,56
AÑO 6 Y SIG									13,56		15		28,56
OBSERVACIONES: El peón eventual solo se contratara para las labores de poda y cosechado.													

Tabla 16: Utilización de mano de obra (peón eventual)

### 3. COSTES

#### 3.1. AÑO 0

MATERIA PRIMA	CANTIDAD(L)	PRECIO UNITARIO(€/LITRO)	IMPORTE(€)
GASOLEO B	3153,6	0,959	3024,3024

Tabla 17: Coste materias primas año 0.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO JORNADA(€/JORNADA)	IMPORTE(€)
PEON ESPECIALISTA	23	56€/JORNADA	1288
PEON EVENTUAL	12	50€/JORNADA	600
		TOTAL:	1888

Tabla 18: Costes mano de obra año 0.

**COSTES TOTALES AÑO 0: 4.912,3 €**  
**COSTE AÑO 0 POR HECTAREA:153,51 €/HA**

### 3.2. AÑO 1

MATERIAS PRIMAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
ACEITE DE PARAFINA(L)	10,25	192	1968,00
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)	6,85	269	1842,65
IMIDACLORID(L)	16	9,6	153,60
FOSETIL-AL(Kg.)	9,95	116	1154,20
PACOBUTRAZOL(L)	20	19,2	384,00
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)	6,15	25	153,75
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)	4,3	580	2494,00
AZUFRE(Kg.)	5,25	116	609,00
DELTAMETRIN(L)	153,13	9,6	1470,05
GLIFOSATO (L)	6,9	256	1766,40
NITRATO AMONICO (KG)	1,17	1747,2	2044,22
NITRATO POTASICO(KG)	1,03	2156,8	2221,50
ACIDO FOSFORICO (KG)	1,06	1120	1187,20
GASOIL AGRICOLA(L)	0,959	4377	4197,54
AGUA (M <sup>3</sup> )	0,0027	50095,5	135,26
CANON AGUA(€/HECTAREA)	98,3	32	3145,60
TOTAL MATERIAS PRIMAS			24.926,98

Tabla 19: Coste materias primas año 1.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO	IMPORTE(€)
		JORNADA(€/JORNADA)	
PEON ESPECIALISTA	202	56	11.312
PEON EVENTUAL	32	50	1600

Tabla 20: Coste mano de obra año 1.

**COSTE ADQUISICION ATOMIZADOR: 5.534 €**

**COSTES TOTALES AÑO 1: 43.372,96 €**

**COSTE AÑO 1 POR HECTAREA:1.422,06 €/Ha**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN  
EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

### 3.3. AÑO 2

MATERIAS PRIMAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
ACEITE DE PARAFINA(L)	10,25	192	1968
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)	6,85	269	1842,65
IMIDACLORID(L)	16	9,6	153,6
FOSETIL-AL(Kg.)	9,95	116	1154,2
PACOBUTRAZOL(L)	20	19,2	384
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)	6,15	25	153,75
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)	4,3	580	2494
AZUFRE(Kg.)	5,25	116	609
DELTAMETRIN(L)	153,13	9,6	1470,05
GLIFOSATO (L)	6,9	256	1766,4
GASOIL AGRICOLA(L)	0,959	5616	5385,74
NITRATO AMONICO(KG)	1,17	3354,88	3925,21
NITRATO POTASICO(KG)	1,03	2782,08	2865,54
ACIDO FOSFORICO(L)	1,06	1600	1696,00
AGUA (M <sup>3</sup> )	0,0027	86552,8	233,69
CANON AGUA(€/HECTAREA)	98,3	32	3145,6
TOTAL COSTES MATERIAS PRIMAS			29.247,44

Tabla 21: Coste materias primas año 2.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO	IMPORTE(€)
		JORNADA(€/JORNADA)	
PEON ESPECIALISTA	204	56	11424
PEON EVENTUAL	45	50	2250

Tabla 22: Coste mano de obra año 2.

**COSTE ADQUISICIÓN PARAGUAS VIBRADOR: 30.570 €**

**COSTES TOTALES AÑO 2: 73.491,44**

**COSTE AÑO 2 POR HECTAREA: 2.409,55 €/HA**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

### 3.4. AÑO 3

MATERIAS PRIMAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
ACEITE DE PARAFINA(L)	10,25	192	1968
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)	6,85	269	1842,65
IMIDACLORID(L)	16	9,6	153,6
FOSETIL-AL(Kg.)	9,95	116	1154,2
PACOBUTRAZOL(L)	20	19,2	384
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)	6,15	25	153,75
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)	4,3	580	2494
AZUFRE(Kg.)	5,25	116	609
DELTAMETRIN(L)	153,13	9,6	1470,04
GLIFOSATO (L)	6,9	256	1766,4
GASOIL AGRICOLA(L)	0,959	5616	5385,74
NITRATO AMONICO(KG)	1,17	3957,76	4630,58
NITRATO POTASICO(KG)	1,03	3338,88	3439,05
ACIDO FOSFORICO(L)	1,06	1999,36	2119,32
AGUA (M³)	0,0027	119010,1	321,33
CANON AGUA(€/HECTAREA)	98,3	32	3145,6
<b>TOTAL COSTES MATERIAS PRIMAS</b>			<b>31.037,27</b>

Tabla 23: Coste materias primas año 3.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO JORNADA(€/JORNADA)	IMPORTE(€)
PEON ESPECIALISTA	224	56	12544
PEON EVENTUAL	40	50	2000

Tabla 24: Coste mano de obra año 3.

**COSTES TOTALES AÑO 3: 45.558,27**

**COSTE AÑO 3 POR HECTAREA: 1.494,46 €/HA**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

### 3.5. AÑO 4

MATERIAS PRIMAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
ACEITE DE PARAFINA(L)	10,25	192	1968
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)	6,85	269	1842,65
IMIDACLORID(L)	16	9,6	153,6
FOSETIL-AL(Kg.)	9,95	116	1154,2
PACOBUTRAZOL(L)	20	19,2	384
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)	6,15	25	153,75
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)	4,3	580	2494
AZUFRE(Kg.)	5,25	116	609
DELTAMETRIN(L)	153,13	9,6	1470,048
GLIFOSATO (L)	6,9	256	1766,4
GASOIL AGRICOLA(L)	0,959	5616	5385,744
NITRATO AMONICO (KG)	1,17	8536,32	9987,49
NITRATO POTASICO(KG)	1,03	5075,2	5227,46
ACIDO FOSFORICO (L)	1,06	3360	3561,60
AGUA (M <sup>3</sup> )	0,0027	151467,4	408,96198
CANON AGUA(€/HECTAREA)	98,3	32	3145,6
<b>TOTAL COSTES MATERIAS PRIMAS</b>			<b>39.712,50</b>

Tabla 25: Coste materias primas año 4.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO	
		JORNADA(€/JORNADA)	IMPORTE(€)
PEON ESPECIALISTA	233	56	13048
PEON EVENTUAL	29	50	1450

Tabla 26: Coste mano de obra año 4.

**COSTES TOTALES AÑO 4: 41.162,51€**

**COSTE AÑO 4 POR HECTAREA:1.349,59 €/Ha**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

### 3.6. AÑO 5

MATERIAS PRIMAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
ACEITE DE PARAFINA(L)	10,25	192	1968,00
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)	6,85	269	1842,65
IMIDACLORID(L)	16	9,6	153,60
FOSETIL-AL(Kg.)	9,95	116	1154,20
PACOBUTRAZOL(L)	20	19,2	384,00
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)	6,15	25	153,75
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)	4,3	580	2494,00
AZUFRE(Kg.)	5,25	116	609,00
DELTAMETRIN(L)	153,13	9,6	1470,05
GLIFOSATO (L)	6,9	256	1766,40
GASOIL AGRICOLA(L)	0,959	5616	5385,74
NITRATO AMONICO (KG)	1,17	9382,4	10977,41
NITRATO POTASICO (KG)	1,03	5147,52	5301,95
ACIDO FOSFORICO (L)	1,06	4320	4579,20
AGUA (M <sup>3</sup> )	0,0027	183924,7	496,60
CANON AGUA(€/HECTAREA)	98,3	32	3145,60
TOTAL COSTES MATERIAS PRIMAS			41.882,14

Tabla 27: Coste materias primas año 5.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO	
		JORNADA(€/JORNADA)	IMPORTE(€)
PEON ESPECIALISTA	250	56	14000
PEON EVENTUAL	29	50	1450

Tabla 28: Coste mano de obra año 5.

**COSTES TOTALES AÑO 5: 57.332,14 €**

**COSTE AÑO 5 POR HECTAREA:1.879,74 €/HA**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

### 3.7. AÑO 6 Y SIGUIENTES

MATERIAS PRIMAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
ACEITE DE PARAFINA(L)	10,25	192	1968
OXICLORURO DE COBRE(Kg.)	6,85	269	1842,65
IMIDACLORID(L)	16	9,6	153,6
FOSETIL-AL(Kg.)	9,95	116	1154,2
PACOBUTRAZOL(L)	20	19,2	384
LAMBDA-CIHALOTRIN(Kg.)	6,15	25	153,75
SULFATO SUPROCALCIDO(Kg.)	4,3	580	2494
AZUFRE(Kg.)	5,25	116	609
DELTAMETRIN(L)	153,13	9,6	1470,048
GLIFOSATO (L)	6,9	256	1766,4
GASOIL AGRICOLA(L)	0,959	5616	5385,744
NITRATO AMONICO (KG)	1,17	3354,88	3925,21
NITRATO POTASICO (KG)	1,03	8068,12	8310,16
ACIDO FOSFORICO (L)	1,06	5679,2	6019,95
AGUA (M <sup>3</sup> )	0,0027	330439,7	892,18719
CANON AGUA(€/HECTAREA)	98,3	32	3145,6
TOTAL COSTES MATERIAS PRIMAS			39674,50

Tabla 29: Coste materias primas año 6 y siguientes.

MANO DE OBRA	JORNADAS	PRECIO JORNADA(€/JORNADA)	IMPORTE(€)
PEON ESPECIALISTA	273	56	15288
PEON EVENTUAL	29	50	1450

Tabla 30: Coste mano de obra año 6 y siguientes.

**COSTES TOTALES AÑO 6 Y SIGUIENTES: 56.412,5€**

**COSTE AÑO 6 Y SIGUIENTES POR HECTAREA: 1.849,59 €/HA.**

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE A DE LOS CABALLEROS



Anejo X: Necesidades de maquinaria y  
costes del cultivo

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN  
EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

**ANEJO XI**  
**MERCADO DE LA**  
**ALMENDRA**

## 1. PRODUCCIÓN Y MERCADO INTERNACIONAL

Las almendras pueden ser agrupadas en dos tipos principales: las dulces, orientadas al consumo humano directo o industrial; y las amargas, para uso industrial en la producción de aceites, saborizantes o en cosmética. Se estima que la demanda por el consumo directo de almendras seguirá creciendo tanto a nivel nacional e internacional, debido a la consideración que ha ganado como alimento sano y natural, dado que aporta a la dieta ácidos grasos esenciales y es un excelente antioxidante natural y protector cardíaco.

A nivel mundial, si se considera sólo la fruta sin cáscara - principal forma de transacción de la Almendra - los principales oferentes internacionales son Estados Unidos, que cubre el 66% del mercado mundial; España, con el 12%, e Italia, con el 3%.

El país más importante por superficie plantada es España, con el 40% del total mundial (681.000 ha), seguido por Estados Unidos con el 12% (214.000 ha). No obstante a lo anterior, el principal productor es Estados Unidos. La falta de correspondencia entre la superficie plantada y los volúmenes obtenidos se debe a que las formas de producción son marcadamente diferentes en los distintos países: mientras en Estados Unidos las plantaciones son con variedades seleccionadas y con riego, en España las plantaciones se encuentran en zonas marginales, sin riego. Esto influye fuertemente en el rendimiento: Estados Unidos produce de 1500 a 3500 Kg./ha de pepita y España obtiene de 150 a 200 Kg./ha.

Actualmente la producción mundial no puede abastecer a la demanda que existe por el consumo mundial, debido a la inclusión de países del Este y Asia como consumidores de almendra, que décadas anteriores no consumían este fruto seco. La gran dependencia de la climatología (heladas y lluvia) en los cultivos de almendro españoles provoca grandes cambios en la oferta española.

Los principales consumidores son Estados Unidos y España, que triplicaron y duplicaron la demanda en el período 2000 - 2005; y Alemania, India y Francia. Desde mediados de la década de 1990 los Estados Unidos iniciaron una campaña mundial de promoción en los países que eran grandes consumidores

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

(China, Alemania, Reino Unido, Japón y Francia) que a partir del 2002 se extendió a los países del centro de Europa, India y Taiwán.

El consumo de Almendras es variable, dependiendo de los hábitos de consumo y cultura de cada país en particular, debido a que pueden ser consumidas como almendras naturales hasta como parte de elaboraciones de postres, turrónes y licores, entre otros, los cuales se transforman en cada país en particular. En Turquía por ejemplo en promedio consume aproximadamente 8 Kg. per cápita/año; Estados Unidos consume 1 Kg. /per cápita/año.

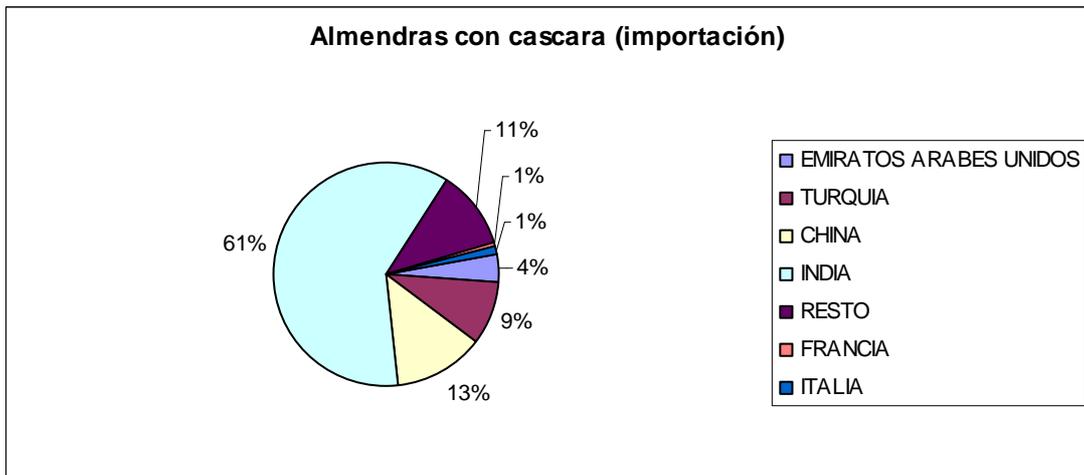


Grafico 1: Principales países importadores de almendra con cáscara(% del volumen total de importación)

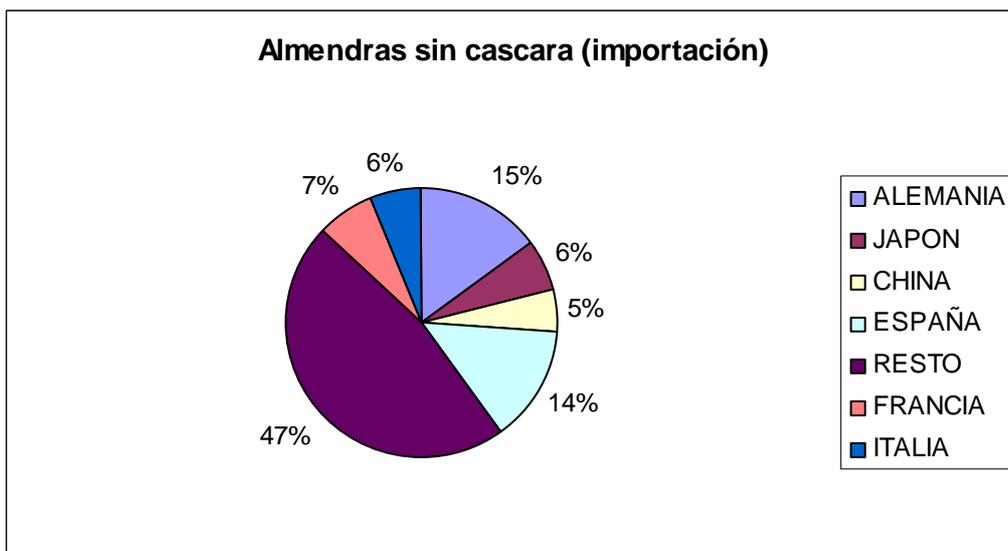


Grafico 2: Principales países importadores de almendra sin cáscara(% del volumen total de importación)

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

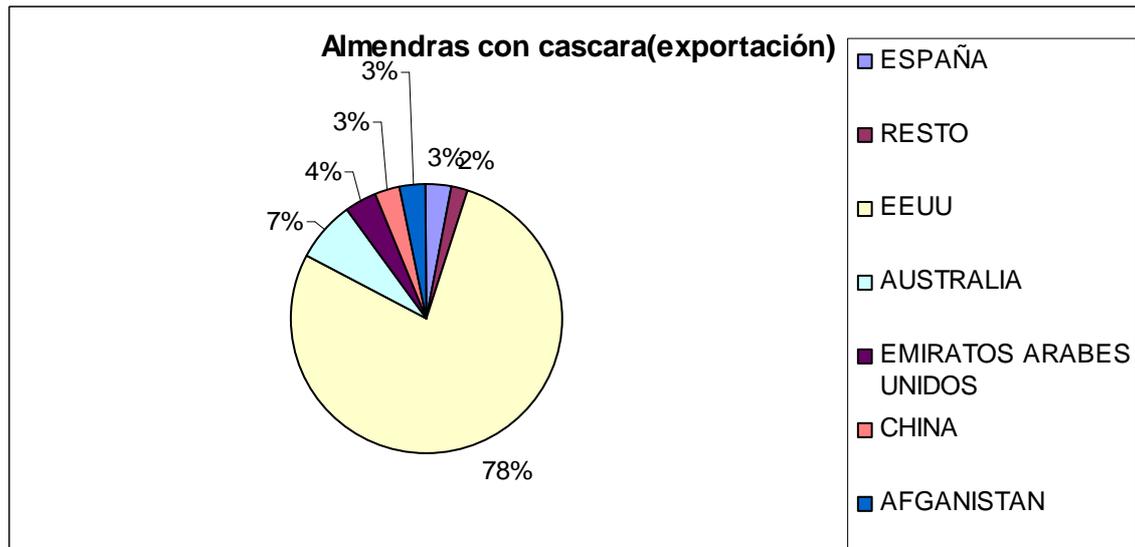


Grafico 3: Principales países exportadores de almendra con cáscara(% del volumen total de importación)

## 2. SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

La producción mundial de almendra en cáscara en el año 2008 fue de 2.396.001 toneladas, siendo Estados Unidos el primer país productor con una producción de 1.410.000 toneladas, representando el 59% de la producción total. España es el segundo país productor y el primero a nivel europeo con una producción de 173.700 toneladas, lo que supone en torno al 7% de la producción mundial. Le siguen Australia y Turquía.

La mayoría de la cosecha nacional se obtiene en el Levante español, la Comunidad Valenciana es la primera productora de almendra con el 23,16% de la producción nacional, seguida de Aragón con el 18,85%.

Han aumentado las superficies de almendros en 2.203 ha en la campaña 2010-2011 respecto al año anterior.

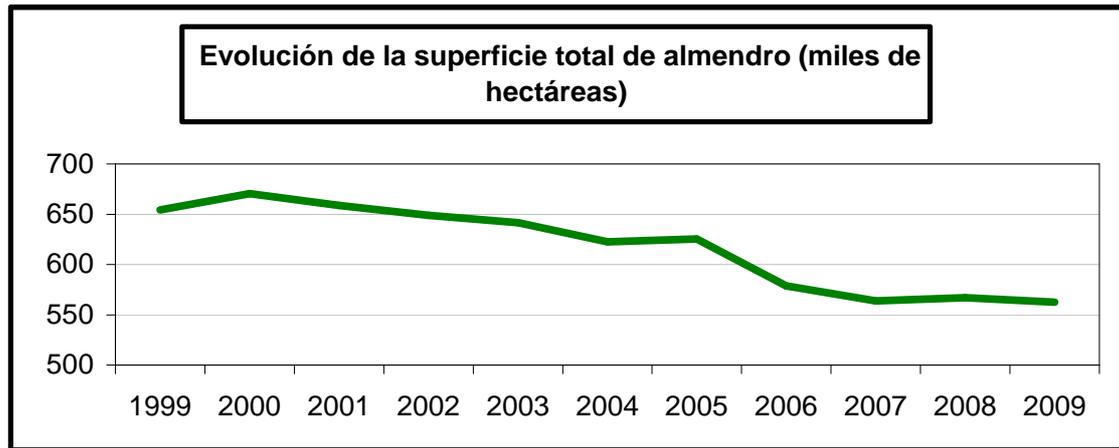


Grafico 4: Evolución de la superficie de almendros en España.

La mayoría de la cosecha nacional se obtiene en el Levante español, la Comunidad Valenciana es la primera productora de almendra con el 23,16% de la producción nacional, seguida de Aragón con el 18,85%.

La producción española de almendras, al igual que la de otros países, resulta muy variable debido a la incidencia de las heladas, que afectan a la floración y al posterior cuajado del fruto. Este problema no sólo es de España, sino de los principales países productores, lo que determina grandes oscilaciones de precios de las almendras en los mercados internacionales.

Más del 55% de la producción española de almendra se destina a los mercados exteriores. El primer consumidor mundial de almendra es la Unión Europea y dentro de ella Alemania a donde se destina más del 30% de la exportación española de almendra

En total España exportó en 2007 unas 51.000 toneladas de almendras, con y sin cáscara, de las cuales el 93% tuvo por destino la UE. En cambio las importaciones, unas 62.000 toneladas, procedieron en el 92% de terceros países, principalmente de EE.UU.

Con el objeto de satisfacer la creciente demanda en el mercado internacional, especialmente de los clientes europeos, se está introduciendo el cultivo orgánico de almendra. Asimismo existen en España varios centros de PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

investigación en los que se está trabajando en la mejora genética del almendro para obtener así variedades que mejoren su capacidad productiva y su resistencia a condiciones adversas del medio, especialmente las heladas tardías, que constituyen el peor enemigo del almendro durante la floración.

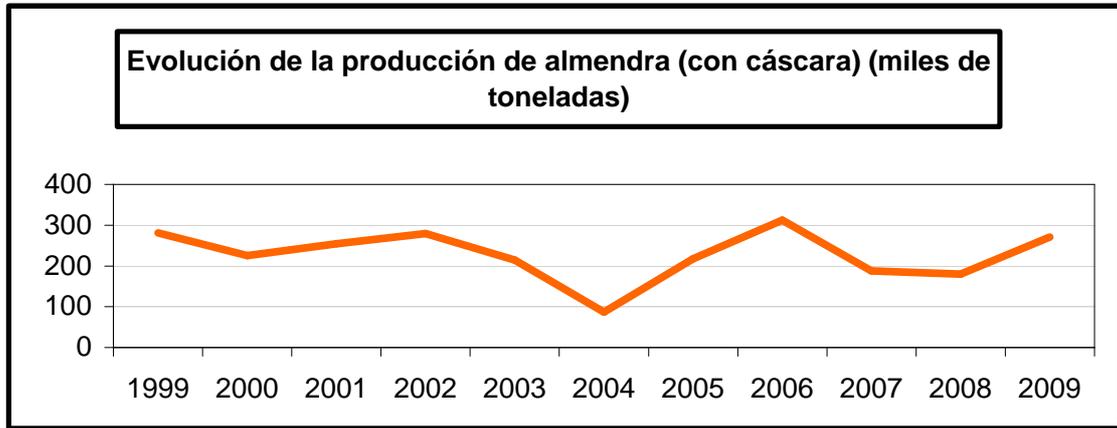


Grafico 5: Evolución de la producción de almendra en España.

### 3. SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN EN ARAGON

En la última década la producción de almendra en Aragón ha experimentado un aumento espectacular debido tanto al aumento de hectáreas cultivadas como al mayor rendimiento de las plantaciones nuevas.

El programa de mejora genética del CITA de Aragón empezó en 1974, después del inicio de los trabajos en el almendro en 1966 y la constatación de los problemas de la producción española del almendro, fundamentalmente su baja productividad debida a la plantación de variedades sensibles a las heladas predominantes al final del invierno, una deficiente polinización y la sequía. Por ello desde el principio fueron objetivos básicos del programa de mejora la autocompatibilidad y la floración tardía para paliar estos problemas. Fruto de este trabajo ha sido una serie de variedades de indudable éxito en las plantaciones españolas, desde 'Guara', probablemente la variedad vegetal de mayor éxito en la agricultura española, hasta las más recientes 'Belona', 'Soleta' y 'Mardía'. En el futuro la mejora deberá mantener estos objetivos ya plenamente aceptados, así como enfocar la calidad del fruto,

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS



fundamentalmente por su composición en compuestos nutritivos y saludables, y la resistencia a plagas y enfermedades.

FRUTALES DE FRUTO SECO-ALMENDRO: Serie histórica de superficie, árboles diseminados, rendimiento, producción, precio, valor y comercio exterior									
Años	Superficie en plantación regular		Árboles diseminados (miles de árboles)	Rendimiento de la superficie en producción (qm/ha)	Producción (toneladas)	Precio medio percibido por los agricultores (euros/100kg)	Valor (miles de euros)	Comercio exterior <sup>(1)</sup> (toneladas)	
	Total (miles de hectáreas)	En producción (miles de hectáreas)						Importaciones	Exportaciones
1999	654,3	624,3	2.504	4,5	281	56,89	159.695	109.286	126.214
2000	670,5	650,7	1.995	3,5	225	69,09	155.582	103.266	101.787
2001	658,8	627,9	2.312	4,1	255	67,16	171.003	126.312	155.255
2002	649,0	602,4	2.252	4,6	279	68,68	191.889	150.111	179.802
2003	641,7	596,9	2.123	3,6	214	91,93	197.142	182.788	178.669
2004	622,6	593,3	1.729	1,5	87	134,86	116.818	67.850	42.882
2005	625,5	585,3	976	3,7	218	145,00	315.910	52.429	49.387
2006	578,7	549,5	892	5,7	313	97,16	303.821	58.514	52.180
2007	563,8	537,6	798	3,5	188	88,74	166.526	60.707	47.839
2008	566,9	541,0	751	3,3	180	86,62	156.005	69.106	48.017
2009	562,6	536,2	782	5,0	271	61,63	166.824	1.729	2.332

Tabla 1: Serie histórica almendro Aragón Fuente: Anuario agrícola

(1) En equivalente con cáscara, siendo el coeficiente de conversión de almendra pelada a con cáscara 3,30.

## 4. CONSUMO

En los últimos 20 años, la tendencia del consumo ha sido creciente. Los principales consumidores son Estados Unidos y España que triplicaron y duplicaron la demanda en el período indicado.

El consumo mundial de almendras alcanzó sus valores máximos a principios de la década de los 90 debido a las campañas productivas que conllevaron a una gran oferta y a un descenso en los precios y, por lo tanto, un aumento del consumo global.

Esta oferta también alentó la búsqueda de nuevos compradores e impulsó el desarrollo de los mercados internos de los países productores. Estados Unidos, por ejemplo, inició una campaña mundial de promoción en los principales países consumidores: China, Alemania, Reino Unido, Japón y Francia, que a partir del 2002 se extendió a los países del centro de Europa, India y Taiwan.

España, como resultado del aumento del consumo, destinó la almendra de producción nacional a su industria, especialmente a los turroneos y confituras, y comenzó a vender almendras de otras procedencias en los mercados europeos.

Los precios internacionales de la almendra debieran presentar una mayor estabilidad, lo que llevara a un mercado más estable, con el consiguiente aumento en consumo y mercados.

## 5. COMERCIALIZACIÓN

A diferencia de lo que sucede con el resto de las frutas secas, la almendra se comercializa con un gran valor agregado fundamentalmente como pepita o almendra pelada.

La pepita se clasifica de acuerdo al daño y al nivel de partido, aunque también es evaluada tanto en función de su peso y rendimiento del grano como por la calidad que ofrezca en virtud de su calibre, forma y sabor del fruto.

La almendra está dirigida principalmente a la industria del chocolate, de la bombonería, pastelería fina y la cosmética. Las diferentes industrias utilizan los subproductos que se extraen de ella para la elaboración de turrone, peladillas, garrapiñadas, dulces de confitería, almendras saladas, chocolates con almendras, jarabes de almendras, aceite de almendras, jabones, cremas de tocador y leche de almendras.

La almendra española posee unas calidades muy superiores a la estadounidense y es más apreciada en los mercados internacionales. Sin embargo, al ser California quién marca las cotizaciones a nivel mundial, presiona los precios de nuestras almendras a la baja. En estos momentos, el sector productor de frutos secos se encuentra inmerso en una grave crisis de precios, 0,70€/Kg. en 2010 frente a 1,45€/Kg. en 2005 (-52%), situación que hace peligrar la supervivencia del cultivo. En la última década se ha producido un incremento de un 113% pasando de 28.477 tn en el año 2000 a las 60.793 tn de la última campaña. Esto representa un problema para la supervivencia del mercado de almendro español.

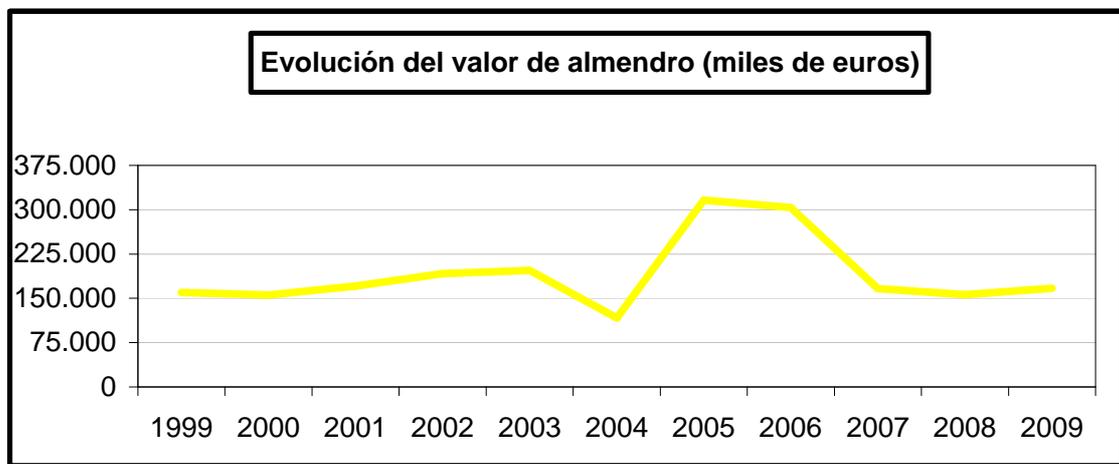


Grafico 6: Evolución del valor de almendro

### 5.1. CATEGORIAS COMERCIALES

El sector de la almendra en España ha establecido unas normas de calidad para la recepción de partidas y estimar su valor.

Las características que se tienen en cuenta para la almendra con cáscara son los siguientes:

La partida tiene que estar limpia, seca y sana; debe ir sin mezclas entre variedades, permitiéndose un porcentaje de tolerancia; La humedad de la almendra nueva tiene que tener un 6,75% y la vieja un 6%. Para poder valorar la partida, se recoge el número de muestras que determinen ambas partes, tras el análisis se podrá penalizar y realizar exclusiones debido al nivel de porcentaje de mezcla en variedades, cantidad podridas, partidas, nivel de humedad, tamaño etc.

En las partidas de almendra en grano se valora el porcentaje de: humedad, materias extrañas, trozos, mezclas y por último pinchazos y trozos. Al igual que en las partidas de almendra con cáscara se toman muestras para analizar la partida y se penalizará en función del cumplimiento de cada aspecto valorado y además se establecerán unos gastos por secado y triado.

Las categorías que se comercializan son las siguientes:

- Almendra en cáscara (Inshell).
- Almendra en grano o natural ( Shelled o Whole).
- Almendra repelada o blanca (Blanched).
- Mitades (Split)

Además de esta distinción comercial en España existe otra diferenciación entre almendras comunes y la variedad comercial largueta y marcona. Las dos cotizan a un precio superior que la comuna, aunque esta diferenciación cada vez es menor.

La variedad a implantar, Soleta, tiene unas características físicas y organolépticas similares a lagueta por lo que en un futuro se espera la cotización de Soleta a nivel de lagueta.

## 6. USOS

### 6.1. ALIMENTACIÓN

La almendra básicamente tiene tres destinos finales en cuanto a alimentación: consumo en el hogar; consumo en la restauración; y finalmente el uso industrial, como ingrediente para la elaboración de otros productos.

Estos tres destinos finales de uso, puede ser diferente entre un país y otro, por ejemplo, en países europeos más del 80% del consumo de almendras lo representa su uso industrial dentro de alimentos procesados. En España la industria repostera utiliza grandes cantidades de almendra para la fabricación de turrone y diversos tipos de tarta.

Existen diversas clases de almendras que pueden ser comercializadas bajo diferentes variedades de formas y tamaños. Sin embargo, sus valores nutricionales y características como nutriente humano permanecen invariables en todas ellas. Las almendras son nutritivas y tienen un alto contenido energético. No obstante, es siempre interesante tratar sus características nutricionales con más detalle.

<b>Contenido de vitaminas en 100 gr. de almendra</b>	
Caroteno	0,12 mg.
Vitamina B1	0,22 mg.
Vitamina B2	0,62 mg.
Ácido Pantoténico	0,58 mg.
Vitamina B3	4,18 mg.
Vitamina B6	0,06 mg.
Ácido Fólico	0,05 mg.
Vitamina C	0,80 mg.

Tabla 2: Contenido de vitaminas en 100 gr. de almendras

Aunque las almendras son relativamente ricas en grasas, la mayoría de estas grasas son no saturadas (60% grasas monosaturadas), las cuales producen beneficios saludables para nuestro organismo y nos ayudan a disminuir los niveles de colesterol total y de colesterol malo ( LDL ) y a aumentar los de colesterol bueno ( HDL ).

<b>Valores nutricionales en 30 gr. de almendra</b>	
Calorías	170 gr.
Total grasas	15 gr.
Grasas saturadas	1 gr.
Colesterol	0 mg.
Sodio	0 mg.
Total carbohidratos	5 gr.
Fibra dietética	4 gr.
Azúcares	1 gr.
Proteínas	7 gr.

Tabla 3: Contenido nutricional de 30 gr de almendras

Su riqueza en nutrientes esenciales (fósforo, magnesio, proteínas, vitaminas, fibra) y su saludable contenido en grasa hace que la almendra sea un nutriente particularmente saludable que es altamente recomendable en la prevención de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer.

## **6.2. SALUD Y BELLEZA**

El aceite de almendras es utilizado como componente en algunos fármacos para el tratamiento de escoceduras y dermatitis debido a sus propiedades suavizante, hidratantes y desinflamante. También tiene propiedades laxantes y puede usarse como complemento proteico en dietas vegetarianas.

Sus propiedades antioxidantes la hacen un aliado perfecto en cosmetología facial, capilar y corporal, para combatir el envejecimiento cutáneo, las cicatrices, la sequedad de la piel, agrietamiento, estrías, flaccidez, resequedad del cabello y el cuero cabelludo, etc. Igualmente, para otras terapias como el Masaje y Aromaterapia, el aceite de almendras nos permite hacer combinaciones con otro tipo de aceites con fines terapéuticos con excelentes resultados.

### **6.3. USO ENERGETICO**

La cáscara de almendra, posee un alto poder calorífico y tiene diferentes usos tanto energéticos (biomasa) como industriales.

La cáscara de almendra es un subproducto procedente del descascarado de almendra.

Tradicionalmente los usos de la cáscara de almendras han sido en hornos de panadería, la industria cerámica y para las calefacciones de explotaciones ganaderas.

Con la creciente preocupación por disminuir la utilización de combustibles fósiles, la cáscara de almendras y otros residuos agrícolas, toman un mayor protagonismo como elementos energéticos en el uso de instalaciones de biomasa, ya sean de carácter industrial o de tipo doméstico como son las calderas de calefacción.

**ANEJO XII**  
**ESTUDIO ECONOMICO**

## 1. VIDA UTIL DE LA PLANTACIÓN

Para realizar los cálculos sobre la viabilidad de la explotación, así como para ajustar las dosis de fertilización hay que calcular la vida útil de la plantación de almendros.

Para llegar a decidir el número de años que va a permanecer la plantación se deben conocer las fases naturales de la vida del almendro:

### FASES DE LA VIDA DEL ALMENDRO

Juventud: Puede comprender hasta los primeros 3 años. Hay un gran crecimiento físico, pero no se produce fructificación.

Entrada en producción: Tras la fase de juventud, el árbol comienza a florecer y fructificar paulatinamente, aunque sigue predominando el crecimiento vegetativo sobre la producción.

Envejecimiento: El crecimiento vegetativo es menor. La floración es muy importante pero no así la fructificación ya que el fruto es de menor calidad. Es un periodo largo y progresivo sobre cuya duración se puede influir mediante poda y abonado.

Decrepitud: Abarca los últimos años de la vida del árbol. No existe ni crecimiento, ni floración, ni fructificación.

En nuestro caso, limitaremos esa vida natural del almendro de manera que el tiempo desde que plantemos hasta el arranque será menor. A este tiempo será al que denominaremos vida útil de la plantación.

Para llegar a conocer esta vida útil nos guiaremos por unos criterios agronómicos y comerciales que se muestran en el siguiente esquema, en el

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

que el punto A representa al punto en el que los beneficios obtenidos superan a los gastos iniciales y a partir del cual los gastos se mantienen más o menos constantes, y el punto B en el que se produce la igualdad entre gastos y beneficios y en el que en teoría se produciría el arranque, pero se realizara antes, cuando se llegue al beneficio mínimo que corresponde con el punto C' de la grafica.

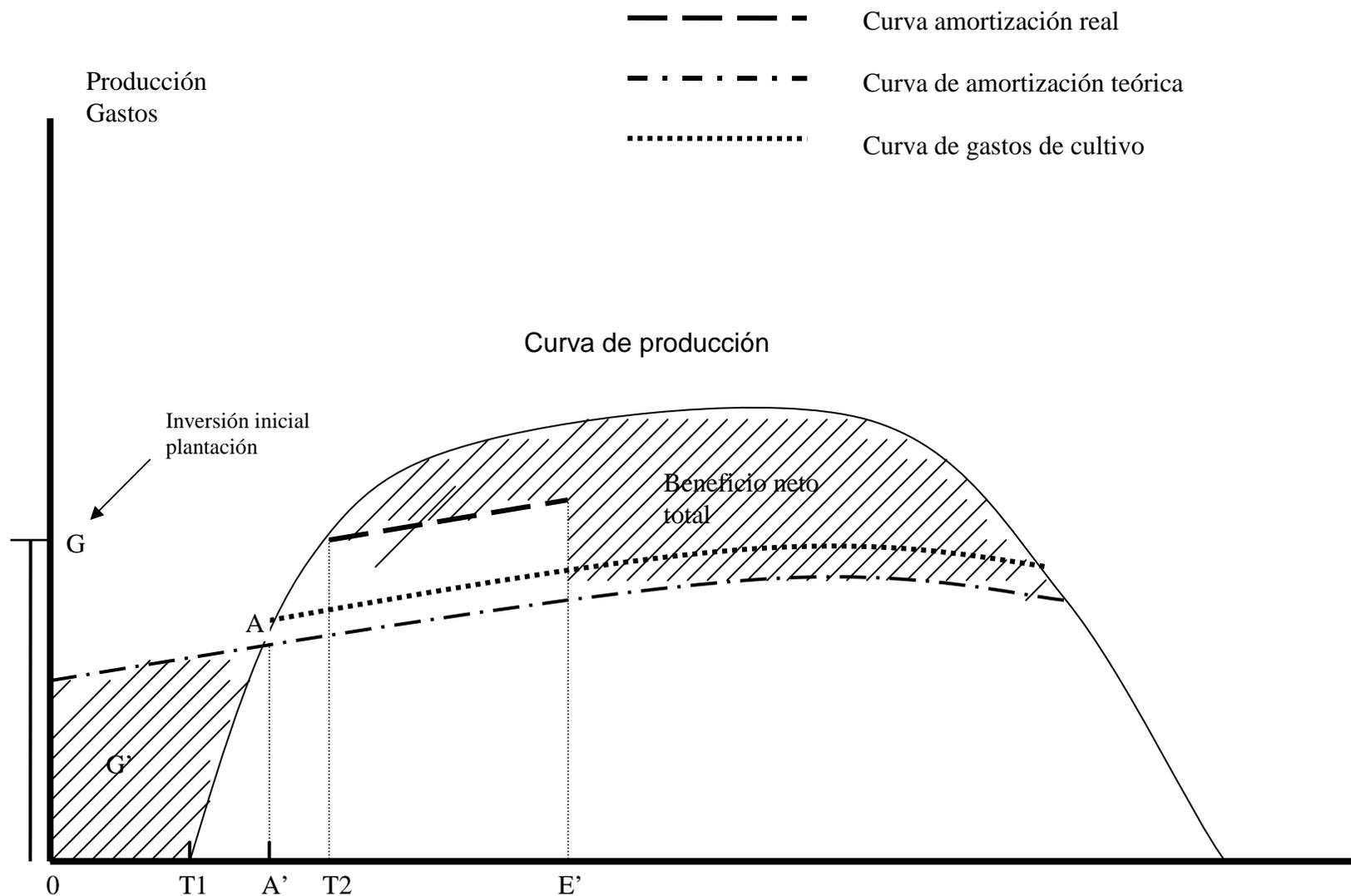


Figura 1: Grafica vida útil de la plantación.

La vida útil de la plantación se ha establecido en 31 años teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Los almendros tienen producciones aceptables durante un periodo de años superior, pero en las plantaciones en regadío se explota intensivamente el potencial productivo de los árboles, por lo que la longevidad se reduce y con ella también la vida útil.
- El patrón empleado: el híbrido GF-677 tiene una longevidad intermedia entre el melocotonero (15-20 años) y el franco (mas de 30 años).
- Al ser la variedad Soleta relativamente nueva con buenos rendimientos no se prevé su obsolescencia en un periodo inferior a estos 30 años.

## 2. PRECIOS ALMENDRA

Para el estudio económico tendremos que tener en cuenta el valor de las almendras. Este valor depende de la situación del mercado y la cosecha cada año si como de las exportaciones e importaciones. Para obtener un valor medio del precio de la almendra se usan los datos históricos disponibles en la lonja de Reus. Realizamos un estudio de los 6 últimos años que se presenta a continuación. Los precios indicados se refieren al kilogramo de almendra en pepita.

	e	f	m	A	m	j	jl	a	s	o	n	d	Media
2006						5,55	5,30	4,20	3,60	3,69	3,54	3,45	4,19
2007	3,73	3,85	3,70	3,70	3,47	3,28	3,15	3,15	3,59	3,42	3,35	3,33	3,48
2008	3,33	3,10	3,10	3,00	2,80	2,80	2,85	2,85	2,86	2,98	2,90	2,50	2,92
2009	2,50	2,52	2,52	2,40	2,40	2,40	2,30	2,10	1,75	1,78	1,87	2,08	2,22
2010	2,62	2,83	2,90	2,75	2,64	2,60	2,53	2,75	3,00	2,80	2,85	2,98	2,77
2011	3,01	2,83	2,87	2,55	2,52	2,70	2,95	2,75	2,66	2,60	2,82	2,85	2,76
Media 6 años													3,06

Tabla 1: Precio percibido por kilogramo en pepita de almendra comuna  
Así pues el precio medio de la almendra se fija en 3,06 €/ Kg. de pepita.

### 3. COSTES DEL PROYECTO

La vida útil del Proyecto se considera 30 años, definiéndola como el periodo de tiempo en el que es rentable económicamente el mantenimiento de la explotación.

#### 3.1. *COSTES DE INVERSIÓN*

Los costes de inversión o pago de la inversión es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para que el proyecto se lleve a cabo. En nuestro caso, son los costes en los que se incurre para implantar el sistema de riego localizado por goteo con fertirrigación en las parcelas, la implantación del cultivo, la instalación de la caseta y los costes de la preparación de la tierra.

Costes en el año 0: 4.912,3 €

Coste de ejecución por contrata 232.363,39 €

**Por tanto el coste de la inversión es de 237.275,69 €**

#### 3.2. *COSTES DE REPOSICIÓN*

Los costes de reposición corresponden a las nuevas inversiones que hay que realizar para reponer aquellos elementos cuya vida útil es más corta que la del proyecto. Se realizan en el momento en que finaliza la vida útil del elemento en cuestión.

Los ramales portagoteros deberán ser repuestos en su totalidad cada 15 años. Tanto los filtros como la caseta y demás elementos tienen una vida útil superior a la del proyecto.

Los costes de reposición, que se consideran pagos extraordinarios, son los siguientes.

**Año 16** Ramales portagoteros: 35.083,6 €

### **3.3. COSTES DE EXPLOTACIÓN**

Los costes de explotación comienzan a contabilizarse a partir del año 1, año de entrada en funcionamiento del sistema de riego, y aparecen recogidos en el anexo X. Los costes de explotación del año 0 se consideran gastos de inversión.

Los costes anuales de explotación son los siguientes:

Año 1: 43.372,96 €

Año 2: 73.491,44€

Año 3: 45.558,27 €

Año 4: 41.162,51 €

Año 5: 57.332,14

Año 6 y siguientes: 56.412,5 €

## **4. INGRESOS DEL PROYECTO**

### **4.1. COBROS ORDINARIOS**

Los cobros ordinarios corresponden a la venta de las almendras producidas en las parcelas en las que se implanta el sistema de riego por goteo. Se computan y se consideran percibidos al final de cada año.

Como hemos calculado anteriormente el precio de la almendra se va a estimar en 3,06 € por kilogramo de almendra en pepita. Se va a considerar que este precio se mantiene estable durante la vida útil del proyecto.

Como se ha indicado en el anejo VI en condiciones de máxima producción, es decir a partir del año 6 se esperan producciones de 15 Kg. por árbol con nuestra densidad de plantación obtendremos cosechas de 5.460 Kg. /Hectárea de almendra. Aunque las dosis de abonado y las técnicas de cultivo se realicen para la obtención de cosechas de unos 5.500 Kg., por desgracia esto no será así todos los años debido a la incidencia de heladas, granizo, etc.

Para los cálculos económicos se opta por estimar una producción menor, de 13 Kg. por árbol.

Los años anteriores al año 6 las producciones esperadas se reflejan en la tabla 1.

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Los rendimientos de pepita para la variedad soleta están entre el 27-35%.

Supondremos un rendimiento medio de 33%.

AÑO	Producción por árbol (Kg./árbol)	Producción por hectárea(Kg./hectárea)	Rendimiento pepita (%)	Producción pepita (Kg./hectárea)
1	0	0	33	
2	1,5	546	33	180,18
3	3	1092	33	369,36
4	7	2548	33	840,84
5	10	3640	33	1201,2
6 Y SIGUIENTES	13	4730	33	1560,9

Tabla 2: Producciones de almendra esperadas

Además de los cobros derivados de la producción nos acogeremos a las ayudas nacionales a los frutales de cáscara, según el Real decreto 202/2012 el importe a recibir por hectárea será de 120,75 €/ha como máximo. Así pues esta subvención constituirá un cobro ordinario.

La superficie total de la finca es de 32,87 hectáreas, pero la superficie productiva es de 30,5 hectáreas por lo que la ayuda ascenderá a 3.682,87 €.

La siguiente tabla muestra los cobros ordinarios anuales. Para el cálculo del total de los cobros derivados de la venta de almendra se tiene en cuenta que la superficie productiva de la finca es de 30,5 hectáreas.

COBROS ORDINARIOS	
Año 2	20.499,06 €
Año 3	38.155,23 €
Año 4	82.158,46 €
Año 5	115.790,86 €
Año 6 y siguientes	149.361,67 €

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Tabla 3: Total de los cobros ordinarios

## 4.2. COBROS EXTRAORDINARIOS

Los cobros extraordinarios corresponden al valor que tienen los elementos que se reponen una vez transcurrida su vida útil.

A los ramales portagotereros se les asigna un valor residual del 10 %. El resto de la instalación y la caseta de riego tienen una vida superior a la vida útil del proyecto y, al finalizar la misma, se les asigna un valor del 10 % del importe de la inversión.

AÑO 16: RAMALES PORTAGOTEROS 3.508,3 €

AÑO 31: RAMALES PORTAGOTEROS 3.508,3 €

AÑO 31: FILTROS 739,6€

AÑO 31: INSTALACION DE RIEGO 7.706,9

AÑO 31: CASETA DE RIEGO 1280,6 €

## 5. ESTUDIO DE LOS INDICES ECONOMICOS

### 5.1. VALOR ACTUAL NETO “VAN”

Es la diferencia entre el dinero invertido en la consecución del Proyecto y el dinero recuperado por la inversión.

Su valor se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$V.A.N = -K + \sum_{j=1}^n \left[ R_j / (1+i)^j \right]$$

Siendo:

K: capital de la inversión.

N: vida útil del proyecto.

Ri: flujos de caja que genera la inversión.

Se valora por los siguientes resultados:

.- Si V.A.N. > 0 à Inversión Rentable.

.- Si V.A.N. < 0 à Inversión No Rentable.

## **5.2. TASA INTERNA DE RETORNO “TIR”.**

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

La expresión matemática, para el supuesto considerado de que la tasa de de actualización se mantiene constante, sería:

$$VAN = 0 = -A + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

El TIR. lo calcularemos de forma gráfica y mediante la fórmula para la que el valor “y” será igual a cero en aquel valor del V.A.N. que queremos hallar.

La inversión será rentable siempre que la TIR tenga un valor superior al del tipo de interés.

## **5.3. PLAZO DE RECUPERACIÓN.**

El plazo de recuperación es el número de años en que tarda en recuperarse la inversión de la puesta en marcha del Proyecto.

Se calcula de forma que cuando el V.A.N. pasa de valor negativo a positivo, ese es el año en el que se recupera la inversión.

Analizaremos a continuación el caso de financiación propia de la ejecución del proyecto, contando solamente con la subvención que nos proporciona la normativa vigente.

Después se realizará un pequeño análisis de sensibilidad basado en la posible bajada de precios de venta de la almendra.

Por último se realizará el caso de financiación ajena para la implantación y explotación del presente Proyecto.

## **5.4. FINANCIACIÓN PROPIA**

En la siguiente tabla se muestran los flujos de caja en el supuesto de financiación propia.

AÑO	INVERSIÓN	COBROS		PAGOS		FLUJOS DE CAJA
		ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	
0	232363,39					-232363,39
1		3682,87		43372,96		-39690,09
2		20499,06		73491,44		-52992,38
3		38155,23		45558,27		-7403,04
4		82158,46		41162,51		40995,95
5		115790,86		57332,14		58458,72
6		149361,67		56412,5		92949,17
7		149361,67		56412,5		92949,17
8		149361,67		56412,5		92949,17
9		149361,67		56412,5		92949,17
10		149361,67		56412,5		92949,17
11		149361,67		56412,5		92949,17
12		149361,67		56412,5		92949,17
13		149361,67		56412,5		92949,17
14		149361,67		56412,5		92949,17
15		149361,67		56412,5		92949,17
16		149361,67	3508,3	56412,5	35083,6	61373,87
17		149361,67		56412,5		92949,17
18		149361,67		56412,5		92949,17
19		149361,67		56412,5		92949,17
20		149361,67		56412,5		92949,17
21		149361,67		56412,5		92949,17
22		149361,67		56412,5		92949,17
23		149361,67		56412,5		92949,17
24		149361,67		56412,5		92949,17
25		149361,67		56412,5		92949,17
26		149361,67		56412,5		92949,17
27		149361,67		56412,5		92949,17

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

28		149361,67		56412,5		92949,17
29		149361,67		56412,5		92949,17
30		149361,67		56412,5		92949,17
31		149361,67	13235,4	56412,5		106184,57

Tabla 4: Flujos de caja supuesto de financiación propia.

### Análisis de este supuesto

Calculo del VAN y del año de recuperación.

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/K	RENTABILIDAD
5%	790276,3	AÑO 9	3,4	SI
6%	645876,5	AÑO 10	2,77	SI
7%	525811,3	AÑO 10	2,26	SI
8%	425333,3	AÑO 10	1,83	SI
9%	340718,6	AÑO 11	1,44	SI

Tabla 5: Calculo del VAN en el supuesto de financiación propia

Calculo del TIR

Calculamos con  $i=17\% \rightarrow VAN = -18362,6$

$$(x - x_1) / (x_2 - x_1) = (y - y_1) / (y_2 - y_1)$$

$$(x - 0,09) / (0,17 - 0,09) = (y - 340718,6) / (-18362,6 - 340718,6)$$

$$y = 0 \rightarrow x = 0,1659$$

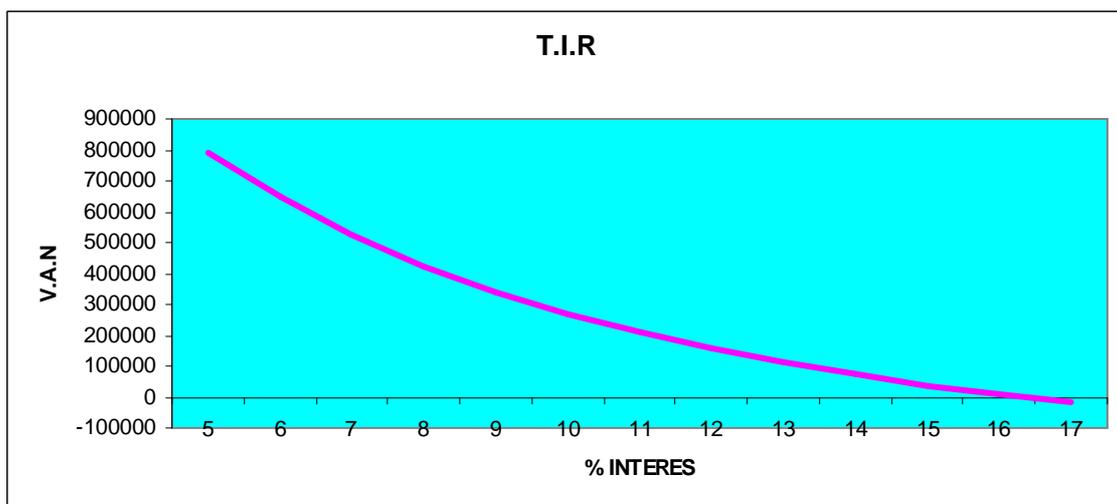


Figura 2: TIR supuesto financiación propia

**TIR= 16,59%**

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

A continuación realizamos un pequeño análisis de sensibilidad, que en este caso se realizará en base al precio de la almendra por ser el más influyente en esta explotación.

Se analizarán dos bajadas de precios hasta que éste no sea rentable. Se debe tener en cuenta que aunque actualmente no es así se prevé que en un futuro Soleta sustituya comercialmente a Largueta, por lo que esta supuesta bajada de precios podría afectar en menor manera a nuestra producción.

A: Precio de la almendra 2,5 €/Kg.

B: Precio de la almendra 2 €/Kg.

#### 5.4.1. Análisis sensibilidad: Precio de la almendra 2,5 €/Kg.

En la siguiente tabla se muestran los flujos de caja en el supuesto de que el precio de la almendra baje hasta 2,5€/Kg.

AÑO	INVERSIÓN	COBROS		PAGOS		FLUJOS DE CAJA
		ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	
0	232363,39					-232363,39
1		3682,87		43372,96		-39690,09
2		17421,60		73491,44		-56069,85
3		31846,57		45558,27		-13711,70
4		67796,92		41162,51		26634,41
5		95274,37		57332,14		37942,23
6		122701,50		56412,50		66289,00
7		122701,50		56412,50		66289,00
8		122701,50		56412,50		66289,00
9		122701,50		56412,50		66289,00
10		122701,50		56412,50		66289,00
11		122701,50		56412,50		66289,00
12		122701,50		56412,50		66289,00
13		122701,50		56412,50		66289,00

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

14		122701,50		56412,50		66289,00
15		122701,50		56412,50		66289,00
16		122701,50	3508,30	56412,50	35083,60	34713,70
17		122701,50		56412,50		66289,00
18		122701,50		56412,50		66289,00
19		122701,50		56412,50		66289,00
20		122701,50		56412,50		66289,00
21		122701,50		56412,50		66289,00
22		122701,50		56412,50		66289,00
23		122701,50		56412,50		66289,00
24		122701,50		56412,50		66289,00
25		122701,50		56412,50		66289,00
26		122701,50		56412,50		66289,00
27		122701,50		56412,50		66289,00
28		122701,50		56412,50		66289,00
29		122701,50		56412,50		66289,00
30		122701,50		56412,50		66289,00
31		122701,50	13235,40	56412,50		79524,40

Tabla 6: Flujo de caja supuesto precio de la almendra 2,5€/Kg.

### Análisis de este supuesto

Calculo del VAN y del año de recuperación.

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/K	RENTABILIDAD
5%	453862,4	AÑO 12	1,95	SI
6%	352084,4	AÑO 13	1,51	SI
7%	267600,9	AÑO 14	1,15	SI
8%	197026,2	AÑO 15	0,84	SI
9%	137706,4	AÑO 16	0,59	SI

Tabla 7: Calculo VAN supuesto precio de la almendra 2,5€/Kg.

### Calculo del TIR

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Calculamos con  $i=13\% \rightarrow VAN= -22915,3$

$$(x - x_1) / (x_2 - x_1) = (y - y_1) / (y_2 - y_1)$$

$$(x - 0,09) / (0,13 - 0,09) = (y - 137706,4) / (-22915,3 - 137706,4)$$

$$y = 0 \rightarrow x = 0,1242$$

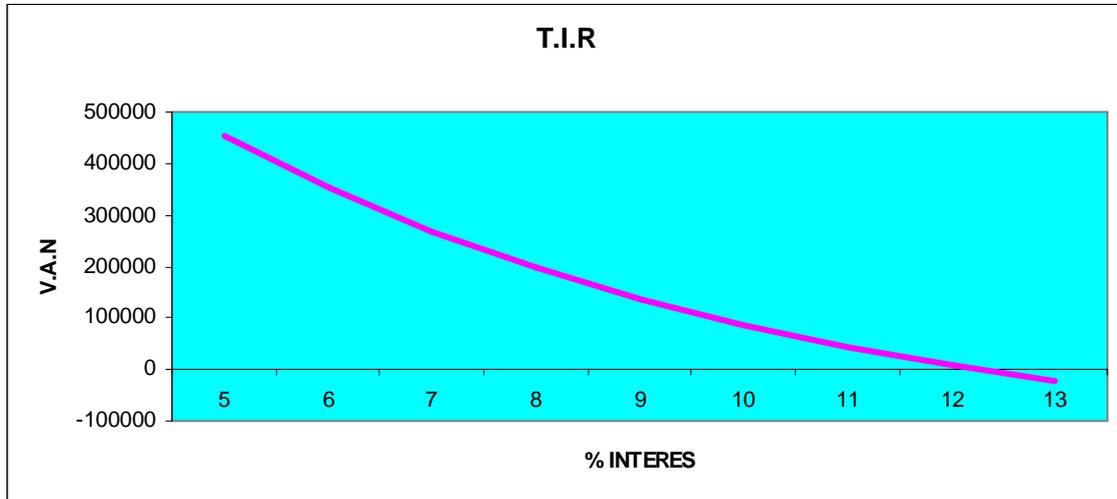


Figura 3: TIR supuesto precio de la almendra 2,5 €/KG.

**TIR=12,42%**

#### 5.4.2. Análisis sensibilidad: Precio de la almendra 2 €/Kg.

En la siguiente tabla se muestran los flujos de caja en el supuesto de que el precio de la almendra baje hasta 2€/Kg.

AÑO	INVERSIÓN	COBROS		PAGOS		FLUJOS DE CAJA
		ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	
0	232363,39					
1		3682,87		43372,96		-39690,09
2		14673,85		73491,44		-58817,59
3		26213,83		45558,27		-19344,44
4		54974,11		41162,51		13811,60
5		76956,07		57332,14		19623,93
6		98897,77		56412,50		42485,27
7		98897,77		56412,50		42485,27
8		98897,77		56412,50		42485,27

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEJA DE LOS CABALLEROS

9		98897,77		56412,50		42485,27
10		98897,77		56412,50		42485,27
11		98897,77		56412,50		42485,27
12		98897,77		56412,50		42485,27
13		98897,77		56412,50		42485,27
14		98897,77		56412,50		42485,27
15		98897,77		56412,50		42485,27
16		98897,77	3508,30	56412,50	35083,60	10909,97
17		98897,77		56412,50		42485,27
18		98897,77		56412,50		42485,27
19		98897,77		56412,50		42485,27
20		98897,77		56412,50		42485,27
21		98897,77		56412,50		42485,27
22		98897,77		56412,50		42485,27
23		98897,77		56412,50		42485,27
24		98897,77		56412,50		42485,27
25		98897,77		56412,50		42485,27
26		98897,77		56412,50		42485,27
27		98897,77		56412,50		42485,27
28		98897,77		56412,50		42485,27
29		98897,77		56412,50		42485,27
30		98897,77		56412,50		42485,27
31		98897,77	13235,40	56412,50		55720,67

Tabla 8: Flujo de caja supuesto precio de la almendra 2 €/Kg.

### Análisis de este supuesto

Calculo del VAN y del año de recuperación.

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/K	RENTABILIDAD
5%	153492,8	AÑO 19	0,66	SI
6%	89769,9	AÑO 22	0,38	SI
7%	37055,9	AÑO 26	0,15	SI
8%	-6819,39	-	-	NO
9%	-43554,48	-	-	NO

Tabla 9: Calculo VAN supuesto precio de la almendra 2 €/Kg.

Calculo del TIR

Calculamos con  $i=9\% \rightarrow VAN = -43554,48$

$$(x - x_1) / (x_2 - x_1) = (y - y_1) / (y_2 - y_1)$$

$$(x - 0,07) / (0,09 - 0,07) = (y - 37055,9) / (-43554,48 - 37055,9)$$

$$y = 0 \rightarrow x = 0,0791$$

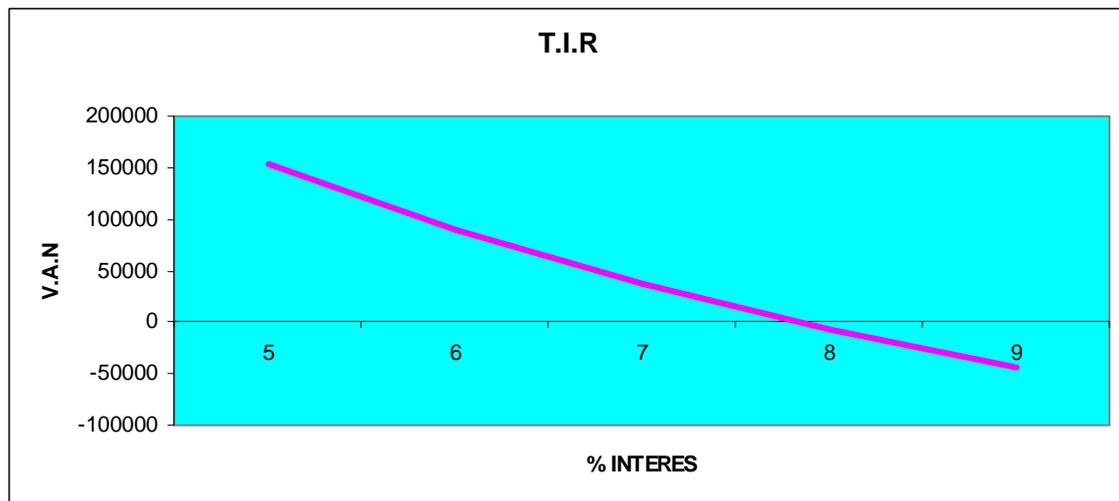


Figura 4: TIR supuesto precio de la almendra 2 €/KG.

**TIR=7,91%**

## 5.5. FINANCIACIÓN AJENA

En esta hipótesis se considera que el promotor recibe un préstamo de algo menos del 70 % del valor total de la inversión realizada. Este porcentaje representa alrededor de 160.000 € que será la cantidad que se financiara por parte ajena, Las cantidades a percibir serán:

Año 1: 140.000 €

Año 2: 10.000 €

Año 3: 10.000

Este crédito se recibe a un tipo de interés del 7 % y se devolverá en 10 años con una carencia de tres, es decir hasta el 4 año no comenzaremos a pagar el préstamo.

Para el cálculo de este supuesto de financiación ajena, haremos uso de las fórmulas para devolución de créditos con cuota constante anual.

Los pagos extraordinarios que genera la amortización del préstamo, se calculan con la siguiente fórmula:

$$a = [C(1+r)^n r / (1+r)^n - 1]$$

Siendo:

a: anualidad del préstamo.

C: cuantía del préstamo.

r: tipo de interés

n: número de años de devolución.

La anualidad será de 22.781,6

Los flujos de caja se presentan en la siguiente tabla

AÑO	INVERSIÓN	COBROS		PAGOS		FLUJOS DE CAJA
		ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	
0	232363,39		140000			
1		3682,87	10000	43372,96		-29690,09
2		20499,06	10000	73491,44		-42992,38
3		38155,23		45558,27	22781,6	-30184,64

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

4		82158,46		41162,51	22781,6	18214,35
5		115790,86		57332,14	22781,6	35677,12
6		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
7		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
8		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
9		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
10		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
11		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
12		149361,67		56412,5	22781,6	70167,57
13		149361,67		56412,5		92949,17
14		149361,67		56412,5		92949,17
15		149361,67		56412,5		92949,17
16		149361,67	3508,3	56412,5	35083,6	61373,87
17		149361,67		56412,5		92949,17
18		149361,67		56412,5		92949,17
19		149361,67		56412,5		92949,17
20		149361,67		56412,5		92949,17
21		149361,67		56412,5		92949,17
22		149361,67		56412,5		92949,17
23		149361,67		56412,5		92949,17
24		149361,67		56412,5		92949,17
25		149361,67		56412,5		92949,17
26		149361,67		56412,5		92949,17
27		149361,67		56412,5		92949,17
28		149361,67		56412,5		92949,17
29		149361,67		56412,5		92949,17
30		149361,67		56412,5		92949,17
31		149361,67	13235,4	56412,5		106184,5 7

Tabla 10: Flujo de caja supuesto financiación ajena.

### Análisis de este supuesto

PLANTACION DE ALMENDROS( PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

Calculo del VAN y del año de recuperación.

TIPO DE INTERES	VAN	AÑO DE RECUPERACION	V.A.N/K	RENTABILIDAD
5%	789311,7	AÑO 8	3,39	SI
6%	654980,7	AÑO 9	2,81	SI
7%	544133,9	AÑO 9	2,34	SI
8%	452107,6	AÑO 9	1,94	SI
9%	375252,3	AÑO 9	1,61	SI

Tabla 11: Calculo VAN supuesto financiación ajena

Calculo del TIR

Calculamos con  $i=21\% \rightarrow VAN = -3876,2$

$$(x - x_1) / (x_2 - x_1) = (y - y_1) / (y_2 - y_1)$$

$$(x - 0,09) / (0,21 - 0,09) = (y - 375252,3) / (-3876,2 - 375252,3)$$

$$y = 0 \rightarrow x = 0,2087$$

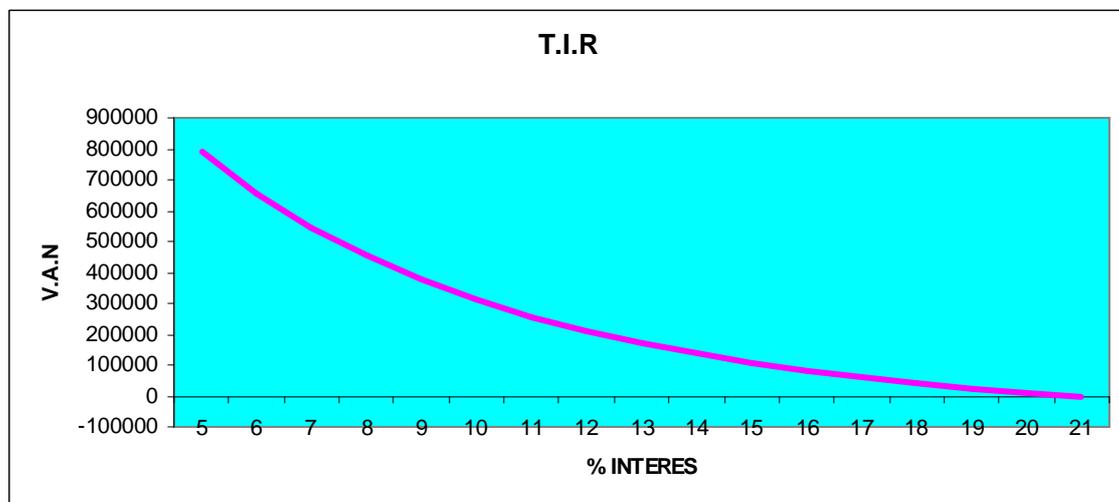


Figura 5: TIR supuesto financiación ajena.

**TIR= 20,87%**

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los valores que se han obtenido para los indicadores de rentabilidad analizados en la evaluación financiera de la inversión (VAN y TIR), se puede afirmar que el proyecto de inversión es rentable y resulta viable con financiación propia ya que obtenemos un TIR del 16,59%.

Con el supuesto de financiación ajena (70%) obtenemos una tasa interna de retorno del 20,87%, mayor que con financiación propia además los años de recuperación también son menores aunque la diferencia es pequeña.

La entrada en producción es relativamente corta para tratarse de un cultivo leñoso lo que nos permite que sean rentables los altos costes de instalación.

Así pues podemos concluir que el mayor factor en la rentabilidad del proyecto es el precio de venta de la almendra. Para los supuestos estudiados 2,5€/Kg. TIR=12,42% y para el supuesto de 2 €/Kg. TIR=9,14%. Con estas dos bajadas de precios la tasa interna de retorno es más baja, pero en la situación actual de la agricultura y la economía en general son aceptables.

**ANEJO XIII**  
**ESTUDIO BÁSICO DE**  
**SEGURIDAD Y SALUD**

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. *Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud*

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 euros  
 $PEC = PEM + \text{Gastos Generales} + \text{Beneficio Industrial} + 16\% \text{ IVA}$

$PEC = 216.847,71 \text{ €}$

PEM = Presupuesto de Ejecución Material.

b) La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

Plazo de ejecución previsto = 20 días.

Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente = 8

(En este apartado basta que se de una de las dos circunstancias. El plazo de ejecución de la obra es un dato a fijar por la propiedad de la obra. A partir del mismo se puede deducir una estimación del número de trabajadores necesario para ejecutar la obra, pero no así el número de trabajadores que lo harán simultáneamente. Para esta determinación habrá que tener prevista la planificación de los distintos trabajos, así como su duración. Lo más práctico es obtenerlo por la experiencia de obras similares.)

c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).

Nº de trabajadores-día = 450

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

## **1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud**

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## **1.3. DATOS DEL PROYECTO DE OBRA**

Tipo de Obra: Instalación de riego por goteo y plantación de almendros

Situación: Polígono 13

Población: Ejea de los Caballeros

Promotor: I.T.A

Proyectista: Alma Alayeto Angoy

(Autor o autores del proyecto.)

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto:

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

## 2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

## 3. RIESGOS

### 3.1. RIESGOS PROFESIONALES

- Atropello por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caída a distinto nivel
- Desprendimientos.
- Polvo
- Ruido.
- Golpes contra objetos.

- Caída de objetos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Salpicadura de hormigón en ojos.
- Erosiones y contusiones en maquinaria.
- Atropellamientos por maquinaria.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Por utilización de productos bituminosos.
- Salpicadura en general.
- Cortes y golpes.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos electrónicos.

### **3.2. RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS.**

No se prevé daños a terceros por no interferir en ninguna otra vía de comunicación ni de ocupación del terreno.

## **4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

### **4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES.**

- Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.
- Guantes diacetílicos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dialécticas.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores auditivos.

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

- Cinturón antivibratorio
- Chalecos reflectantes.

## **4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS.**

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cintas de balizamiento.

### **4.2.1. Señalización**

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos, se decide el empleo de una señalización normalizada, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra. La señalización elegida es la del listado que se ofrece a continuación:

- Riesgo en el trab. ADVERTENCIA ZANJA. tamaño grande.



- Riesgo en el trab. PROTECCIÓN OBLIGATORIA CABEZA. tamaño grande.
- Riesgo en el trab. PROTECCIÓN OBLIGATORIA OIDOS. tamaño grande



- Riesgo en el trab. PROTECCIÓN OBLIGATORIA MANOS. tamaño grande.



- Señal salvamento. BOTIQUIN. Tamaño grande.



- Señal. vial CONO DE BALIZAMIENTO TB-6
- Señal. Peligro zona de obras.



- Señal. Entrada prohibida a personas ajenas a la obra.



### **4.3. FORMACIÓN.**

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear. Eligiendo al personal más

PLANTACION DE ALMENDROS (PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJE DE LOS CABALLEROS

qualificados impartirán cursos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

## **5. BOTIQUÍN**

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora. Los botiquines se instalarán en cada caseta de riego para su mayor accesibilidad.

## **6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

En el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto se ha reservado un Capítulo con una partida de 1.819,13 €.

## **7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

(En la introducción del Real Decreto 1627/1.997 y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución.)

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## **8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación
- correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

## **9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución

de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados.

Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

## 11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## **12. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## **13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## **14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **15. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En Ejea de los Caballeros, mayo de 2012.

Fdo: EL PROMOTOR

Fdo: EL INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFIA

### 1. Libros

- PIZARRO, F. (1990) *Riegos localizados de alta frecuencia*. Madrid: Ed. Mundi-prensa
- RODRIGO LOPEZ J. HERNANDEZ ABREU, J.M. PEREZ REGALADO, A, Y GONZALEZ HERNANDEZ, J.(1992) *Riego localizado*. Madrid: Ed. Mundi-prensa
- URBANO TERRON, P. (1992) *Tratado de fitotecnia general*. Bilbao: Ed. Mundi-prensa
- SALAZAR HERNANDEZ, D. M. BELJAREJO MORENO, P. (2002) *El cultivo del almendro*. Madrid: AMV
- SECCIÓN DE ESTADISTICA DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN DEL GOBIERNO DE ARAGON(2010) *Anuario estadístico agrario de Aragón*. Zaragoza: Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura y Alimentación, Secretaría General Técnica, Servicio de Planificación y Análisis
- GIL-ALBERT, F. (1986). *Ecología del arbol frutal*. Madrid: Ed. Secretaria General Técnica. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación.
- FELIPE, A.J. (2000).*El almendro. Vol.1, El material vegetal*. Llerida: Ed. Integrum
- MUNCHARAZ POU, M.(2004). *El almendro: manual técnico*. Madrid: Ed. Mundi prensa.

### 2. Fuentes electrónicas

- <http://www.cremadesmar.com/infnutricional.html> (20/04/2012)
- <http://www.baeza-sa.com/db/eventos/dbFiles/881.pdf> (15/02/2012)
- [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/catalogos/hidraulicariegos/uralita2003\\_08.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/catalogos/hidraulicariegos/uralita2003_08.pdf) (2/01/2012)

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

- <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp> (20/4/2012)
- <http://www.academia-ip4.com/agronomos/planantg/HIDRA/MATERIALES.htm> (17/12/2011)
- <http://www.sedecatastro.gob.es/>(12/12/2011)
- <http://polietileno.elregante.com/?iframe=true&width=80%&height=80%> (7/11/2011)
- [http://www.cnr.gob.cl/rps\\_cnr\\_v50/OpenSite/CNR/Presentaciones,%20cursos%20y%20seminarios/Cursos/20050616164723/programa/cd\\_3.swf](http://www.cnr.gob.cl/rps_cnr_v50/OpenSite/CNR/Presentaciones,%20cursos%20y%20seminarios/Cursos/20050616164723/programa/cd_3.swf) (29/3/2012)
- <http://www.monografias.com/trabajos17/almendro/almendro.shtml> (12/10/2011)
- <http://www.plasex.es/index.php/tubo-polietileno-baja-densidad-uso-agricola.html> (15/3/2012)
- <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/HIDRAULICA%20en%20TUBERIAS.pdf> (9/11/2012)
- <http://servicios.aragon.es/oresa/>(13/1/2012)
- [http://ocw.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%202.Conducciones%20forzadas/tutorial\\_39.htm](http://ocw.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%202.Conducciones%20forzadas/tutorial_39.htm) (3/11/2011)
- <http://es.metzerplas.com/es-ES/86/954/> (15/1/2012)
- <http://www.sat-arboreto.com/blog.htm> (22/12/2012)
- <http://sitar.aragon.es/descargas.htm>(8/1/2012)
- <http://www.almond-pro-soil.net.> (2/12/2011)

### 3. Artículos

- ALONSO SEGURA, J.M. , SOCIAS I COMAPANY, R. *Necesidades de frío y calor para la obtenciones de almendro del cita en Aragón.* Zaragoza: CITA
- GISPERY FOLCH, J..R. *Aplicación eficiente del agua de riego en el almendro.* Tarragona: IRTA

PLANTACION DE ALMENDROS(PRUNUS DULCIS ) EN MARCO SEMI-INTENSIVO DE 32,87 HECTAREAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EJEA DE LOS CABALLEROS

- LOPEZ ROMERO, D. , CASANOVA PEREZ, E.J. *Poda y sistemas de formación en los frutales de hueso*. Murcia: Conserjería de agricultura y agua.
- ESPADA CARBO, J.L. *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España; Abonado de los frutales caducifolios*.
- FERNANDEZ JIMENEZ , P. *Problemática de la producción y comercialización de almendro*. Cullar: FECOAM
- ESPADA CARBO, J.L. *El uso razonado del nitrógeno en fertilización del almendro*. Zaragoza: Diputación general de Aragón.
- ALLEN, R.G. ET AL (2006) *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación.
- PORCUNA COTO, J.L. ET AL (2011) *Guía de agricultura ecológica de almendro*. Valencia: FECOAV
- CENTRO DE FORMACION DE LA ASOCIACIÓN CAAE. (2003) *El cultivo del almendro en producción ecológica*. Granada Asociación para el Desarrollo Sostenible del Poniente Granadino.
- CALATRABA LEYBA, J.(2006) *Plan estratégico del sector Agroalimentario de la región de Murcia 2.4. Análisis del sector de la almendra* .Cartagena

#### **4. Revistas**

- VALDES, G. , ET AL. Poda de formación de la variedad de almendro guara. *Comunitat valenciana agraria* nº 24. pp.34-42.
- GIRONA I GOMIS, J. (2006) La respuesta del cultivo del almendro al riego. *Vida rural*. Nº 234. pp. 12-16.
- NAVARRO MUÑOZ, R (2002). El almendro: Variedades y técnicas de cultivo. *Informaciones técnicas*. Nº 36/96 Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Dirección General de la Producción Agraria

- GARCÍA GARCÍA;J. ROMERO AZORÍN;P. BOTÍA ORDAZ;P. GARCÍA MONREAL, F. Análisis económico del cultivo de almendro en riego deficitario controlado (RDC). *Fruticultura profesional*. Nº154. pp.43-50.
- ESPADA CARBO, J.L. (2001) Comportamiento agronomico de las variedades autofertiles de almendro. *Informaciones tecnicas*. Nº 103/2001. Zaragoza: Diputación General de Aragón, Dirección General de Tecnología Agraria, Servicio de Formación y Extensión Agraria
- ZARAGOZA LARIOS, C. ET AL.(2005) Sistemas de mantenimiento de suelo en almendro. *Phytoma España* nº166. pp.37-41.
- DICENTA LOPEZ-HIGUERA, F. EGEA, J. (2005) Deficiencias productivas y soluciones propuestas para el almendro: un cultivo eficiente y el uso de variedades tardías y autopolinizantes pueden ser la solución. *Vida rural* nº221. pp.62-65.
- MARTINEZ, A. (2006). El almendro, una respuesta de futuro rentable. *Vida rural*. Nº 232. pp. 15-17.
- GUIMENEZ MONTESINOS, M. (1997) Fertilización del almendro. *El boletín de Crisol y Ceres de frutos secos*. Nº 5. pp 32-35
- ALONSO, J. M. ESPADA, J. L. SOCIAS I COMPANY, R.(2010) Eficiencia productiva en el almendro. *Revista de fruticultura*. Nº 6. pp. 26-29.
- SOCIAS I COMPANY, R. (2008). La incidencia de las nuevas variedades en el cultivo del almendro en España. *Vida rural*. Nº 274. pp.26-30.
- ARQUERO, O. LOVERA, M. SERRANO, N. (2010). Estado actual y futuro del cultivo del almendro en Andalucía. *Revista de fruticultura*, Nº 10 extraordinario. pp. 57-63.
- MIARNAU DOMENECH, F. X. ALEGRE, S. MONSERRAT, R. VARGAS, F. J. (2010). Aspectos importantes en las nuevas plantaciones de almendro en regadío. *Revista de fruticultura*, Nº 10 extraordinario. pp. 94-103.

### **5. Trabajos académicos**

- YAGO ABRIL, M. L. (2000). Efecto de la dosis de riego y del patrón en el comportamiento agronómico del almendro "Guara". Proyecto fin de carrera. Escuela politécnica superior de Huesca.
- RIVERA GIMENEZ, J.M. (2010) Plantación y puesta en riego localizado de alta frecuencia de una finca de 24,80 Ha de almendro en Bolea. Proyecto fin de carrera. Escuela politécnica superior de Huesca.
- GARCIA OLIVA, A. (2011) Puesta en riego por goteo y plantación de 32,39 hectáreas, de las cuales 20.68 son para almendro y 11,71 para olivo en el término municipal de Aguas (Huesca). Proyecto fin de carrera. Escuela politécnica superior de Huesca.